

**HiT2014**  
**Conference**

**daRostim**  
modern concepts for agriculture  
**2014**

## **Humic Substances and Other Biologically Active Compounds in Agriculture**

**Гуминовые вещества и другие  
биологически активные соединения в  
сельском хозяйстве**

**Book of abstracts  
Сборник тезисов**

November 19 — 23, 2014, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia  
19 — 23 ноября 2014 г., МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
[www.humus.ru/hit-2014](http://www.humus.ru/hit-2014)

Third International Conference of CIS IHSS on Humic Innovative Technologies  
Tenth International Conference daRostim  
«Humic Substances and Other Biologically Active Compounds in Agriculture»  
HIT-daRostim-2014  
November 19 - 23, 2014, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Третья международная конференция СНГ МГО  
по гуминовым инновационным технологиям  
Десятая международная конференция daRostim  
«Гуминовые вещества и другие биологически активные соединения  
в сельском хозяйстве»  
HIT-daRostim-2014  
19 - 23 ноября 2014 г., МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

**Book of Abstracts**  
**Сборник тезисов**

**Edited by**  
Irina V. Perminova, Natalia A. Kulikova, and Olga S. Yakimenko  
**Под редакцией**  
И.В. Перминовой, Н.А. Куликовой и О.С. Якименко

Desktop publishing by Alexey V. Kudryavtsev  
Верстка оригинал-макета А.В. Кудрявцев

Cover design by Alexander Yu. Polyakov  
Дизайн обложки А.Ю. Полякова

NP "CBR "Humus Sapiens"  
НП «ЭАЦПОС «Гумус Сапиенс»

ISBN 978-5-98181-096-1

Moscow – 2014  
Москва – 2014

[www.humus.ru/hit-2014](http://www.humus.ru/hit-2014)

## **International Program Committee of the HIT–daRostim-2014**

**Irina V. Perminova** – Co-Chair, Lomonosov MSU, Moscow, Russia

**Nowick, Wolfgang** – Co-Chair, Private Institute of Applied Biotechnologies daRostim, Lichtenstein, Germany

**Olga S. Bezuglova** – South Federal University, Rostov-on-Don, Russia

**José María García–Mina** – University of Navarra, Pamplona, Spain

**Boris M. Kogut** – Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia

**Olga V. Koroleva** – A.N. Bach Institute of Biochemistry RAS, Moscow, Russia

**Yakov Kuzyakov** – University of Göttingen, Göttingen, Germany

**Dan Olk** – United States Department of Agriculture, Ames, Iowa, USA

**Alessandro Piccolo** – University of Naples, Naples, Italy

**Galina V. Pirigovskaya** – Institute for Soil Sciens and Agrochemistry of the National Academy of Science of Belarus, Minsk, Belarus

**Sergey A. Ponomarenko** – Enikolopov Institute of Synthetic Polymeric Materials RAS, Moscow, Russia

**Abay O. Sagitov** – Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine, Almaty, Kazakhstan

**Nicola Senesi** – University of Bari, Bari, Italy

**Lilia M. Stepchenko** – Dnepropetrovsk State Agrarian University, Dnepropetrovsk, Ukraine

**Kirk Hatfield** – University of Florida, Gainesville, USA

**Yona Chen** – University of Jerusalem, Rehovot, Israel

**Serafim N. Chukov** – Saint–Petersburg State University, Saint–Petersburg, Russia

**Philippe Schmitt–Kopplin** – Helmholtz zentrum München, Munich, Germany

## **Состав международного программного комитета HIT–daRostim-2014**

**Перминова Ирина Васильевна** – Сопредседатель, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

**Новик Вольфганг** – Сопредседатель, Институт прикладных биотехнологий, Глаухау, Германия

**Безуглова Ольга Степановна** – Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону, Россия

**Гарсиа–Мина Хосе Мария** – Университет Наварры, Памплона, Испания

**Когут Борис Маратович** – Почвенный институт имени В.В. Докучаева Россельхозакадемии, Москва, Россия

**Королёва Ольга Владимировна** – Институт биохимии имени А.Н. Баха РАН, Москва, Россия

**Кузяков Яков** – Геттингенский университет, Геттинген, Германия

**Олк Дэн** – Департамент сельского хозяйства США, Эймс, США

**Пикколо Алессандро** – Университет Неаполя, Портичи, Италия

**Пироговская Галина Владимировна** – Институт агрохимии и почвоведения НАН Беларуси, Минск, Беларусь

**Пономаренко Сергей Анатольевич** – Институт синтетических полимерных материалов имени Ениколопова РАН, Москва, Россия

**Сагитов Абай Орзиевич** – академик НАН Казахстана, директор института Казахский НИИ защиты и карантина растений, Алматы, Казахстан

**Сенези Никола** – Университет Бари, Бари, Италия

**Степченко Лилия Михайловна** – Днепропетровский государственный аграрно–экономический университет, Днепропетровск, Украина

**Хатфилд Кирк** – Университет Флориды, Гейнесвилле, США

**Хен Йона** – Университет Иерусалима, Реховот, Израиль

**Чуков Серафим Николаевич** – Санкт–Петербургский государственный университет, Санкт–Петербург, Россия

**Шмитт–Копплин Филипп** – Научно–Исследовательский Центр имени Гельмгольца, Мюнхен, Германия



## **Organizing Committee**

**Valery V. Lunin** – **Co-Chair**, Department of Chemistry, Lomonosov MSU  
**Irina V. Perminova** – **Co-Chair**, Department of Chemistry, Lomonosov MSU  
**Olga S. Yakimenko** – **Secretary**, Department of Soil Science, Lomonosov MSU  
**Alexander B. Volikov** – Department of Chemistry, Lomonosov MSU  
**Alexander Ya. Zhrebker** – Department of Chemistry, Lomonosov MSU  
**Boris M. Kogut** – Dokuchaev Soil Science Institute of RAAS  
**Andrey I. Konstantinov** – Department of Chemistry, Lomonosov MSU  
**Natalia A. Kulikova** – Department of Soil Science, Lomonosov MSU  
**Eugene N. Nikolaev** – Emanuel Institute of Biochemical Physics of RAS  
**Vera A. Terekhova** – Department of Soil Science, Lomonosov MSU  
**Olga I. Filippova** – Department of Soil Science, Lomonosov MSU  
**Vladimir A. Kholodov** – Dokuchaev Soil Science Institute of RAAS  
**Sergey A. Shoba** – Department of Soil Science, Lomonosov MSU

## **Оргкомитет**

**Валерий Васильевич Лунин** – **сопредседатель**, химический факультет МГУ  
**Ирина Васильевна Перминова** – **сопредседатель**, химический факультет МГУ  
**Ольга Сергеевна Якименко** – **секретарь**, факультет почвоведения МГУ  
**Александр Борисович Воликов** – химический факультет МГУ  
**Александр Яковлевич Жеребкер** – химический факультет МГУ  
**Борис Маратович Когут** – Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН  
**Андрей Иванович Константинов** – химический факультет МГУ  
**Наталья Александровна Куликова** – факультет почвоведения МГУ  
**Евгений Николаевич Николаев** – Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН  
**Вера Александровна Терехова** – факультет почвоведения МГУ  
**Ольга Игоревна Филиппова** – факультет почвоведения МГУ  
**Владимир Алексеевич Холодов** – Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН  
**Сергей Алексеевич Шоба** – факультет почвоведения МГУ

## Contents / Оглавление

### Invited Lectures Лекции приглашенных докладчиков

|                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <u>Piccolo, A.</u> From the Supramolecular Structure of Humic Matter to a Humeomic Science .....                                                                                                                                                                                        | 14 |
| <u>Stepchenko, L.</u> The General Aspects of the Mechanism of Action of Feed Additives on the Organism of the Humic Nature of Productive Animals / Степченко Л.М. Общие аспекты механизма действия кормовых добавок гуминовой природы на организм продуктивных животных .....           | 16 |
| <u>Olaetxea, M., Mora V., Bacaicoa, E., Garnica, M., San Francisco, S., Casanova, E., Zamarreño, A.M., Baigorri, R., Erro, J., Urrutia, O., <u>García-Mina, J.M.</u></u> A Potential Global Model in Order to Integrate the Main Effects of Humic Substances on Plant Development ..... | 20 |
| <u>Kuzyakov, Ya.</u> Degradation and Progradation of Soil Organic Matter Pools and Functions by Land Use .....                                                                                                                                                                          | 21 |
| <u>Senesi, N.</u> Sustainable Use of Organic Wastes in Agricultural Soils .....                                                                                                                                                                                                         | 22 |
| <u>Olk, D.C.,</u> Yakimenko, O.S., Kussow, W.R., Dinnes, D.L. Can Humic Products Become Mainstream Amendments for Improving Crop Production? .....                                                                                                                                      | 23 |
| <u>Chen, Y.,</u> Tarchitzky, J. Composting Biosolids: Organic Matter Transformations and Benefits to Agriculture .....                                                                                                                                                                  | 25 |

### Session I Humic Substances and Other Biologically Active Compounds in Crop Production, Animal Feed and Disease Prevention

#### Секция I Использование гуминовых веществ и других биологических активных соединений при производстве сельскохозяйственных культур, питании животных и для предотвращения болезней

|                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <u>Abroskin, D., Fuentes, M., García-Mina, J.M., Kulikova, N.</u> Humic Acids and Humic-iron Complexes Increase Nitrogen Balance Index (NBI) of Wheat Plants under Iron Deficiency Conditions .....                                                                           | 30 |
| <u>Быкова С.Л., Соколов Д.А., Нечаева Т.В., Жеребцов С.И., Смирнова Н.В.</u> Применение гуматов в качестве стимуляторов роста сельскохозяйственных культур в условиях техногенных ландшафтов Кузбасса .....                                                                   | 31 |
| <u>Davydenko, P., Kulishenko, O., Tkachenko, A.</u> Influence of Hydrohumat on the Reproduction Intensity of <i>Mycobacterium bovis</i> .....                                                                                                                                 | 32 |
| <u>Efanov, M., Dobrov, N.</u> P,S-containing Derivatives of Lignocellulosic Materials as High-Molecular Physiologically Active Substances Prolonged Action .....                                                                                                              | 33 |
| <u>Galuzina, L., Stepchenko, L.</u> Use of Feed Additives Humic Nature in the Industrial Growing Ostriches in Condition's Ukraine / Галузина Л., Степченко Л. Использование кормовых добавок гуминовой природы при промышленном выращивании страусов в условиях Украины ..... | 34 |
| <u>Гармаш Н.Ю., Морозова Г.Б., Гармаш Г.А.</u> Применение гуминовых препаратов и микроэлементов в интенсивных технологиях в растениеводстве .....                                                                                                                             | 38 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Hurshkainen, T.V., Kutchin, A.V. Efficiency of Coniferous Wood Greenery Extractive Compounds Application in Plant Growing and Animal Industries .....                                                                                                                                                                           | 41 |
| Ilyicheva, T.N., Balakhnin, S.M., Gashnikova, N.M., Durymanov, A.G., Anan'ko, G.G., Kosogova, T.A., Miloshenko, T.P., Redkin, V.A., Teplyakova, T.V. Antiviral activity of humic substances .....                                                                                                                               | 42 |
| Klein, O., Badun, G., Chernysheva, M., Koroleva, O., Kulikova, N. Molecular approach to understanding mode of action of humics on biota: a case study with Basidiomycetes <i>Trametes maxima</i> .....                                                                                                                          | 43 |
| Koliada, S., Stepchenko, L. Humilid Influence on the Processes of Digestion in Ostriches in the "Critical" Period of Growth .....                                                                                                                                                                                               | 44 |
| Korzun, O., Tsygankova, A. The Effectiveness of Methods of Processing of Seeds and Vegetative Plant Japanese Millet by Hidrogumate .....                                                                                                                                                                                        | 46 |
| Kovalenko, M., Gordienko, J., Baklanova, Y., Stepchenko, L., Shevtsova, A., Ushakova, G. Adaptive Properties of Humilid with Doxorubicin-Induced Cardiomyopathy / Коваленко М., Гордиенко Ю., Бакланова Я., Степченко Л., Шевцова А., Ушакова Г. Адаптивные свойства Гумилида при доксорубицин-индуцированной кардиопатии ..... | 47 |
| Larina, G.V., Inisheva, L.I. Approbation of Humic Preparations Based on the Regional Peat Raw Materials in Maral Deer Farming Branch of Altai Republic ...                                                                                                                                                                      | 50 |
| Леманова Н.Б., Велисар С.Г. Влияние почвообитающих сапрофитных бактерий на качество посадочного материала винограда .....                                                                                                                                                                                                       | 51 |
| Макарова И.А. Влияние поверхностно-активных веществ на морфометрические показатели и содержание фотосинтетических пигментов в водных растениях .....                                                                                                                                                                            | 53 |
| Mikhailenko, I., Griban, V., Stepchenko, L. Features of Protein Metabolism in Broiler Chickens Cobb-500 for Inclusion Humilid in the Ration / Михайленко Е., Грибан В., Степченко Л. Особенности белкового обмена у цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 при включении в рацион Гумилида .....                                      | 55 |
| Moroz, I., Lobanok, A., Mikhailova, R. Selection of Stabilizing and Conserving Agents for Cellulolytic Enzyme Preparation .....                                                                                                                                                                                                 | 58 |
| Myasnikov, I., Chernysheva, M., Badun, G., Korobkov, V., Kulikova, N. Humic Substances Alter Uptake of Nanodiamonds by Wheat Plants .....                                                                                                                                                                                       | 59 |
| Panova, T.A., Prilutskaya, N.S., Korelskaya, T.A. Study of the Protective Ability of Humic Acids in Relation to the Cu <sup>2+</sup> in Natural Objects .....                                                                                                                                                                   | 60 |
| Parfenova, A., Lasareva, E., Azovtseva, N. Effect of Seed Treatment with Magnetite and Chitosan on Seed Germination and Growth of <i>Triticum aestivum</i> L. ....                                                                                                                                                              | 61 |
| Ponomarenko, S., Tsygankova, V., Stefanovska, T., Galkin, A., Blume, Ya. 4RNAi-Mediated Action of Biostimulants on Increase of Resistance of Sugar Beet and Rape Plants to Parasitic Nematode <i>Heterodera schachtii</i> .....                                                                                                 | 62 |
| Пономаренко С.П., Кучер Г.М. Эффект применения биостимулянта «Регоплант» в виноградарстве Южного региона Украины .....                                                                                                                                                                                                          | 64 |
| Popov, A. Application of Humic-Mineral Nutritious Mixes is Main Procedure of Biological Correction .....                                                                                                                                                                                                                        | 67 |
| Rumbakh, M., Stepchenko, L. Influence of Preparations the Humic Nature on the Formation of Crop Yields / Румбах М., Степченко Л. Влияние препаратов гуминовой природы на формирование урожайности сельскохозяйственных культур .....                                                                                            | 69 |
| Sapunova, L., Lobanok, A., Kulish, S., Tamkovich, I. Elaboration of Phytase Production Biotechnology Based on Recombinant Bacterial Strain of Genus <i>Bacillus</i> .....                                                                                                                                                       | 72 |
| Sartakov, M.P., Leonov, V.V. Inhibiting Effect of Humic Acids of Peat of Khanty-Mansi Autonomous Okrug on Lipase .....                                                                                                                                                                                                          | 73 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Shamin, A.A., Stognienko, O.I. Influence of Elements of Agricultural Methods on Phytotoxicity of Leached Chernozem and Accumulation of Toxicogenic Fungi in Beet Agrocenosis .....                                                                                                                                                | 75  |
| Шаповал О.А., Можарова И.П., Коршунов А.А., Грабовская Т.Ю. Инновационные формы удобрений на основе аминокислот растительного и животного происхождения .....                                                                                                                                                                     | 76  |
| Шаповал О.А., Можарова И.П., Мухина М.Т., Лазарева А.С. Инновационные удобрения на основе гуминовых кислот .....                                                                                                                                                                                                                  | 80  |
| Shvetsova, O., Stepchenko, L. Reproductive Quality and Functional State of the Sows in the Application of Humic Feed Additives / Швецова О., Степченко Л. Репродуктивные качества и функциональное состояние свиноматок при применении гуминовых кормовых добавок .....                                                           | 84  |
| Starokozhko, N.A., Balabko, P.N., Khusnetdinova, T.I., Karpova, D.V. Influence of Different Origin Humate on Yield and Quality of Different Varieties of Potato / Старокожко Н.А., Балабко П.Н., Хуснетдинова Т.И., Карпова Д.В. Влияние гуматов различного происхождения на урожайность и качество разных сортов картофеля ..... | 86  |
| Stepchenko, L. The Fundamentals of the Theory and Practice of Application Humic Fertilizers School L.A. Khristeva and their Development in Modern Laboratories Works of her Name .....                                                                                                                                            | 88  |
| Stognienko, O. Influence of Potassium Humate on Productivity of Sugar Beet and Development of Diseases .....                                                                                                                                                                                                                      | 90  |
| Tikhonov, V.V. Biosorption of Humic Acids on Bacterial Surface and Its Ecological Role in Phage/Host Interactions .....                                                                                                                                                                                                           | 91  |
| Ткалич В.В. Биоинженерный подход и комбинированная методика в разработке эффективных мер по увеличению срока жизни человека путем перехода на питание продуктами с пониженным содержанием изотопов углерода (C14) и водорода - (D), (T) .....                                                                                     | 93  |
| Tschukina, V. Effect of Ultra-Low Doses of Humic Substances and AgNO <sub>3</sub> on the Germination of Wheat .....                                                                                                                                                                                                               | 97  |
| Yakimenko, O. Application of Commercial Humic Products in Russian Federation: Results of Field Trials (a Review) .....                                                                                                                                                                                                            | 99  |
| Zhernov, Yu., Grinkina, S., Mosckaleyich, F., Perminova, I., Avvakumova, N., Kornilaeva, G., Karamov, E. Anti-HIV Activity of Different Fractions of Natural Humic Substances .....                                                                                                                                               | 100 |
| Zhilkibaev, O.T., Aueshev, A.P., Arynov, K.T., Kuralbaeva, A.K., Serik, G.B., Shoinbekova, S.A. Creation and Introduction of Highly Effective Ecologically Safe Regulators of Plants Growth for Increase of Productivity and Quality of Agricultural Crops .....                                                                  | 101 |
| Зинченко А.В., Зинченко В.А., Новик В. Влияние фитогормонов на размножение мискантуса гигантского частями зелёного побега (живцами) .....                                                                                                                                                                                         | 103 |
| Zykova, M., Belousov, M., Akhmedzhanov, R., Krivoshchekov, S., Yusubov, M. Pharmacological Study of the Complex Humic Acid Type of Lowland Peat of Tomsk Region .....                                                                                                                                                             | 107 |

**Session II**  
**Organic Matter in Soil and Water under Conditions of Changing Climate and**  
**Anthropogenic Pressure**

**Секция II**  
**Органическое вещество почв и вод в условиях глобального изменения**  
**климата и антропогенной нагрузки**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bezuglova, O., Gorovtsov, A., Polienko, E. Effect of Humic Fertilizer BioDon on the Microbiological and Enzymatic Activity of Ordinary Carbonate Chernozem .....                                                                                                                                                                                                                            | 110 |
| Bogatyrova, E., Seraya, T., Biryukova, O. The Effect of Organic Fertilizers on Humic Substances of Derno-Podzolic Sandy-Loam Soils .....                                                                                                                                                                                                                                                    | 112 |
| Bogush, A., Voronin, V., Tikhova, V., Anoshin, G. Method for Metal Recovery from Acid Mine Drainage Using a Peat-Humic Agent .....                                                                                                                                                                                                                                                          | 114 |
| Chukov, S. HS Evolution in Humification Process .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 115 |
| Dergacheva, M. Behavior of Soil Humic Acids in Changing Environment .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 116 |
| Dubinekov, I., Flerus, R., Schmitt-Kopplin, Ph., Kattner, G., Koch, B.P. Molecular Reactivity of Dissolved Organic Matter in the Lena Delta II .....                                                                                                                                                                                                                                        | 117 |
| Fedoseev, V.I., Butov, A.A. Perspectives of Organic Agriculture in Siberia .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 118 |
| Гейсун А.А. Влияние препарата «Гумилид» на жизнедеятельность различных видов вермикультуры .....                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 120 |
| Giniyatullin, K., Smirnova, E., Grigoryan, B., Valeeva, A. Application of Research Methods of Soil Organic Matter to Assess the Technical Properties of Biochars / Гиниятуллин К., Смирнова Е., Григорьян Б., Валеева А. Применение методов исследования органического вещества почв для оценки технических свойств биоуглей .....                                                          | 121 |
| Gorbov, S.N., Bezuglova, O.S., Tischenko, S.A., Dubinina, M.N. The Features of the Humus Substances of Natural and Anthropogenically Transformed Soils in Urban Landscapes .....                                                                                                                                                                                                            | 125 |
| Kaskarbayev, Zh., Zueva, N. Impact of a Subsoil Tillage and Zero Technology on the Black Soil of Organic Matter Soils of Northern Kazakhstan .....                                                                                                                                                                                                                                          | 126 |
| Kolchanova, K.A., Kiseleva, V.A., Stepanov, A.A., Barsova, N.Yu., Karpukhin, M.M., Motuzova, G.V. Influence of Humic Preparation "Extra" on the Absorption and Migration of Copper in Soil / Колчанова К.А., Киселева В.А., Степанов А.А., Барсова Н.Ю., Карпухин М.М., Мотузова Г.В. Влияние гуминового препарата «Экстра» на поглощение и миграцию меди в почве .....                     | 128 |
| Korsunova, Ts.D. - Ts., Baldanov, N. D., Chimitdorzhieva, G.D., Valova, E.E. Microbiological Activity and Humic acids of Alluvial Meadow and Meadow-Marsh Soils of the Delta of the Selenga River / Корсунова Ц.Д.-Ц., Балданов Н.Д., Чимитдоржиева Г.Д., Валова Е.Э. Микробиологическая активность и гуминовые кислоты аллювиальных луговых и лугово-болотных почв дельты р. Селенги ..... | 132 |
| Kovaleva, E. Humic Acid Elemental Composition of Sod Podzolic Gley Soils under the Impact of Municipal Solid Waste Landfill .....                                                                                                                                                                                                                                                           | 134 |
| Lapteva, E.M. Humic Substances of Floodplain Soils of the European North-East of Russia .....                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 135 |
| Larina, G., Bogomolova, N. Influence of Soil Parameters on The Management of Environmental Risks Environmentally Adaptive Agriculture / Ларина Г., Богомолова Н. Влияние параметров почвы на экологические риски при ведении экологически адаптивного сельского хозяйства .....                                                                                                             | 136 |
| Leontyeva, V.A., Korelskaya, T.A., Popova, L.F. Accumulation of Organic Substance in Soils of the Far North and the Arctic .....                                                                                                                                                                                                                                                            | 138 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Makhinova, A.F., Makhinov, A.N. Geochemical Barriers in Soils: the Role of Organic Matter and Conditions of Element Concentration .....                                                                                                                                     | 139 |
| Murygina, V., Gaydamaka, S. Experience of Pow-Humus and Humat Applications during Bioremediation of Oil Polluted Polar Marshy Wetlands in Russia .....                                                                                                                      | 141 |
| Пироговская Г.В. Инфильтрация атмосферных осадков, содержание и потери органического вещества при выщелачивании из наиболее распространенных почв Беларуси при изменяющихся климатических условиях (1980–2012 гг.) .....                                                    | 143 |
| Polyakov, A., Lebedev, V., Goodilin, E., Perminova, I. Humic-Assisted Synthesis of Gold Nanoparticles: Submicron Intermediates and Enhanced Resulting Sol Stability .....                                                                                                   | 149 |
| Pshenichnikov, B., Pshenichnikova, N. Role of Humic Acids in Morphological Diversity of Maritime Burozems of Primorsky Krai (Russia) .....                                                                                                                                  | 150 |
| Сагитов А.О., Титов И.Н., Богуспаев К.К. Биопрепараты на основе вермикомпостов для растениеводства: Получение и применение .....                                                                                                                                            | 151 |
| Savelyeva, A., Maltseva, E., Yudina, N. Soil Modifier on the Base of Modified Peat ...                                                                                                                                                                                      | 154 |
| Syedykh, N., Stepchenko, L. Biocadastre of Peats of Ukraine as the Basis for Manufacturing of New Humic Preparations of Directed Action / Седых Н., Степченко Л. Биокадастр торфов Украины как основа для получения новых гуминовых препаратов направленного действия ..... | 155 |
| Shamrikova, E., Kaverin, D., Pastukhov, A., Lapteva, E., Kubik, O., Punegov, V. The Effect of Low Molecular Weight Organic Acids on Properties and Processes in Permafrost-Affected Soils of Peatlands .....                                                                | 157 |
| Spielvogel, S., Steingraber, L., Schleuß, P., Kuzyakov, Ya., Guggenberger, G. Pasture Degradation Modifies Soil Organic Matter Properties, PLFA Profiles and Enzyme Activities of Tibetan Grassland Ecosystems .....                                                        | 160 |
| Suleimenov, M., Kaskarbaev, Zh., Kiyas, A. Of the Possibility a Continuous Cropping of a Spring Wheat in Northern Kazakhstan .....                                                                                                                                          | 162 |
| Tatarkin, I.V., Demin, D.V., Sevostyanov, S.M. The Biotesting of Compost Obtained by Biotechnological Processing of Sewage Sludge of Urban Wastewater Treatment Plants .....                                                                                                | 163 |
| Titov, I.N., Belik, E.V. Liquid Preparations Based on the Vermicomposts: Preparation, Application and Prospects .....                                                                                                                                                       | 165 |
| Tregubova, P., Turbaevskaya, V., Zakharenko, A., Kadulin, M., Smirnova, I., Stepanov, A., Koptsik G. Application of Humic Substances for Stabilization of Organic Carbon Pool in Soils Subjected to High Technogenic Contamination in Kola Subarctic .....                  | 167 |
| Turbaevskaya, V., Zakharenko, A., Smirnova, I., Koptsik, G. Effect of Technogenic Pollution and Remediation on Organic Carbon Pools in Soils of Kola Subarctic .                                                                                                            | 169 |
| Vasilevich, R. The Structure and Properties of Humic Acids from Tundra Soils .....                                                                                                                                                                                          | 171 |
| Yaroslavov, A., Sybachin, A., Kydralieva, K., Jorobekova, Sh., Zezin, A. NIPEC-Based Technology for Remediation in Anthropogenic Areas .....                                                                                                                                | 173 |
| Zavarzina, A. Fungal Laccases and Humification .....                                                                                                                                                                                                                        | 174 |

**Session III**  
**Research on Humic Substances and Natural Organic Matter (NOM)**

**Секция III**  
**Исследования в области гуминовых веществ и природного органического вещества**

|                                                                                                                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abroskin, D., Volikov, A., Chernysheva, M., Kulikova, N., Perminova, I. Silver Nanoparticles Toxicity Increases in the Presence of Humic Acids .....                                                       | 176 |
| Anuchina, M.M., Pankratov, D.A. Corrosion Process of Metal Iron under the Action of Humic Substances .....                                                                                                 | 177 |
| Belokonova, N., Bozhko, Y. Properties of Organic Impurities of Potable Waters in Relation to Copper (II) Cations .....                                                                                     | 178 |
| Grechishcheva, N., Shirshin, E., Perminova, I. Assessment of Predictive Capability of the Descriptors of Humic Compounds' Optic Properties in Respect of PAH Fixation .....                                | 180 |
| Храпова Е., Солдатова Л., Калашников М., Попов А. Солюбилизация порфириновых соединений структурированными мицеллами гуминовых веществ .....                                                               | 182 |
| Konstantinov, A.I., Savinykh, M.I., Perminova, I.V. Study of NOM of Mumiyo Samples Originated from Different Regions Using Solution-State NMR Spectroscopy and Size-Exclusion Chromatography .....         | 183 |
| Lasareva, E., Demina, T., Parfenova, A., Gabrielyan G. Effect of Humic Acid on Flocculation of Colloidal Clays by Chitosan and Its Hydrophobic Derivatives .....                                           | 185 |
| Лаврик Н.Л., Муллоев Н.У. Новые подходы для изучения особенностей комплексообразования гуминовых кислот методами флуоресцентной и абсорбционной спектроскопии .....                                        | 187 |
| Levshina, S. Flood Impacts of Organic Matter Distribution in River Waters .....                                                                                                                            | 189 |
| Moroz, G., Belokonova, N. Properties of Organic Impurities in Drinking Water Concerning Lead .....                                                                                                         | 190 |
| Nechaev, L.V., Tchaikovskaya, O.N., Sokolova, I.V. Effect of pH and Irradiation of Visible and Ultraviolet Light on the Interaction of Humic Acid Peat with Naphthalene .....                              | 192 |
| Parfenova, L., Orlov, A., Selyanina, S., Trufanova, M., Bogolitsyn, K. Physico-Chemical Properties of Lignin-Humic Compounds .....                                                                         | 193 |
| Polyakov, A., Sorkina, T., Kulikova, N., Perminova, I. Development of Nature-Inspired Soluble Iron-Rich Humic Compounds .....                                                                              | 194 |
| Sokolova, I., Vershinin, N., Tchaikovskaya, O., Nevolina, K., Nazarova, A. Photochemical Properties of Humic Substances in Water Solutions under Different Excitation .....                                | 195 |
| Volikov, A., Fedorova, E., Veligzhanin, A., Perminova, I. Synthesis of Zero-Valent Nanoiron Stabilized by Humic Substances .....                                                                           | 197 |
| Zherebker, A., Kostyukovich, Yu., Kononikhin, A.S., Nikolaev, E.N., Perminova, I.V. Molecular Space of Coal Humic Acids as Determined by Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass-Spectrometry ..... | 198 |

**Abstracts Presented at the Young Scientists School:  
“Biotesting Technologies in the Ecological Assessment of Agroecosystems and Humic  
Substances”**

**Тезисы, представленные на школе молодых ученых:  
«Технологии биотестирования в экологической оценке агроценозов и  
гуминовых веществ»**

|                                                                                                                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Baboyedova, A., Kalinina, D., Neporozhnyaya, I., Kutuzov, M. Quality Assessment of Drinking Water of Noncentralized Water Supply in Kirillov District of Vologda Region .....                                                                            | 200 |
| Baigina, E., Rimatscaya, N., Esimbekova, E., Kratasyuk, V. Enzyme Bioluminescent Method for the Integrated Assessment of Soil Toxicity .....                                                                                                             | 202 |
| Boris, O. Test-System for Ecotoxicity Assessment of Pollutants in Soil .....                                                                                                                                                                             | 204 |
| Гаевский Е.Е. Фракционно-групповой состав органического вещества дерново-подзолистой песчаной почвы разной степени ее оптимизации .....                                                                                                                  | 205 |
| Ivanova, E., Ksenofontova, O. Effect of sim-triazine (S-triazine) herbicides on soil microorganisms .....                                                                                                                                                | 207 |
| Каримова Л.С., Нечай Н.Л., Ремеле В.В. Распространение и некоторые свойства микроорганизмов, выделенных из различных природных субстратов Казахстана .....                                                                                               | 208 |
| Каримуллин Л.К., Вершинин А.А., Петров А.М. Влияние нефтяных загрязнений на физиологическую активность почвенных микробных сообществ .....                                                                                                               | 209 |
| Koltsova, T.G., Sungatullina, L.M., Grigoryan, B.R. Biodiagnostics of Soils under Different Farming Systems .....                                                                                                                                        | 211 |
| Kratasyuk, V., Esimbekova, E. Bioluminescent Enzymatic Assay in Ecology .....                                                                                                                                                                            | 212 |
| Курбанова Ф.Г., Кошовский Т.С., Ткаченко А.Н., Ткаченко О. В., Васиуллина А.И., Шумкова М.В. Опыт биотестирования природных вод (на примере дельты р. Дон) .....                                                                                         | 214 |
| Kypriyanova, J., Karavanova, E., Koptsik, G. Assessment of organic matter biodegradation as criterion of soil ecological quality .....                                                                                                                   | 216 |
| Нечай Н.Л., Ермекалиев Т.С., Какимжанова А.А. Способность микроскопических грибов утилизировать углеводороды нефти .....                                                                                                                                 | 218 |
| Нечай Н.Л., Ремеле В.В. Сохранение генофонда микроорганизмов .....                                                                                                                                                                                       | 220 |
| Nizamutdinova, N.R., Ibraeva, S.G., Siraeva, I.N., Safarova V.I. Bioindication of Ecological Conditions of Soil and Air in Region Influences of Gold Mining Factories .....                                                                              | 222 |
| Полещук Т., Деев Д., Плешакова Е., Решетников М. Использование микробиологических показателей для мониторинга почв над подземным хранилищем природного газа .....                                                                                        | 224 |
| Popkova, E. Several Plant Species Growth Dynamics in Different Conditions of Soil Pollution by Oil Product .....                                                                                                                                         | 225 |
| Пяткова С.В., Гераськин С.А., Удалова А.А. Оценка фито- и цитотоксичности почвы с территории Семипалатинского ядерного испытательного полигона (Казахстан) .....                                                                                         | 227 |
| Рыжов А.В., Алексеенко И.В., Алексеенко А.В., Васильчук Д.Ю., Волобаев А.А., Костин А.С. Опыт использования экспресс-метода биотестирования токсичности талых снеговых и ледовых вод по гибели ракообразных <i>Ceriodaphnia affinis</i> Lilljeborg ..... | 229 |
| Velichko, A., Zakharov, I. The Instrument Study Bioassay Methods of Soil Extracts ...                                                                                                                                                                    | 230 |
| Zainulgabidinov, E., Petrov, A. The Possibility of Using the <i>E. crypticus</i> Toxicity Test for Assessment of Natural Soils .....                                                                                                                     | 232 |
| Zinnatshina, L.V., Yatsenko, V.S., Vasilyeva, G.K. Application of Express Phytotest for Estimation of Bioremediation of Petroleum Contaminated Soil .....                                                                                                | 233 |



**Papers of Sponsoring Organizations**  
**Статьи спонсорских организаций**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Кузнецов В.И., Гильманов Р.Г., Давлетшин Ф.М. Влияние антистрессовых регуляторов роста Гуми на продуктивность пшеницы .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 236        |
| Korsakov, K.V. Modern Scientific Research and Technological Innovations in Production and Application of Fertilizers Based on a Complex of Humic, Carboxylic and Amino Acids with Minerals Effective for Organic Farming and Ecodaptive Agriculture, Efficiency Improvement of Plants Mineral Nutrition and Reduction of the Negative Ecosystem Load / Корсаков К.В. Современные научные исследования и технологические инновации в производстве и применении удобрений на основе комплекса гуминовых, карбоновых и аминокислот с минералами для органического и экоадаптивного земледелия, повышения эффективности минерального питания растений и снижения негативной нагрузки на экосистему ..... | 240        |
| Косарев А.Л., Виноградова В.С. Эффективность фитогуминовых удобрений при возделывании картофеля .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 243        |
| Ninnemann, H., Nowick, W., Sorge, R. Influence of Ammoxidized Lignite on CFD (Chlorophyll Flourescence Dynamic) of Vine .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 245        |
| Nowick, W. Актуальные результаты по улучшению показателей биологического плодородия почвы после применения фитогуминовой комбинации (PHCs) в рамках программы Tandem12/21 (2012-2021) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 255        |
| <b>Sponsor Advertisement / Реклама спонсоров .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>265</b> |

**Invited Lectures**

**Лекции приглашенных докладчиков**

## From the Supramolecular Structure of Humic Matter to a Humeomic Science

Alessandro Piccolo

Centro Interdipartimentale di Ricerca per la Risonanza Magnetica Nucleare per l'Ambiente, l'Agro-alimentare e i Nuovi Materiali (CERMANU). Università di Napoli Federico II, 80055 Portici, Italy.  
alessandro.piccolo@unina.it

Humic substances (HS) represent a class of naturally occurring organic compounds and are commonly found in soils, sediments and natural bodies of water. They have an effect on physical-chemical and biological properties of such environments, and are fundamental for their quality and fertility. The heterogeneous and complex nature of humic components represents the main difficulty against the chemical characterization and structure elucidation of them. Recent findings have provided significant experimental evidence supporting the hypothesis that HS are organized in supramolecular architecture. These results were based on a series of experiments which showed that HPSEC profiles of humic matter were altered by additions of very small amount of acetic acid, while those of real macropolymers were not (Fig. 1). In fact, acetic acid was capable to disrupt the weak association of humic molecules, which were then dynamically separated during HPSEC elution. Such disruption was not observed for the covalently stabilized polymers, which were not affected by the same acetic acid addition.

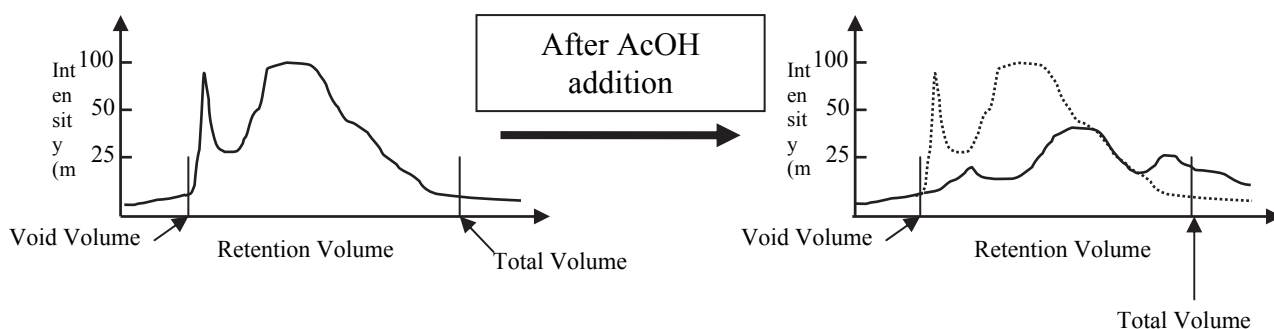


Figure 1. Variation of HPSEC profile of a humic acid solution by changing pH from 7 to 3.5 before injection

Other evidence for the supramolecular structure and a molecular weight of humic molecules less of 2000 Da will be described here. Moreover, the supramolecular structure of HS is composed by relatively simple molecules held together by weak bonds and implies that the single compounds to be selectively separated and quali-quantitatively characterized with appropriate analytical methods, such as NMR and mass spectrometry (MS). A comprehensive description of the Humeomic procedure will be presented (Fig. 2), together with the analytical identification of molecules comprising the supramolecular structure. The understanding of the molecular composition of HS would signify an important achievement for research in agricultural and environmental chemistry.

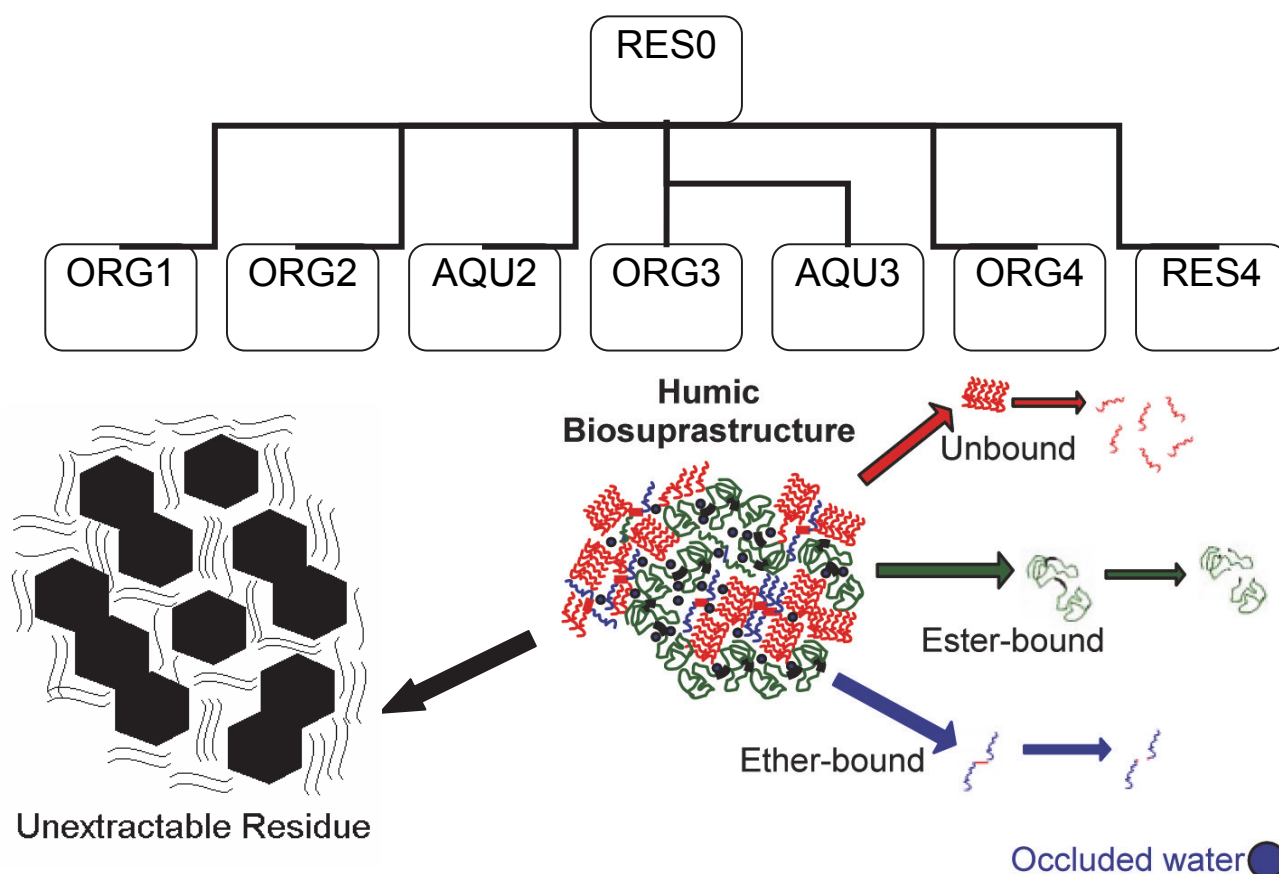


Figure 2. Fractionation scheme adopted for Humeomics (RES0 bulk humic matter; ORG fractions obtained by solubilization either in simple organic solvents or after ester and ether breakage; AQU as in ORG but material soluble in water; RES4 unextractable fraction)

## REFERENCES

- Piccolo A. The supramolecular structure of humic substances. *Soil Science*, 166:810-833 (2001).
- Piccolo A., Conte P., Cozzolino A. (2001). Chromatographic and spectrophotometric properties of dissolved humic substances compared with macromolecular polymers. *Soil Science* 166:174-185.
- Piccolo A., (2002). The supramolecular structure of humic substances: a novel understanding of humus chemistry and implications in soil science. *Adv. Agron.* 75, pp. 57-134.
- Piccolo A., Conte P., Trivellone E., Van Lagen B., Buurman P., (2002). Reduced heterogeneity of a lignite humic acid by preparative HPSEC following interaction with an organic acid. Characterization of size-separates by PYR-GC-MS and  $^1\text{H}$ -NMR spectroscopy. *Environ. Sci. Technol.*, 36, pp. 76-84.
- Smejkalova D., Piccolo, A., (2008). Aggregation and disaggregation of humic supramolecular assemblies by NMR diffusion ordered spectroscopy (DOSY-NMR). *Env. Sci. Technol.*, 42, pp. 699-706.
- Nebbioso A., Piccolo, (2011). A. Basis of a Humeomics Science: chemical fractionation and molecular characterization of humic biosuprastructures. *Biomacromolecules*, 12, 1187–1199.
- Nebbioso A., Piccolo, A. (2012). Advances in Humeomic: enhanced structural identification of humic molecules after size fractionation of a soil humic acid. *Analytica Chimica Acta*, 720, 77–90.
- Nebbioso A., Piccolo A., Lamshoft M., Spiteller M. (2014) Molecular characterization of an end-residue of humeomics applied to a soil humic acid. *RSC Advance* 4: 23658-65

## **The General Aspects of the Mechanism of Action of Feed Additives on the Organism of the Humic Nature of Productive Animals**

Liliya Stepchenko

Dnepropetrovsk State Agrarian-Economic University, Dnepropetrovsk, Ukraine,  
stepchenko@rambler.ru

Use of humic substances in the diet of highly productive animals provides an increase in the quantity and quality of biological products on the one hand, and on the other - activates the mechanisms of their biosafety. Proved that humic preparations from peat are not toxic and does not accumulate in the body, they do not have embryotoxic and teratogenic effects in animals. Humic substances of nature when ingested animals involved in metabolism to form the final product.

There are different views on the mechanism of participation of humic compounds in the metabolic processes in the body producing animals. These hypotheses are mainly associated with specific biological properties of humic substances, such as the ability to influence the state of biological membranes and their permeability to various substrates, as well as their direct participation in the reactions of metabolism and bioenergetic processes. We also consider another aspect of the action of humic substances on animals, hormone-like mechanism that enables the regulation of the structural and functional relationships. However, the mechanism of action of humic substances on animals is not fully clarified. This makes it possible to make the assumption that the participation of these substances in the regulatory processes activate the synthesis of biological production in the body of fertile agricultural animals and increase their resistance to disease. In our view, the molecules of humic substances after their inclusion in the diet of animals as feed additives in the gastro-intestinal tract may be partially split in different parts of the digestive system with digestive enzymes. In this case, both nuclear and peripheral parts of the complex heterocyclic molecules of humic compounds are active. Experiments have proved that the inclusion in the diet of feed additives humic nature without altering their nutritional enhances the activity of hydrolytic enzymes in the chyme and mucosa of various parts of the intestine. Furthermore, humic additive actively influence the production of digestive enzymes secretory cells of the pancreas. These processes are accompanied by the activation of the hydrolysis products of digestion of feed substrates that go into the organism. As a result, a change occurs in the intestine of control programs by humic substances and their fragments, as well as hydrolysis products of feed components. Use of feeding food-producing animals such additives humic nature as Hydrohumate, Huminate and Humilid enhances the physiological regeneration of the structural components of the digestive organs, primarily the duodenum and other intestines and pancreas and liver. This fact is confirmed by a significant increase in the qualitative and quantitative characteristics of morphological markers of enzymatic and metabolic activity in animals of the experimental groups. Along with these processes in the morpho-functional structure of the liver are activated intracellular redistribution peptidhydrolases with their localization in subcellular structures. This in turn is reflected in the program changes the enzyme-inhibitor and the enzyme-activator interactions involving the adenylate cyclase system and changes in the level of calcium. Due to the action of certain regulatory mechanisms of the genetic information in the liver activates the synthesis of blood proteins. In that case, there is an increase of serum total protein, albumin and globulin fractions. When incorporated into the diet of humic substances in the blood level of the individual classes of immunoglobulins, especially IgG, as well as circulating immune complexes and protein such as fibronectin. This increases the oxygen capacity of the blood due to the activation of erythropoiesis and enhanced the antioxidant properties of the membrane of red blood cells and plasma. New additional information molecules in the blood serum of feedback may provide a new level of homeostasis, which

corresponds to a higher productivity of the animals. Additionally, productive animals exposed to biologically active substances humic nature increases the natural level of nonspecific resistance and immunological reactivity. Proposed mechanism of action of humic compounds was developed based on the results of numerous experiments in agricultural production in chickens and ducklings broiler-type, laying hens of different breeds and crosses, ostriches of different ages, as well as pigs and cows.

## **Общие аспекты механизма действия кормовых добавок гуминовой природы на организм продуктивных животных**

Лилия Михайловна Степченко

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, Днепропетровск, Украина, stepchenko@rambler.ru

Использование гуминовых веществ в рационе высокопродуктивных животных обеспечивает увеличение количества и качества биологических продуктов с одной стороны, а с другой – активизирует механизмы биобезопасности их. Доказано, что гуминовые препараты из торфа не токсичны и не накапливаются в организме, они не эмбриотоксичны и не оказывают тератогенного действия на животных. Вещества гуминовой природы при попадании в организм животных участвуют в процессах метаболизма с образованием конечных продуктов.

Существуют различные взгляды на механизм участия гуминовых соединений в процессах метаболизма в организме продуктивных животных. Эти гипотезы связаны в основном с определенными биологическими свойствами гуминовых веществ, такими, как способность влиять на состояние биологических мембран и их проницаемость для различных субстратов, а также непосредственном участии их в реакциях обмена веществ и биоэнергетических процессах. Рассматривается также еще один аспект действия гуминовых веществ на организм животных, как гормоноподобный механизм, который обеспечивает регуляцию структурных и функциональных взаимосвязей. Тем не менее, механизм действия гуминовых соединений на организм животных пока окончательно не уточнен. Это дает возможность сделать предположение, что участие этих веществ в регуляторных процессах активируют синтез биологической продукции в организме высокопродуктивных сельскохозяйственных животных и повышают их устойчивость к заболеваниям. На наш взгляд, молекулы гуминовых веществ после их включения в рацион животных в качестве кормовых добавок в желудочно-кишечном канале могут частично расщепляться в различных отделах пищеварительной системы с участием пищеварительных ферментов. В этом случае, как ядерная, так и периферическая части комплекса гетероциклических молекул гуминовых соединений, активны. Эксперименты доказали, что включение в рацион кормовых добавок гуминовой природы без изменения их питательности обеспечивает повышение активности гидролитических ферментов в химусе и слизистой оболочке различных отделов кишечника. Кроме того, гуминовые добавки активно влияют на выработку пищеварительных ферментов секреторными клетками поджелудочной железы. Эти процессы сопровождаются активацией усвоения продуктов гидролиза субстратов корма, которые переходят во внутреннюю среду организма. В результате, в кишечнике происходит смена программ регулирования за счет гуминовых веществ и их фрагментов, а также продуктов гидролиза компонентов корма. Использование в кормлении продуктивных животных таких добавок гуминовой природы, как Гидрогумат, Гуминат, Гумилид и ГСВД, обеспечивает повышение физиологической регенерации структурных компонентов органов пищеварения, в первую очередь, двенадцатиперстной и других кишок, а также поджелудочной железы и печени. Этот факт подтверждается достоверным увеличением качественных и количественных характеристик морфологических маркеров ферментативной и метаболической активности у животных экспериментальных групп. Одновременно с этими процессами в морфо-функциональной структуре печени активизируются внутриклеточные пептидгидролазы с перераспределением их локализации в субклеточных структурах. Это в свою очередь отражается в программе изменения фермент-ингибиторных и фермент-активаторных взаимодействий с участием системы аденилатциклазы и изменения уровня кальция. В связи с действием

определенных регуляторных механизмов реализации генетической информации в печени активизируется синтез белков крови. В этом случае, в сыворотке крови происходит увеличение количества общего белка, фракций альбуминов и глобулинов. При включении в рацион гуминовых соединений в крови повышается уровень отдельных классов иммуноглобулинов, в первую очередь IgG, а также циркулирующих иммунных комплексов и такого белка, как фибронектин. При этом увеличивается кислородная емкость крови за счет активации процессов эритропоэза и усиливаются антиоксидантные свойства мембранных образований эритроцитов и плазмы. Новые дополнительные информационные молекулы в сыворотке крови по принципу обратной связи могут обеспечивать новый уровень гомеостаза, который соответствует более высокой продуктивности животных. Кроме того, у продуктивных животных под воздействием биологически активных веществ гуминовой природы увеличивается уровень природной неспецифической резистентности и иммунологической реактивности. Гипотетический механизм действия гуминовых соединений разработан на основе результатов многочисленных экспериментов в условиях сельскохозяйственного производства на цыплятах и утятах бройлерного типа, курах несушках различных пород и кроссов, страусах различного возраста, а также свиньях и коровах.



# A Potential Global Model in Order to Integrate the Main Effects of Humic Substances on Plant Development

M. Olaetxea<sup>1,2</sup>, V. Mora<sup>1</sup>, E. Bacaicoa<sup>1</sup>, M. Garnica<sup>1</sup>, S. San Francisco<sup>1</sup>, E. Casanova<sup>1</sup>, A.M. Zamarreño<sup>1</sup>, R. Baigorri<sup>1</sup>, J. Erro<sup>1</sup>, O. Urrutia<sup>1</sup>, J.M. García-Mina<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of R & D, TimacAgro-Grupo Roullier, Pol. Ind. Arazuri-Orkoien, Navarra, Spain

<sup>2</sup>Department of Chemistry & Soil Chemistry, University of Navarra, Pamplona, Navarra, Spain, [jgmina@timacagro.es](mailto:jgmina@timacagro.es)

The ability of humic substances obtained from different sources to affect plant development and mineral nutrition has been reported well established and supported by experimental findings (1-3). On many cases these effects may be explained by HS-mediated improvements in soil texture, microbiota activity and / or nutrient bioavailability (2). However, in other cases the presence of some type of direct action on root and functionality cannot be ruled out (1,3).

A number of studies have reported that the effects of HS on root lateral growth and root architecture seems to be functionally related to IAA-, ethylene- ABA- and NO-dependent metabolic pathways (1,3). Likewise, other studies reported that the shoot growth promoting action of HS seems to be related to cytokinin root to shoot translocation and CKs-regulated processes (3). Furthermore, these HS-effects are also closely related to the activation of genes and enzymes involved in root nutrient uptake and further metabolism (1,3).

However, the functional relationships integrating the HS growth promoting effects on both shoot and root remain unclear.

In this work we try to present a whole model on the coordinated positive action of HS on both root and shoot. This model will try to stress some of the main questions that remain opening, which, on the other hand, directly influence our ability to develop humic science-based products with more efficiency.

1. Senesi, N., Xing B., Huang PM. *Biophysical-chemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems* Wiley & Sons: New York, 2009.

2. Magdoff, F., Weil, RR. *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*. CRC Press: New York, 2004.

3. Mora, V., Olaetxea, M., Bacaicoa, E., Baigorri, B., Fuentes, M., Zamarreño, A.M., García-Mina, J.M. *Abiotic Stress Tolerance in Plants: Exploring the Role of Nitric Oxide and Humic Substances*. Springer Int : Switzerland DOI: 10.1007/978-3-319-06710-0\_15. 2014.

## **Degradation and Progradation of Soil Organic Matter Pools and Functions by Land Use**

Yakov Kuzyakov

Dept. of Soil Science of Temperate Ecosystems, University of Göttingen, Germany

Dept. of Agricultural Soil Science, University of Göttingen, Germany

kuzyakov@gwdg.de

Land use is the component of global change that the most strongly affects environment, especially soil fertility. Intensification of land use leads in the most cases to land degradation, despite high crop productivity may be achieved by use of fertilizers and optimal management.

Degradation processes related to C and N cycles, namely: decrease of input and stocks of soil organic matter, especially of fast pools, changes of microbial biomass content, composition and activity, as well as cycles of nutrients will be reviewed based on examples of land use in Africa (Kilimanjaro), China (Tibet) and Indonesia. The degradation processes will be related to one of the key process groups: erosion, decomposition of organic matter, erosion, soil compaction and nutrient depletion. New  $\delta^{13}\text{C}$  approach to separate erosion and decomposition of organic matter will be presented based on plantations in Sumatra.

Losses of available organic matter pools lead to high stability of the remaining C in intensively used soils and narrowing of nutrient cycles on very small part of initial organics. Adaptation of microorganisms to less C inputs displaces microbial communities preferably by r-strategists with fast generation cycles and low carbon use efficiency. This causes further acceleration of C and nutrient cycles, discordance between nutrients mineralization and plant uptake and so, catalyzes further nutrient losses. Consequences of C losses for large scale water cycle will be presented based on studies in Tibet.

Progradation of soil properties will be discussed on example of succession of natural vegetation on 45 Mio ha of agricultural lands in Russia abandoned after collapse of soviet farming system. This was the most widespread and abrupt land use change in the 20<sup>th</sup> century in the northern hemisphere. The average C accumulation rate in the upper 20 cm soil was  $0.96 \pm 0.08 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  for the first 20 years after abandonment. The progradation rates of several soil properties and soil organic matter pools will be discussed and compared with the degradation rates in various climatic zones.

Concluding, land use is the main anthropogenic factor leading to degradation of soil properties and consequently ecosystem functions. However, careful management as well as periodic recovery to (semi)natural vegetation may enhance and prograde soil properties and increase C and N stocks, and so lead to long-term sustainability of soil functions.

## Sustainable Use of Organic Wastes in Agricultural Soils

Nicola Senesi

University of Bari, Department of Agroforestry and Environmental Biology and Chemistry,  
Bari, Italy, senesi@agr.uniba.it

Nowadays recycling of organic residues and wastes as soil amendment is a very common and efficient agricultural practice. However, these materials need to be properly processed previous to soil application in order to obtain a mature and stabilized organic material in which the humification process has developed adequately. In particular, much attention is paid to evaluate the composition, the chemical and molecular structure and the reactivity of HA-like substances in the organic amendment and its effects on the chemical status, environmental role and fertility functions of native soil HAs. The HA-like components in composts are generally characterized by a larger aliphatic character and molecular heterogeneity, smaller amount of oxygenated and acidic functional groups, and smaller degrees of aromatic polycondensation and humification than native soil HAs. Aliphatic, polysaccharide and lignin structures and S- and N-containing groups of the HA-like materials have been shown to be partially incorporated into native soil HA thus modifying at various extent its composition, structure and chemistry. However, with increasing time from compost application these modifications become less and less apparent and tend to approach the molecular properties typical of native soil HA. This important result supports the fundamental objective of recycling partially humified organic waste materials as beneficial soil amendments. Nowadays, manufactured nanoparticles (NP) are increasingly proposed to be used for soil decontamination thus posing increasing serious concerns for human and environmental exposure. The intrinsic chemical and physical properties of HS qualifies them as natural NPs. Adsorption of the polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) pyrene and fenanthrene has been studied on four soils with various content of organic carbon (OC) and on the same soils added with either 5% of the NP fullerene (F), or 1% of a compost (C), or 1% of a humic acid from compost (HAC). Results show that: (a) in any case, the adsorption data best fit into a Langmuir-type isotherm; (b) as expected, the adsorption capacity for the two PAHs is a function of the intrinsic OC content of the substrate; (c) for any soil, the adsorption capacity for the two PAHs increases in the order: original soil < soil+F < soil+C = soil+HAC. These results indicate that the content of native soil OC is the most important factor influencing the soil adsorption capacity for PAHs and that addition of compost or HAC is more efficient than that of fullerene in enhancing the adsorption capacity of soil for PAHs. Thus, the compost amendment practice should be preferred to the use of synthetic NPs for soil decontamination purposes.

# Can Humic Products Become Mainstream Amendments for Improving Crop Production?

D.C. Olk<sup>1</sup>, O.S. Yakimenko<sup>2</sup>, W.R. Kussow<sup>3</sup>, D.L. Dinnes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>USDA-ARS, National Laboratory for Agriculture and the Environment, Ames, IA, USA, dan.olk@ars.usda.gov

<sup>2</sup>Department of Soil Science, Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Department of Soil Science, University of Wisconsin, Madison, WI, USA

## Introduction

Humic products are produced from any of multiple sources, including immature coal (lignite and leonardite) deposits, composts and sediments. They have been used for decades in production agriculture to promote crop growth and increase economic yield, but only by small proportions of farmers. Evidence for their field efficacy is much sparser than desired for farmer adoption as a common input. Here we present a plan for a science-based evaluation of humic products to help promote their wider use by farmers.

## Reviews of Greenhouse and Field Evaluations

Major reviews of humic substances and plant growth have described plant responses in growth, physiology, biochemistry and genetics, but have been based almost entirely on greenhouse or growth chamber studies. Examples include Chen and Aviad (1), Nardi et al. (2), Canellas and Olivares (3), and Rose et al. (4). Olk et al. (5) reviewed field evaluations from U.S. university publications, the Russian-language literature, and on-line journals. Economic yield increased in two-thirds of the studies across many crops and soils.

No study attempted to describe the effects of environmental factors and crop management practices on humic product efficacy, although the efficacy of all agricultural inputs will vary with soil type, landscape position, cropping history, and other field variables. In-season plant growth measurements were uncommon, and the acquired data did not allow any conclusions regarding mode of action.

In a field study of maize, Olk et al. (6) found a humic product increased grain weight in 70-80% of 30+ farmers' fields in each of three years, primarily due to longer ear length. Leaf area increased in mid-season, and later root growth increased. Crop senescence was delayed. Grain weight increased across a range of soil types and locations, but less consistently in a dry year. Limited evidence suggested that maize responded less on wet soil than on equivalent drained soil. An associated field study found maize yield response varied with soil type. These results question the value of greenhouse studies or single-year research station field trials as the sole means for evaluating humic products.

## Knowledge Gaps

Farmer use of humic products will be promoted by filling key knowledge gaps.

When and where products promote crop growth. No agricultural input increases economic yield in all cases, which is not considered in debates of humic product efficacy. Field studies should have treatments and measurements that continue across years having different weather patterns and across multiple locations or soil types. In-season crop measurements at key growth stages are needed to understand how the yield increase develops and expresses itself through yield components.

Mechanisms for stimulating crop growth. Vendors often attribute the effect of humic product to known benefits of soil organic matter, although product application rates are negligible compared to soil carbon stocks. In contrast, researchers have focused on plant-based mechanisms for stimulating growth. The causes of increased yield—both the plant or soil processes that lead to crop growth and also the causal compounds in the products--

must be identified for humic products to be accepted by the research community and those agricultural sectors that look to researchers for leadership—extension workers, crop consultants, government agencies, and some farmers. Industry has shown little interest in determining these mechanisms. Yet their resolution could enable better products and better identification of suitable crops and field settings for humic product use.

Improved quality control of humic products. The humic product market is unregulated. It lacks widely recognized standard procedures for measuring the humic acid and fulvic acid contents of products and also any rapid assay for establishing product efficacy. Thus the consumer cannot ascertain product concentration or source material, nor discern between reputable products and other dark materials of questionable value to agriculture, including molasses, lignosulphonates, and hard coal. Therefore sales of humic products typically occur through word of mouth or first-hand experience gained by the consumer, compelling a local approach to sales and marketing of humic products.

### **A Call for Future Action**

We call for local collaborations between industry and researchers to enable rigorous field evaluations, including adequate replication and statistical analyses. Description of crop development would help identify mechanistic explanations for product efficacy. Local collaborations are needed to address the bewildering array of products (varying in source material, extraction method, and post-extraction processing), crops, field management practices, and soil types. Dialogue among such collaborations will help develop oversight on factors of product efficacy. Collaboration between crop physiologists and soil scientists will be essential to determine whether the underlying mechanisms are soil- or instead plant-based. Finally, researchers should collaborate with industry to develop standard procedures for measuring the contents of humic products and discerning effective products from inert frauds. Such procedures would give the consumer more confidence in the authenticity and reliability of marketed products.

### **References**

1. Chen, Y.: Aviad, T. In: MacCarthy, P. et al. (eds.) *Humic substances in soil and crop sciences: Selected readings*. 1990. Am. Soc. Agron., Madison, WI. pp. 161-186.
2. Nardi, S.; Pizzeghello, D.; Muscolo, A.; Vianello, A. *Soil Biol. Biochem.* 2002, 34, 1527-1536.
3. Canellas, L.P.; Olivares, F.L. *Chem. Biol. Tech. Agric* 2014, 1. <http://www.chembioagro.com/content/1/1/3>.
4. Rose, M.T.; Patti, A.F.; Little, K.R.; Brown, A.L.; Jackson, W.R.; Cavagnaro, T.R. *Adv. Agronomy* 2014, 124, 37-89.
5. Olk, D.C.; Yakimenko, O.S.; Kussow, W.R.; Dinnes, D.L. *Agron. J.* (in preparation).
6. Olk, D.C.; Dinnes, D.L.; Callaway, C.; Raske, M. In: Xu, J. et al. (eds.) *Functions of natural organic matter in changing environment*. 2013. Zhejiang University Press and Springer, Dordrecht. pp. 1047-1050.

# Composting Biosolids: Organic Matter Transformations and Benefits to Agriculture

Yona Chen and Jorge Tarchitzky

Faculty of Agriculture, Food and Environment, The Hebrew University of Jerusalem, Israel

## Abstract

Compost maturity and/or stability reflects the degree of decomposition of the organic matter (OM). Since stability of natural OM is a relative term, defining it is not a trivial challenge. A series of chemical, physico-chemical, spectroscopic and biological determinations is required to assess compost maturity. Biosolids obtained from a secondary sewage treatment plant, after anaerobic fermentation, were composted in a mixture with woodchips and the OM transformations during the process were studied, using  $^{13}\text{C}$ -NMR, DRIFT, FTIR and dissolved OM (DOM).

## Introduction

In Israel and around the world the preferred solution for problems related to sewage sludge (biosolids; BS) obtained in Sewage Water Treatment Plants (SWTP) during the reclamation process is application on agricultural land. Composting may be the most appealing process, under the Israeli conditions, thus achieving sludge stabilization prior to field or greenhouse application. This process results in about 50% volume reduction while drying BS from over 85% (w/w) water to about 55%. Other physical processes used for drying the BS are high in energy requirement. In addition, composting will reduce the organic component, which accounts for about 80% of the solids in the sludge and will improve its quality and its agricultural applicability. Of all potential treatments composting is most economical. It is the cheapest process which brings the BS to type A quality as required by the regulations concerning the use of municipal sludge as soil amendment.

## Results and Discussion

In this study we examined the changes occurring in the organic component of the sludge during the composting process and its enrichment with humic substances (HS). This study proves, as reported earlier for other compost types, that spectral analyses are efficient tools for determining the organic matter (OM) characteristics in compost, its maturity and suitability for use as agricultural soil additives.

Sludge composting was tested in two experiments: (i) Compost was prepared in a simulation experiment using "RollCom" compost containers. The raw materials included anaerobic digested sludge from SWTP Netanya, mixed with pine tree chips and wheat straw used as a source of carbon. The volumetric ratios of the initial components in the composted mixture were: sludge:straw:chips 4:15:1. This ratio was chosen in order to reach a C/N ratio of 25. The RollCom containers were mixed manually throughout the experiment period of 234 days; (ii) Following the conclusions from the first experiment a second one was conducted. Compost on a commercial scale was prepared using the windrow method (at kibbutz Nachshon). The initial composting material included anaerobic digested sludge from SWTP Netanya and municipal waste cuttings of pruned branches in a 2:1 ratio of sludge to branches. The piles were turned and mixed by agricultural machinery. The experiment lasted about 360 days and included all composting stages.

During each of the experiments, samples were taken and stored at 4°C until the end of the experiment. Chemical and physical analyses were then performed. Biological measures were tested immediately after sampling. HS and dissolved organic matter (DOM) fractions were extracted from the samples taken from the main (field) experiment and analyzed using the following advanced techniques: Cross Polarization Magic Angle Spinning Carbon 13 Nuclear Magnetic Resonance (CP-MAS- $^{13}\text{C}$ -NMR), and Fourier-transform infra-red (FTIR) spectroscopy. These two analyses as well as Electron Paramagnetic Resonance (EPR) measurements were conducted on all of the compost

bulk samples taken from the windrows. In addition, a bioassay was conducted on these samples aiming to determine the composting time required to overcome the suppressive effect on plant growth which is characteristic of immature compost.

The RollCom experiments did not produce a sufficiently mature compost, although it reached the temperatures required of typical composting processes. Poor mixing of the raw material which tended to form large aggregates was probably the reason. These did not allow the material to reach homogeneity and proper ventilation during the experiment. The following parameters indicated that the composting was not complete: respiration values were relatively low for proper composting; the material did not sufficiently change in its physical appearance; there was no indication of reduction of pathogens; a relatively low reduction of organic matter was achieved (from 73% to 58% by weight); the C/N ratio was not high enough in the aggregates that were created in the center of the containers and remained relatively low, because these bulks did not include the majority of the wheat straw; the  $^{13}\text{C}$ -NMR carbon fractions did not change significantly; the concentration of DOM remained higher than  $1100 \text{ mg l}^{-1}$  at the end of the experiment; and the pH stabilized at a low value. All of these are indicators for incomplete composting, but despite this, the concentration was high at the end of the experiment. One may conclude from this observation that high  $\text{NO}_3^-$  concentration can be reached before maturity due to a temporary inhibition of the composting process.

The temperatures reached in the main (windrow) experiment were extraordinary in comparison to normal composting processes. The temperature remained in the thermophilic range for over 7 months in the pile. Despite this, both the chemical measurements and the plant experiment indicated that maturation began from day 113. At that time the physical properties of the material were highly favorable for easy distribution in the field. The high temperatures were reached due to the high calorie potential of the sludge, which contains high levels of lipids, the high input of slowly degrading wooden material, and due to the physical properties of the substrate which did not allow sufficient ventilation and cooling of the pile. During the composting period the OM decreased from 50 to 25%, the C/N ratio dropped from 25 to 8.5, the availability of the four major microelements increased, the availability of phosphorus and sulfur decreased, the concentrations of most heavy metals did not change (due to the removal of metals chelated to DOM in the seepage, a process which compensates for the increase in concentration caused by the OM decay. In all cases, all of the metals were in lower concentrations than the Israeli, European and American regulations for compost.

The composting process was efficient in exterminating the indicator organisms and pathogens which were tested: egg viability or the *Giardia* and *Cryptosporidium* parasites and the existence of Fecal Coliforms. Up to the 113th day the compost suppressed plant growth due to immaturity. This is because of the release of toxic substances with the decaying process of the sludge, and due to the competition of microorganisms over oxygen. From day 113 onwards the plant growth did not differ significantly from that of plants grown in a high quality peat bed. The competition over oxygen was realized in severe chlorosis in leaves of plants grown in samples from the early stages of composting, and was noticed throughout the plant growth experiment.

A steady growth in the  $^{13}\text{C}$ -NMR aromatic carbon during the composting process was found in all fractions. A small decrease of polysaccharide carbon was observed in non fractionated compost samples. The biggest differences were found in the humic acid (HA) fraction, in which there was a sharp drop of the aliphatic carbon, and a slight decrease of the polysaccharide carbon. In this fraction the increase of aromatic carbon was highest. In the DOM and fulvic acid (FA) fractions there was a decrease of polysaccharides and a slight increase of aliphatic carbon with composting time.

The FTIR analysis was most efficient for the clean organic fractions (HS), and reemphasized the results of the  $^{13}\text{C}$ -NMR analysis. The major advantage of the FTIR was

in pointing out the high abundance of the amidic substance that exists in sludge (appearing at wavenumber of  $1650\text{ cm}^{-1}$ ), and its decrease in concentration as the composting process advances. This method also emphasized the increase in the oxidation level of carbon. The differentiation between the peaks at  $1650\text{ cm}^{-1}$  and  $1600\text{--}1620\text{ cm}^{-1}$  (which indicates absorption of C=C binds in aromatic rings), was proven again in this study. The ratio of the latter peak and the aliphatic peak was in accordance with the ratio between aromatic and aliphatic carbon as measured by the  $^{13}\text{C}$ -NMR.

The spectra measurements of EPR or ESR in the compost samples at different stages indicated an increase in concentration of free radicals originating from the quinone systems (quinone – semiquinone – hydroquinone - hydroxyquinone) during the composting process of the sludge.

The DOM concentration has been suggested by our group as a main or single chemical control measure for composting progression. We think that it is a more reliable measure than the commonly used C/N ratio. As in previous studies a high correlation was found between the proposed measure and the optical absorption at a wavelength of 465 nm. It has been proven that this correlation depends on the substance and a specific correlation is necessary for each type of compost (based on its source materials) in order to estimate the DOM by determining the Absorbance.

In the DOM fraction the ratio of organic carbon/total nitrogen (C/N) showed a decrease and it stabilized at a level of 1.5. The Mass Specific Absorbance measure showed inconsistent changes, and did not have a high correlation with the aromatic carbon of the fraction. Of the ions tested,  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{K}^+$  changed due to biological activity. The concentration of  $\text{NO}_3^-$  increased dramatically at the end of the experiment when aerobic conditions developed during the maturation stages. The increase in  $\text{K}^+$  concentration resulted from a massive decay of the plant material.

The fraction of HA out of the total OM increased from 10 to 20%. The fraction of FA did not change and remained at 9% of the total OM. The humification index, which is the ratio of HA to the total HS, increased from 1 to 2, while the other indexes changed depending on the extraction method of the IHSS. The atomic ratios of C/N and H/C decreased in the HA and FA fractions during the composting process. The correlation between the atomic ratios of O/H and H/C in the HA fraction indicates a young attribute compared to soil substances. The average molecular size of the HA decreased with time from 32 kDa to 10 kDa and reflected the decay processes of the humic molecules as they were oxidized and stabilized. In this study, a high negative correlation was found between the  $E_4/E_6$  and the molecular size in accordance with an extensive number of published information.

The benefit of this study to agriculture stems from the confirmation that properties of fresh biosolids which may adversely affect soil treated with the material are removed by the composting process (odor, flies, organisms pathogenic to humans, and physical structure which makes distribution difficult). Composting is the cheapest and most efficient method for turning sludge into a type A agricultural additive, free of phytotoxins and pathogens. The composting product contains HS that are similar to those of other composts which are widely used in agriculture. The BS compost contains a high level of plant available N and P and a high level of available microelements, especially Fe. Mature BS compost does not contain toxins which can inhibit plant growth and was found to be suppressive to soilborne pathogens. The current study proves that advanced spectral methods are highly beneficial tools for analyzing composts and for evaluating the quality of the final product of the composting process.

#### **Acknowledgement**

The authors are grateful for the financial support obtained from the Water Technology BMBF/MOST research program, and from the Chief Scientist, the Israeli Ministry of Agriculture and Rural Development.





**Session I**

**Humic Substances and Other Biologically Active Compounds in Crop Production,  
Animal Feed and Disease Prevention**

**Секция I**

**Использование гуминовых веществ и других биологических активных  
соединений при производстве сельскохозяйственных культур, питании  
животных и для предотвращения болезней**

## Humic Acids and Humic-iron Complexes Increase Nitrogen Balance Index (NBI) of Wheat Plants under Iron Deficiency Conditions

Dmitry Abroskin<sup>1</sup>, Marta Fuentes<sup>2</sup>, José María García-Mina<sup>2</sup>, Natalia Kulikova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, Mr.Mantikor@gmail.com

<sup>2</sup>University of Navarra, Pamplona, Spain

Nitrogen balance index (NBI) is widely used in agricultural monitoring as an indicator of nitrogen content in crops. It is based on the ratio of leaf chlorophyll content to polyphenols content in the epidermis. Due to the fact that polyphenols are primary antioxidant in plants, NBI can be also used as indicator of oxidative stress. The latter is the most common one induced by any kind of unfavorable conditions. Therefore, along with nitrogen deficiency, NBI seems to be a universal stress indicator. Our study was aimed to estimate humic acids and humic-iron complexes on NBI of wheat plants under iron deficiency conditions.

Leonardite HA and its complexes with iron (5,89% Fe) were used for the study. Iron-humic complexes were synthesized according to [1]. 20-day *Triticum aestivum* L. seedlings were grown in solutions with iron (+Fe) or without (the other variants). Then plants were transferred in the treatment solutions containing Fe-EDTA (Fe resupply) or HA (HA) or iron-humic complexes (Fe-HA). Nutrient solution without iron was used as negative control (-Fe). Iron content, when added, was 25  $\mu$ M. After 5 days of growing NBI was determined using DUALEX (FORCE-A, France).

Our results demonstrated clearly significant decrease in NBI value under iron deficiency conditions (table 1). This phenomenon resulted from marked decrease in chlorophyll content due to suppressed chlorophyll synthesis in the lack of iron. Indeed, when plants were resupplied with iron chlorophyll content increased from 21 to 27 mg/sm<sup>2</sup>. Considering only slight decrease in polyphenols content, increased chlorophyll content led to higher NBI values.

Table 1. Influence of HA, Fe-HA and Fe-EDTA on chlorophyll and polyphenols contents and NBI of wheat plants under iron deficiency conditions.

| Treatment            | Chlorophyll, mg/sm <sup>2</sup> | Polyphenols, mg/sm <sup>2</sup> | NBI |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----|
| +Fe (blank)          | 35                              | 0.35                            | 101 |
| -Fe (negative blank) | 21                              | 0.32                            | 65  |
| Fe resupply          | 27                              | 0.31                            | 90  |
| HA                   | 24                              | 0.29                            | 83  |
| Fe-HA                | 29                              | 0.29                            | 104 |

Of special interest was the finding that introducing both HA and Fe-HA also resulted in NBI growth. In case with HA, however, no significant increase in chlorophyll content was observed. So, one can conclude, that HA caused lowering polyphenols content. Polyphenols are well known to be effective antioxidants. Relatively low of polyphenols in plants treated with HA might be indicative for HA antioxidant activity. Lack of iron, however, excluded promotion of chlorophyll synthesis and NBI value did not reach that for Fe resupply treatment. When plants were treated with Fe-HA, polyphenol content was also low, but the observed NBI value was as much as for blank because of high chlorophyll contents due to iron introduction into the nutrient solution. Therefore, both iron supply and antioxidant activity of Fe-HA were seemingly to cause growth of NBI of wheat plants under iron deficiency conditions.

### References:

1. Jose M. Garcia-Mina, Stability, solubility and maximum metal binding capacity in metal-humic complexes involving humic substances extracted from peat and organic compost, Organic Geochemistry 37 (2006) 1960-1972.

## Применение гуматов в качестве стимуляторов роста сельскохозяйственных культур в условиях техногенных ландшафтов Кузбасса

С.Л. Быкова<sup>1</sup>, Д.А. Соколов<sup>1</sup>, Т.В. Нечаева<sup>1</sup>, С.И. Жеребцов<sup>2</sup>, Н.В. Смирнова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения РАН (ИПА СО РАН), Новосибирск, Россия, slb85@bk.ru

<sup>2</sup>Институт углехимии и химического материаловедения Сибирского отделения РАН (ИУХМ СО РАН), Кемерово, Россия

Препараты на основе гуминовых веществ в настоящее время занимают все большее место в разработке современных агротехнологий. Одним из элементов таких технологий может быть использование гуминовых препаратов (ГП), получаемых из бурых углей. Широкий спектр биологического действия ГП позволяет использовать их в качестве удобрений и стимуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур, а также при мелиорации загрязненных территорий.

Цель работы – изучить влияние гуматов натрия и калия на рост и развитие сельскохозяйственных культур в условиях техногенных ландшафтов Кузбасса.

Исследования проводились на отвалах Листвянского угольного разреза и Атамановском стационаре Института почвоведения и агрохимии СО РАН, расположенных в лесостепной зоне Кузнецкой котловины. В качестве субстратов для закладки экспериментальных площадок были выбраны инициальные эмбриоземы: (1) техногенный элювий углевмещающих пород; (2) лессовидный суглинок вскрышных пород. Применяемые в эксперименте ГП, получены из бурого угля Кайчакского месторождения Канско-Ачинского бассейна (гумат Наряд. и гумат Кряд.) и его естественно-окисленной формы – сажистого угля, являющегося отходом угледобычи (гумат Насаж. и гумат Ксаж.). Среди сельскохозяйственных культур были выбраны: (1) пшеница яровая (Новосибирская 89); (2) травосмесь, включающая кострец безостый (*Bromus inermis* Leyss.) и клевер розовый (*Trifolium pratense* L.). Схема опыта включала два варианта: (1) семена растений замачивали в растворах ГП на сутки, а затем высевали; (2) ГП вносили непосредственно в субстраты с поливом после посева семян. Концентрация растворов ГП при поливе и замачивании семян сельскохозяйственных культур составила 0,02%.

Анализ полученных результатов показал, что всхожесть семян пшеницы после их замачивания в растворах гуматов по сравнению с вариантом без внесения ГП (контроль) на площадках с лессовидным суглинком и техногенным элювием увеличилась в среднем на 33 и 14%; при внесении ГП с поливом – в среднем на 17 и 34% соответственно. Оценивая влияние ГП на урожайность пшеницы стоит отметить, что на лессовидном суглинке наибольший эффект был достигнут при использовании сажистых форм гуматов по сравнению с рядовыми аналогами (в среднем на 13-17%) и замачивании семян по сравнению с поливом (в среднем на 10%). В вариантах с применением ГП на техногенном элювии урожайность пшеницы существенно не изменилась по сравнению с контролем.

Всхожесть семян многолетних трав после их замачивания в растворах ГП по сравнению с контролем увеличилась незначительно на обоих исследуемых субстратах. При внесении гуматов с поливом всхожесть семян трав на лессовидном суглинке и техногенном элювии превысила контрольные варианты на 4,8 и 3,7% соответственно. Кроме того, применение ГП при посеве многолетних трав положительно сказалось на величине надземной фитомассы в последующие годы.

Таким образом, использование гуматов активизирует рост и развитие сельскохозяйственных культур, повышает адаптогенную способность растений к условиям среды и улучшает экологическую обстановку техногенных ландшафтов.

## **Influence of Hydrohumat on the Reproduction Intensity of *Mycobacterium bovis***

P. Davydenko, O. Kulishenko, A. Tkachenko

Dnepropetrovsk State Agrarian Economic University, Dnepropetrovsk, Ukraine,  
epizoddau@mail.ru

Low effectiveness of prevention of bovine tuberculosis associated with imperfect methods of disease diagnosis including bacteriological methods.

Since Koch, there is always the problem of choice of optimal nutrient medium for the cultivation of mycobacteria. Tuberculosis mycobacteria are quite demanding to the content of nutrient medium, conditions of cultivation. Through the efforts of scientists a large number of synthetic and dense nutrient media with different degree of effectiveness had been created.

Some researchers indicated the influence of certain substances of humic nature on the reproduction of mycobacteria, that improves the quality of laboratory diagnostics of tuberculosis. Drugs of humic nature enhance growth, development and reproduction of certain types of microorganisms and the degree of stimulation can be quite high depending on the dose, the nutrient medium and environmental conditions.

In works of L. Hrysteva (1977) has been shown that humic acids, due to presence of quinoid and polyphenolic groups, enhance the redox- processes in plant cells and influence the cellular respiration and affect protein and nucleic acid metabolism.

In the present work the effect of hydrohumat on the intensity of *M. bovis* reproduction on nutrient Mordovskiy' medium was investigated.

Materials and methods. *M. bovis* museum strain "Shakhtar" was used in the present work. The determination of the effectiveness of Mordovskiy' medium with different concentrations of hydrohumat was done by various investigations. Solutions with a concentrations of 0.001, 0.0015, 0.002, 0.004, 0.008, 0.03, 0.06, 0.125 and 0.25%, hydrohumat that was added to the Mordovskiy' medium have been used. The conventional Mordovskiy' medium with pH 6.5 was used as control. Cultural and morphological properties of mycobacteria were determined by the usual technique.

First colonies appeared after 13 days on media with the concentration of hydrohumat 0.125 and 0.25%. Growth of colonies on media with lower concentrations of hydrohumat has been observed in more remote period. Smear microscopy revealed short, red, granular rods with rounded ends. Growth of colonies in the control was observed after 32 days. The highest average number of colonies –  $8,5 \pm 2,10$  ( $n=4$ ) was observed after 10 days of growth on medium with 0.125% of hydrohumat; in control –  $3,0 \pm 0,40$  ( $n=4$ ) that in 2.83 times ( $P>0,95$ ) less than on the investigated medium.

Colonies on media with various concentration of hydrohumat morphologically differ from the initial culture of *M. bovis* of strain "Shakhtar". They were larger in size (medium and large). The appearance of R- form colonies was observed in addition to S-forms of initial strain.

Hydrohumat significantly affect the intensity of reproduction of *M. bovis* of the museum strain "Shakhtar".

Adding of hydrohumat to the artificial nutrient medium at a concentration of 0.125% increases the appearance of first colonies (at 2.46 times) and number (to 2.83 times).

Modified Mordovskiy' medium with the addition of 0.125% solution of hydrohumat reasonably can be used in veterinary medicine to improve laboratory diagnosis of tuberculosis.

## **P,S-containing Derivatives of Lignocellulosic Materials as High-Molecular Physiologically Active Substances Prolonged Action**

Maksim Efanov, Nikita Dobrov

High Technology Park, Khanty-Mansiysk, Russia, m\_efanov@tp86.ru

For instance, organophosphorus compounds such as thiophos and other dialkylthiophosphosphate derivatives have a wide range of uses from agriculture as pesticides. The principal disadvantage is high toxicity for warm-blooded animals.

We have received derivatives of lignocellulosic material prolonged action based on technical lignins by the mechanochemistry method [1].

O,O'-diethylthiophosphates received due this method contain up to 5 % P and up to 8 % S and possess high insecticide activity (paralysis/fly mortality in 5-45 minutes).

It is a well-known fact that significant nitrogen quantity of imported in soil mineral fertilizers is lost in a form of gaseous products (nitrogen-oxides ( $\text{NO}_x$ )) due to biological processes of nitrification and denitrification [2]. Nitrification related to nitrifying bacteria activity is possible to neutralize or limit now by taking some agents inhibiting the nitrification process of ammonium nitrogen in soil.

It is known that carbon disulphide is applied as soil nitrification inhibitor [2]. Alkylxanthogenates of alkali metals have a long-term effect on nitrifying bacteria, e.g. KETX. It inhibits nitrification within 4-5 weeks [2]. It was also pointed out that cellulose xanthogen could be applied for the same purpose. However, due to the rapid hydrolysis in soil, duration of their activity does not exceed 6 weeks [2]. Thus, as an analysis of published reports shows, nitrification inhibitors based on spirits xanthogenates (or cellulose xanthogenates) do not have prolonged action by inhibiting of soil nitrification.

Products of interaction of timber and carbon disulphide can be such chemicals which do not possess above mentioned disadvantages.

We offer to use hard products of interaction of lignin-carbohydrate materials and carbon disulphide [3] containing up to 6 % connected with  $\text{CS}_2$  which degrade in soil releasing carbon disulphide for efficiency increasing of plants' nitrogen fertilizers use by nitrification inhibiting due to maintaining definite carbon disulphide concentration in soil for long period.

As implemented research shows, use of some agent parallel to ammonium sulphate contributed to increasing of wheat crop in the first year after use – by 15 %, in the second year – 9 %, in the third year – 19 % in comparison with the control group (no fertilizers).

### **References**

1. Galochkin A.I., Ananina I.V., Efanov M.V. Method phosphorylation technical lignins. // Patent RF № 2371446. Published 27.10.2009.
2. Gitarsky M.L., Romanovskaya A.A., Karaban G.T. Emission of nitrous oxide in the use of mineral fertilizers in Russia. // Soil science, 2000. - № 8. - P. 943-950.
3. Efanov M.V., Schott P.R. Synthesis of sulfur-containing nitrification inhibitors of soils on the basis of vegetative raw material. // Izvestiya Vuzov. Chemistry and chemical technology, 2007. – Vol. 50. - № 1. - P. 72-76.

## Use of Feed Additives Humic Nature in the Industrial Growing Ostriches in Condition's Ukraine

Lyudmila Galuzina, Liliya Stepchenko

Dnepropetrovsk State Agrarian-Economic University, Dnepropetrovsk, Ukraine, GalyzinaL.I@i.ua, stepchenko@rambler.ru

Recently biologically active feed additives humic nature of peat are used not only in plant but also in animal husbandry. Due to their environmental safety and pronounced adaptogenic action humic nature feed additives are used as growth promoters and development of animals (Stepchenko L.M. et al., 1995-2014). Ostrich farming allows receiving valuable dietary ostrich meat, eggs, feather and ostrich leather. The use of adaptogens in industrial breeding for ostriches could influence the effectiveness of this industry in connection with their recent domestication. The aim was determine the effectiveness of the use of biologically active feed additive from peat "Humilid" (TU U 15.7-00493675-004:2009) for the industrial growing of black African ostriches in the conditions of Steppe of Ukraine.

Investigations were carried out in the conditions of PJSC "Agro-Soyuz" Dnepropetrovsk region on the base of one of the largest in Europe industrial complex in growing ostriches. For the experiment formed a similar group of ostriches: control and experimental, in the amount of 100 animals in each group at the beginning of the experiment. For the experiment used ostriches from daily to 11 months of age (slaughtered age). Terms and feeding groups were the same. Ostrich experimental group when watering to general ration was added to the optimal dose "Humilid" during three periods of growth (3-day to 2 months of age, with a 4- to 6- and 8- to 10-months of age). In ostriches study groups every two months (starting at 2 months of age), blood samples were taken to determine the homeostasis parameters. After slaughter ostriches control (5 animals from a group) studied the level of their meat production. For this the muscles have been selected for from all categories of meat of ostriches, namely Fillet premium, Fillet classic, Steak and Drum steak. In them was determined the chemical composition and biological value of standard practice. Received results of researches were processed statistically using the Student t-test.

It was established that when introduced into ration of ostriches bio-active feed additive from peat "Humilid" there is an increase weight of the bird throughout the experiment to slaughter age (11 months) on average by 16.4% ( $p \leq 0,001$ ) and is 96.05 kg (Stepchenko L.M., Galuzina L.I. 2011-2013). At the same time, in the experimental group experimental period for the birds preservation is increased by 27.4%, compared with the control. Thus on background of the application of the additive "Humilid" due to its high adaptogenic properties ostriches improves their natural resilience. The same time in the experimental group of birds meat yield and mass of all categories with a one carcass muscle is increased by 12.3% ( $p < 0.05$ ) and 15.4% ( $p < 0.01$ ), respectively compared with the control. Determined that ostrich meat experimental group authentically increases the protein content, the fat content decreases and cholesterol by an average of 26% ( $p \leq 0,001$ ) and 12.5% ( $p \leq 0.05$ ). The biological value of meat, which is determined as the ratio of tryptophan and oxyproline, against application of Humilid increases in muscle fillet category on average by 2.6 - 6.0% ( $p \leq 0,01$ ), and steak on 11.9% ( $p \leq 0,001$ ). Under the influence of Gumilid meat all categories experienced bird authentically increased amino acid content on average by 3.0 - 4.2% ( $p < 0.01$ ) to a greater extent due to the nonessential amino acids such as glycine, alanine, asparaginic and glutamic acids, histidine, on average from 9.2 to 28.1% compared with the control. At the same time, the muscles category Fillet premium and Steak content of saturated fatty acids is reduced by 22.5% ( $p < 0.001$ ) and 30.0% ( $p < 0.001$ ) respectively, regarding the control. The total content the unsaturated fatty acids in poultry meat experimental group increased on average by

12.0%. In ostrich meat in the control group the ratio of saturated to mono-unsaturated and polyunsaturated fatty acids is defined as 1:1:1 only in the category muscle Fillet premium. This relation is fatty acid (1:1:1) is an important indicator of with a dietary standpoint. After applying Humilid this relation in the muscle tissue of poultry carcasses experimental group of all categories (Fillet premium, Fillet classic, Steak and Drum steak) approaching the 1:1:1.

When growing ostriches in Ukrainian conditions bio-active feed additive from peat "Humilid," activating the level of metabolism in the organism of ostriches, helps to increase the level of their meat productivity on average by 16.4%. At the same time improves the quality of meat products from them by increasing the in meat protein content, reduce the fat content and cholesterol. Also, ostrich meat increases the total amount of unsaturated and decreased content of saturated fatty acids, increases its biological values.



## **Использование кормовых добавок гуминовой природы при промышленном выращивании страусов в условиях Украины**

Людмила Галузина, Лилия Степченко

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, Днепропетровск, Украина, GalyzinaL.I@i.ua, stepchenko@rambler.ru

В последнее время биологически активные кормовые добавки гуминовой природы из торфа применяются не только в растениеводстве, но и в животноводстве. Благодаря их экологической безопасности и выраженным адаптогенным действием кормовые добавки гуминовой природы используются как активаторы роста и развития животных (Stepchenko L.M. et al., 1995-2014). Страусоводство позволяет получить ценное диетическое страусиное мясо, яйца, перо и кожу страуса. Применение адаптогенов при промышленном разведении страусов может влиять на эффективность этой отрасли в связи с недавним их одомашниванием. Целью исследований было определение эффективности использования биологически активной кормовой добавки из торфа «Гумилид» (ТУ У15.7-00493675-004:2009) при промышленном выращивании чёрных африканских страусов в условиях Степи Украины.

Исследования проводили в условиях ЧАО «Агро-Союз» Днепропетровской области на базе одного из крупнейшего в Европе производственного комплекса по выращиванию страусов. Для проведения эксперимента сформировали аналогичные группы страусов: контрольную и опытную, в количестве 100 животных в каждой группе на начало эксперимента. Для эксперимента использовали страусят от суточного до 11-месячного возраста (убойный возраст). Условия содержания и кормления в группах были одинаковыми. Страусам опытной группы при выпаивании к общему рациону добавляли в оптимальной дозе «Гумилид» в течение трёх периодов роста (с 3-суточного до 2-месячного возраста, с 4- до 6- и с 8- до 10-месячного возраста). У страусов исследуемых групп каждые два месяца (начиная с 2-месячного возраста) брали пробы крови для определения показателей гомеостаза. После контрольного убоя страусов (по 5 животных из каждой группы) исследовали уровень их мясной продуктивности. Для этого были отобраны мышцы из всех категорий мяса страусов, а именно Филе премиум, Филе классическое, Стейк и Драм стейк. В них определяли химический состав и биологическую ценность по общепринятым методикам. Полученные результаты исследований обработаны статистически с использованием t-критерия Стьюдента.

Установлено, что при введении в рацион страусов биологически активной кормовой добавки из торфа «Гумилид» наблюдается повышение массы птицы на протяжении всего эксперимента до убойного возраста (11 месяцев) в среднем на 16,4 % ( $p \leq 0,001$ ) и составляет 96,05 кг (Stepchenko L.M., Galuzina L.I. 2011-2013). При этом, в опытной группе птицы за период эксперимента сохранность повышается на 27,4 %, по сравнению с контролем. Таким образом, на фоне применения добавки «Гумилид», за счет её высоких адаптогенных свойств, у страусов улучшается их природная устойчивость. Одновременно в опытной группе птиц выход мяса и масса всех категорий мышц с одной туши увеличивается на 12,3 % ( $p < 0,05$ ) и 15,4 % ( $p < 0,01$ ) соответственно по сравнению с контролем. Определено, что в мясе страусов опытной группы достоверно увеличивается содержание белка, снижается содержание жира и холестерина в среднем на 26 % ( $p \leq 0,001$ ) и 12,5 % ( $p \leq 0,05$ ). Биологическая ценность мяса, которая определяется как соотношение триптофана и оксипролина, на фоне применения Гумилида повышается в категории мышц Филе в среднем на 2,6 - 6,0 % ( $p \leq 0,01$ ), а в Стейках на 11,9 % ( $p \leq 0,001$ ). Под действием Гумилида в мясе всех категорий опытной птицы достоверно увеличивается содержание аминокислот в среднем на 3,0 - 4,2 % ( $p < 0,01$ ) в большей степени за

счёт заменимых аминокислот, таких как, глицин, аланин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, гистидин в среднем от 9,2 до 28,1 % по сравнению с контролем. При этом, в мышцах категории Филе премиум и Стейк содержание насыщенных жирных кислот уменьшается на 22,5 % ( $p < 0,001$ ) и 30,0 % ( $p < 0,001$ ) соответственно относительно контроля. Общее содержание ненасыщенных жирных кислот в мясе опытной группы птицы увеличивается в среднем на 12,0 %. В мясе страусов контрольной группы соотношение насыщенных к мононенасыщенным и полиненасыщенным жирным кислотам определяется как 1:1:1 только в категории мышц Филе премиум. Это соотношение жирных кислот (1:1:1) является важным показателем с диетической точки зрения. После применения Гумилица данное соотношение в мышечной ткани туш птицы опытной группы всех категорий (Филе премиум, Филе классическое, Стейк и Драм стейк) приближается к 1:1:1.

При выращивании страусов в условиях Украины биологически активная кормовая добавка из торфа “Гумилид,” активизируя уровень обмена веществ в организме страусов, способствует увеличению уровня их мясной продуктивности в среднем на 16,4 %. При этом улучшается качество получаемой от них мясной продукции за счёт увеличения содержания в мясе белка, уменьшения содержания жира и холестерина. Также, в мясе страуса увеличивается общее содержание ненасыщенных и уменьшается содержание насыщенных жирных кислот, повышается его биологическая ценность.

## **Применение гуминовых препаратов и микроэлементов в интенсивных технологиях в растениеводстве**

Н.Ю. Гармаш, Г.Б. Морозова, Г.А. Гармаш  
ГНУ Московский НИИСХ «Немчиновка», Москва, Россия

Изучали эффективность применения микроэлементов и гуминовых препаратов в интенсивных технологиях производства зерновых культур, картофеля, рапса. Результаты свидетельствуют о положительном влиянии совместного применения микроэлементов и гумата в фазу кущения на урожай яровой пшеницы и ячменя. Листовая обработка озимой пшеницы микроэлементами и гуматом положительно повлияла на урожай зерна и содержание в нем белка. Наиболее эффективно применение гуматов в составе минеральных макроудобрений. Комплексная (микроэлементы и гумусовые вещества) 2-х кратная подкормка растений картофеля в фазы всходов и бутонизации привела к положительному влиянию на урожай.

Studied the efficiency of application of microelements and humic substances in the intensive technologies of production of cereals, potatoes, oilseed rape. The results show the positive influence of the joint application of microelements and humate in the tillering stage on the yield of spring wheat and barley. Foliar application of winter wheat micronutrients and humate positive effect on grain yield and content of protein. The most effective use of humates in the composition of mineral macronutrients. Complex (micronutrients and humic substances) 2-fold dressing potato plants sprouting and budding phase led to a positive impact on the harvest.

Отрицательный баланс питательных веществ в земледелии России, когда внесение элементов питания в почву не компенсирует их вынос, приводит к недополучению урожая сельскохозяйственных культур. В большинстве регионов Российской Федерации вносят менее 20 кг д.в. минеральных удобрений на 1 га посевов, а в некоторых – менее 10 (1). Кроме того, неблагоприятные погодные условия вегетационного периода настолько сильно влияют на поступление элементов питания в растения, что вносимые минеральные удобрения могут вообще не оказывать положительного воздействия на урожай или вызывать его снижение при недостаточном количестве влаги в почве (2, 3). Поэтому применение даже высоких доз дорогостоящих минеральных удобрений не всегда приводит к прогнозируемому увеличению урожая. В связи с этим, любые приемы повышения эффективности минеральных удобрений заслуживают внимания. Одними из приемов увеличения эффективности использования питательных веществ из удобрений и почвы, укрепления иммунитета растений к неблагоприятным факторам среды и повышения качества получаемой продукции можно рассматривать применение микроэлементов, регуляторов роста, гуминовых препаратов.

В 2008-2013 гг. проведена серия вегетационных и полевых опытов по изучению эффективности применения микроэлементов, регуляторов роста, гуминовых препаратов в интенсивных технологиях производства зерновых культур и картофеля. Опыты были заложены по общепринятым методикам (Журбицкий, 1968; Доспехов, 1985) в фитотроне и на опытном поле Московского НИИСХ "Немчиновка". Полевые опыты проводили в звене севооборота пар-озимые зерновые-яровые зерновые – картофель – озимые зерновые – яровые зерновые. Изучали индивидуальное и комплексное применение микроэлементов и гуминовых препаратов на разных уровнях минерального питания.

В 2008 году в вегетационном опыте при добавлении гуминовых веществ в фосфорные удобрения увеличивалась доступность фосфора для растений и, как следствие, возрастал урожай яровой пшеницы сорта МИС.

Результаты, полученные в опыте с яровой пшеницей сорта МИС в 2009 году, свидетельствуют о достоверном положительном влиянии совместного применения

микроэлементов и гумата в фазу кущения на урожай зерна. Аналогичный эффект был получен на посевах ярового ячменя.

В 2010 году, который характеризовался крайне неблагоприятными погодными условиями (воздушная и почвенная засуха, превышение средней температуры на 2-8°C в течение вегетационного периода), листовая обработка озимой пшеницы микроэлементами и гуматом положительно повлияла на урожай зерна и содержание в нем белка. Отдельное применение только гумата в фазу кущения на озимой пшенице не привело к достоверному увеличению урожая, в то же время наблюдалась тенденция к улучшению качества зерна.

Эффективно применение гуматов в составе минеральных макроудобрений. В настоящее время существует несколько способов введения гуматов в минеральные удобрения: обработка гранул минеральных удобрений при приготовлении тукосмесей, введение гуматов в минеральные удобрения в процессе его производства (вплава) или в порошок с последующей грануляцией.

В 2010 – 2011 гг. проводили полевые исследования с гуматизированной нитроаммофоской (содержание гумата не менее 0,3%) в сравнении со стандартной при выращивании яровой пшеницы и рапса в условиях Нечерноземной зоны. Нитроаммофоска с гуматами рекомендована в качестве органоминерального удобрения для основного, припосевного внесения и в подкормку под все сельскохозяйственные культуры, где применяется обычная нитроаммофоска. Длительная воздушная и почвенная засуха в 2010 году не дали ожидаемого эффекта от возрастающих доз нитроаммофоски. Это проявилось как на пшенице, так и на рапсе. Дефицит влаги оказался главным препятствием в реализации почвенного плодородия, при этом урожайность пшеницы в целом была в два раза ниже, чем в аналогичном опыте 2009 года. Прибавки урожая при внесении 200, 400 и 600 кг/га нитроаммофоски (физического веса) были практически одинаковы (0,3-0,5 т/га). Низкая урожайность пшеницы обусловлена, в основном, щуплостью зерна. В то же время, в вариантах опыта с гуматизированной нитроаммофоской получена достоверная прибавка (0,8-1,0 т/га) урожая при увеличении доз удобрений. Это обусловлено, прежде всего, лучшим общим состоянием растений и развитием более мощной корневой системы при применении гуматов на фоне общего стресса посевов от длительной и продолжительной засухи. Исследования, проведенные на почвах с низким уровнем плодородия, показали достоверное положительное влияние совместного применения микроэлементов и гуминовых препаратов на урожай, массу 1000 зерен и содержание в зерне белка. В 2010 и 2011 годах урожайность яровой пшеницы независимо от сорта была примерно в два раза ниже, чем в опытах 2008 - 2009 годов, которые характеризовались сравнительно достаточным для роста и развития растений увлажнением и благоприятной температурой. Применение гуминовых препаратов в неблагоприятных погодных условиях достоверно увеличивало урожай изучаемых культур. Значительный эффект от применения гуматизированной нитроаммофоски проявился на начальном этапе развития растений рапса. После посева семян рапса в результате кратковременного ливня с последующими высокими температурами воздуха на поверхности почвы образовалась плотная корка. Поэтому всходы на вариантах с внесением обычной нитроаммофоски были неравномерными и сильно изреженными по сравнению с вариантами с гуматизированной нитроаммофоской, что привело к значительным различиям в урожае зеленой массы (4).

В 2012 – 2013 гг. проводили опыты по изучению влияния гуминовых препаратов, микроэлементов и регуляторов роста на урожай и качество картофеля сорта Удача. В результате проведенных исследований установлено, что 2-х кратная внекорневая комплексная (микроэлементы и гумусовые вещества) подкормка растений привела к положительному влиянию на урожай картофеля. Увеличение

урожаю произошло за счет увеличения крупной фракции картофеля, количество мелкой практически не менялось в зависимости от вариантов опыта.

#### Литература.

1. Чекмарев П.А. Состояние плодородия почв и мероприятия по его повышению в 2012 г. // Агрохимический вестник, 2012, № 1. – С. 2-4.
2. Страпеняц Р.А., Новиков А.И., Стребков И.М., Шапиро Л.З., Кирикой Я.Т. Моделирование закономерностей действия минеральных удобрений на урожай // Вестник с.-х. науки, 1980, № 12. – С. 34-43.
3. Федосеев А.П. Погода и эффективность удобрений. Ленинград: Гидрометиздат, 1985. – 144 с.
4. Гармаш Н.Ю., Гармаш Г.А., Берестов А.В. Гуматизированные удобрения и их эффективность // Агрохимический вестник, 2013, № 2. – С. 11-13.

## **Efficiency of Coniferous Wood Greenery Extractive Compounds Application in Plant Growing and Animal Industries**

T.V. Hurshkainen, A.V. Kutchin

Institute of Chemistry Komi Science Center of Ural Division of RAS, Syktyvkar, Russia,  
hurshkainen@chemi.komisc.ru

Chemical processing of coniferous wood greenery (a large-capacity withdrawal of wood felling) with the purpose of obtaining of biologically active compounds is perspective trend of wood chemistry.

One of directions of Institute of Chemistry Komi Science Center of Ural Division of RAS innovative activity is development of technology of plant raw material processing by ecologically safe emulsion the way without application of organic solvents and obtaining of new biological products.

The aim of the presented work is research of efficiency of biological products isolated by the way of emulsion extraction of coniferous wood greenery in plant growing and animal industries. For this purpose the problems in studying biological activity of preparations obtained are solved and recommendations for consumers of fungicidal preparation "Verva-spruce" and fodder additive "Verva" are developed. These preparations are made on pilot enterprise of Open Company «The Scientifically-Technological Enterprise of Institute of Chemistry of Komi SC of UD of RAS».

The natural compounds which are contained in these preparations raise stability of plants to extreme influences of an environment. Processing by the preparation "Verva-spruce" of seeds and vegetable cultures has rendered positive influence. So, for example, energy of germination of carrot seeds has raised on 3.5 %, and pathogenic microflora contamination has decreased on 4 %, vegetation periods of plants growth have decreased. Processing of seeds and plants during vegetation promoted increase of early productivity on 12 % and the general productivity - on 6 %, to decrease in the maintenance of nitrates in root crops on 32 % in comparison with the control and to accumulation of carotene, has had protective an effect from illnesses during winter storage.

Fodder additives from Abies wood greenery promote raise the productivity of animal and a bird. During researches positive influence of fodder additive "Verva" on a gain of alive weight of heifers in the dairy period is revealed. At addition in a diet of the fodder additive of 4 ml the gain of heifers weight for a month has made 1.4 kg. The pure gain of alive weight of heifers received 4 ml/goals/day of the fodder additive has made 18 kg for a month that on 4 kg it is more than in the control.

Testing of fodder additive "Verva" on pigs-sire are carried out. A preparation added to the basic diet of animals in a doze 5 g on a head in day within 30 days. It is established that introduction of fodder additive "Verva" in the pigs-sire basic diet promotes improvement of parameters of a sexual reflex, increase of biological quality and quantity of sperm.

Thus, biologically active preparations obtained from coniferous wood greenery by ecologically safe way of emulsion extraction can effectively be applied in plant growing and animal industries.

Work is executed at financial support of the project 12-T-3-1004 of program of basic researches of branch of chemistry and sciences about materials of the Russian Academy of Science.

## Antiviral Activity of Humic Substances

T.N. Ilicheva, S.M. Balakhnin, N.M. Gashnikova, A.G. Durymanov, G.G. Anan'ko, T.A. Kosogova, T.P. Miloshenko, V.A. Redkin, T.V. Teplyakova  
State Research Center of Virology and Biotechnology Vector, Koltsovo, Novosibirsk region  
Novosibirsk State University, Novosibirsk, ilicheva\_tn@vector.nsc.ru

Variety of medicinal drugs to treat viral diseases is extremely limited. Therefore, searching and studying natural low-toxic substances with antiviral activity to RNA and DNA-containing viruses are important and critical task of modern virology.

The goal of this work was to study antiviral activity of water-soluble fractions of humic substances obtained from brown coal of Kansk-Achinsk field.

Soluble fractions of humic substances were obtained according to method described in [Patent RU 2044757; Patent RU 2091430]. Maximum studied concentration of drugs in toxicity test was 2000 mcg/ml. Study was carried out with suspension cell culture MT-4 and monolayer culture MDCK. Toxicity of humic substances ( $CD_{50}$ ) was evaluated in MTT-test.

Antiviral activity ( $ID_{50}$ ) against influenza A virus was detected in MDCK cell culture; to herpes simplex virus of type II and Newcastle disease virus – in VERO cell culture with the use of cell staining by neutral red 3 days after infection with virus in a dose of 100 TCID. Antiviral activity against human immunodeficiency virus of type I was tested in MT-4 cells using inhibiting p24 protein production 4 days after cell infection. Amount of p24 protein was detected by immunoenzymatic method using test system produced by “Vector-Best”. Index of selectivity (IS), or therapeutic index, was detected as relation of drug concentration toxic for 50% cells ( $CD_{50}$ ) to drug concentration protecting 50% cells against virus activity ( $ID_{50}$ ):  $IS = CD_{50} / ID_{50}$ .

All studied substances showed low toxicity:  $CD_{50} > 300 \mu\text{g/ml}$ .

The most active fraction of humic substances showed significant antiviral activity against pandemic influenza virus A/California/04/09 (H1N1 pdm09):  $ID_{50} = 3.75 \mu\text{g/ml}$ ,  $IS = 266$ ; against highly pathogenic avian influenza virus A/Commongull/Chany/06 (H5N1):  $ID_{50} = 9 \mu\text{g/ml}$ ,  $IS = 105$ ; against herpes simplex virus (HSV II):  $ID_{50} = 3.5 \mu\text{g/ml}$ ,  $IS = 285$ ; and against Human immunodeficiency virus I (HIV I):  $ID_{50} = 2.7 \mu\text{g/ml}$ ,  $IS = 370$ . None of studied fractions showed antiviral activity against vaccine strain of Newcastle disease virus (NDV).

Thus, it was shown that fractions of humic substances have significant activity against viruses with different genome structures. For instance, influenza viruses are RNA-containing viruses with negative fragmented genome; HIV-1 is RNA-containing virus that has reverse transcriptase and incorporates into host cell genome; herpes simplex virus is DNA-containing virus. There are common features typical for these pathogens: they have envelope obtained from host cell; certain stage of virus reproduction passes in cell nucleus. It should be noted that Newcastle disease virus is RNA-containing virus with non-fragmented negative genome, it has envelope, but the whole reproduction cycle passes in cell cytoplasm.

Further studies with the use of broad range of pathogens are needed to reveal mechanisms of antiviral activity of humic substances.

## **Molecular Approach to Understanding Mode of Action of Humics on Biota: a Case Study with Basidiomycetes *Trametes maxima***

Olga Klein<sup>1</sup>, Gennadii Badun<sup>2</sup>, Maria Chernysheva<sup>2</sup>, Olga Koroleva<sup>1</sup>, Natalia Kulikova<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>A.N. Bach Institute of Biochemistry of RAS, Moscow, Russia

<sup>2</sup>M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Humic substances (HS) represent the major reservoir of carbon (C) in ecosystems, and their turnover is crucial for understanding the global C cycle. Although basidiomycetes clearly have a role in HS degradation, much less is known about the effect of HS on fungal traits. We studied the alteration of physiological, biochemical, and morphological characteristics of *Trametes maxima* in the presence of leonardite HA as well as HA association with fungus using tritium labeled preparation. To go deeper inside effects of HA on fungus, humics induced alteration of proteome was analyzed and differential expression of genes encoding enzymes related to carbohydrate metabolism was examined.

Both complete medium and minimal (C-limited) medium mimicking natural environmental conditions were used. Adding HA led to increased biomass yield, but under C-limited conditions the effect was more apparent. This finding correlated rather well with our data showing higher penetration of humic material into the cell interior under C-limited conditions. The amount of HA inside fungal cells grown without a readily-available C source was twice as much as that in cells grown in complete medium.

HA induced ultra-structural changes in fungal cells, especially under C limitation, including reducing the thicknesses of the hyphal sheath and cell wall. In the minimal medium, cellular respiration increased nearly three-fold under HA application, while the corresponding effect in complete medium was lower. In addition, in the presence of inhibitors, HA stimulated either the cytochrome or the alternative pathway of respiration, depending on presence or absence of glucose in the medium. Our results suggested that, under conditions mimicking the natural environment, HA may play three major roles: as a surplus substrate for fungal growth, as a factor positively affecting cell morphology, and as an activator of physiological respiration [Klein et al., 2014].

Proteome analysis demonstrated HA could be involved in fungus metabolism resulting in accelerating glycolysis. The latter was in accordance with real-time PCR analyses where HA-regulation of four genes encoding enzymes related to carbohydrate metabolism (*eno*, *pgd*, *aco* and *gapdh*) was observed. To our knowledge this is the first report of molecular evidence of HA effect on Basidiomycetes.

Klein O.I., Isakova E.P., Deryabina Yu I., Kulikova N.A., Badun G.A., Chernysheva M.G., Stepanova E.V., Koroleva O.V. Humic Substances Enhance Growth and Respiration in the Basidiomycetes *Trametes Maxima* Under Carbon Limited Conditions. *Journal of Chemical Ecology*, 2014, 40:643-652. DOI 10.1007/s10886-014-0445-x.



## Humilid Influence on the Processes of Digestion in Ostriches in the "Critical" Period of Growth

Suzanna Koliada<sup>1</sup>, Lilia Stepchenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Scientific research centre of biosafety and environmental control agro-industrial complex  
Dnepropetrovsk State Agro-Economic University, Dnepropetrovsk, Ukraine

<sup>2</sup>Dnepropetrovsk State Agro-Economic University, Dnepropetrovsk, Ukraine

It is known that humic substances are biosafety feed additives of natural origin. They are now widely used in the poultry industry as growth promoters, hepatoprotectors for metabolism correction as adaptogens, immunomodulators, antioxidants, stress-protectors and their scope is expanding every day. Ostrich industry has become an industrial recently and needs supplements is a course of action to biosafety properties.

One of the systems that determine the growth and development of the organism, is digestive, lability which in turn is related to the level of activity of the enzymes and their localization in the gastro-intestinal tract. In the context of the problem laboratory of humic substances on them. prof. Khristeva LA Dnepropterovsk State Agrarian University of Economics and an industrial complex for growing ostriches PJSC "Agro-Soyuz", an experiment was conducted on the use of biologically active feed additive "Humilid" for the ostriches in the "critical" period of growth from hatching to 60 days of life. For this study were divided into two groups ostriches on 136 animals each. The animals of the second group (experienced) with water desoldering "Humilid" (TU 15.7-00493675-004: 2009), the optimal amount of daily.

The work of the digestive system was judged by the activity of digestive enzymes, which are determined in extracts the contents of the intestines of individual small and large intestines at 3, 30 and 60-day-old ostriches. A-amylase activity was determined by the method Karaveya; proteolytic activity by the method of Erlanger modification Shaternikova; lipolytic - screening method using a non-specific substrate - tributyrin; celluloselytic - GOST R 53046-2008 using NaCMC.

The activity of  $\alpha$ -amylase extracts chyme duodenum, ileum and blind sprouting in the treated group at 30 days of age was higher by 7%, 45% and 2.2 times, respectively, compared to animals in the control group reached and, and in some cases exceeded (in the blind processes of 2.2 times) the corresponding figures in 60-day-old animals in the control group.

Proteolytic activity in the experimental group ostriches 30 days of age was higher in duodenum 4.1 times lean - 49% iliac - 58% and appendix 7.4 times compared to control animals. The level of activity of the proteolytic enzymes in the duodenum from experienced ostriches in 30 days of age reached the level of the corresponding index in the control group at 60 days of age. A measure of proteolytic enzymes in the blind processes of 30-day-old ostriches experimental group exceeded this figure in 60 - day ostriches control group by as much as 66.5%. The presence in the diet "Humilid" promotes activity of amylolytic and proteolytic enzymes in different locations of the alimentary canal ostriches, activating cleavage of feed components and absorption of the cleavage product. As a consequence, the weight of 60-day-old animals in the experimental group was higher than 12.5%, and the average was  $7,17 \pm 0,17$  kg, while the average weight of control group ostriches -  $6,37 \pm 0,22$  kg.

The experiment also revealed that ostriches born with very high lipolytic activity in the gastro-intestinal tract. So in the duodenum and jejunum in 3-day ostriches compared to 30-day-old she was taller than 8-10 times. By 30 days of age the level of lipolytic activity is sharply reduced. In animals treated with "Humilid" level of lipolytic activity in the gastro-intestinal canal is at a higher level as compared with animals that did not use additives: in the duodenum activity - 75% in the jejunum - 9% in the ileum - 15% of blind sprouts - 39% compared with the control. The presence of "Humilid" in the diet contributes to an increase

in activity of lipolytic enzymes in different locations of the alimentary canal ostriches and increase interest lipolytic enzymes of the colon (the blind processes) in the process of digestion of lipids.

Level celyulozolitic activity, due to which the process of digestion of fiber, to 30 days will be doubled, and to 60 days by 2.4 times compared with previous periods. The animals of the experimental group in the 30 days of age celyulozolitic activity was higher by 42%, and 60 days of age by 35.8% compared to control animals. This is due to increasing the number of registration obligate microflora.

Thus, the feed additive "Humilid" affects the processes of digestion of feed components, activating them. High level of activity of digestive enzymes can be regarded as an adaptive physiological mechanism, the operation of which is aimed at a more complete breakdown of carbohydrates, proteins, lipids, the final products which are used intensively developing organism.

Adding "Humilid" in the diet contributes to the activation of enzymes, amylolytic, proteolytic, lipolytic, and that it is important cellulolytic, which allows the following 30 days of age to replace part of the diet of ostriches roughage.

## **The Effectiveness of Methods of Processing of Seeds and Vegetative Plant Japanese Millet by Gidrogumate**

Olga Korzun, Anna Tsygankova

Educational institution "Grodno State Agrarian University", Grodno, Belarus, korzun9@mail.ru

According to Privalov F.I. (2007), studying of fiziologo-genetic bases of use of environmentally friendly preparations natural and a phytogenesis is topical issue. At the same time it should be noted absence of scientific information on features of use of regulators of growth and development of plants for the purpose of increase of efficiency of Japanese millet. In this regard the task during 2011-2013 years to study influence of processing of seeds a hydrohumate (10 percentage of aqueous solution; 0,2 liter per tonne) and the growing of plants was set by the same preparation (10 percentage of aqueous solution, 2 liter per hectare), and also processings of seeds before crops by a combination of preparations benomil (50 percentage of wettable powder, 2,0 pounds per ton) and hydrohumate (10 percentage of aqueous solution, 0,2 liter per tonne) on efficiency, structure of productivity and sowing qualities of seeds of Japanese millet on the skilled field EI "GSAU" in the conditions of cespitose and podsolic soils of the average level of fertility.

Use of a hydrohumate and combination benomil and hydrohumate had essential positive impact on field viability of seeds of Japanese millet in comparison with control option (processing by water) which on average in three years increased for 11-15 percentage. Essential distinctions between control and the studied options of experiment on a number of productive shoots per plant which increased with 3,5 to 3,9-4,2 are noted. The analysis of survival of plants depending on processing seeds the indicated regulator of growth showed reliable advantage of experienced options in comparison with the control: on average in three years when using a hydrohumate the survival of plants increased on 2,2; and only in 2012 year this indicator didn't exceed the value received on control. The high survival of plants was noted when using a combination of preparations for processing of seeds combination benomil and hydrohumate (97,3-98,9 percentage). In 2011 and 2013 years of essential distinctions on height of plants depending on application of a preparation and a combination of preparations for the treatment of seeds it wasn't observed.

When studying use of regulators of growth for processing of seeds and during vegetation at average productivity of grain for years of researches of 22,7-25,9 quintals per hectare. Its maximum increase is noted in option with application of a hydrohumate – respectively 2,3 and 3,0 quintals per hectare whereas processing combination benomil and gidrogumate provided an increase of productivity of only 1 quintal per hectare.

The greatest mass of 1000 grains was noted in option with application of a complex of preparations benomil and gidrogumate (4.1 gram). The mass of seeds from one panicle in experience with application of a hydrohumate was in limits of 9,1-9,5 gram, and its maximum values are noted in options with application of a combination benomil and gidrogumate (10,3 gram). When studying sowing qualities of seeds of a Japanese millet the seeds received at application for processing of sowing material of a hydrohumate and a combination benomil and gidrogumate had the greatest laboratory viability (92-94 percentage). When processing plants a hydrohumate during vegetation laboratory viability of the received seeds of a Japanese millet was 80,8-92,4 percentage. Both options with application of the specified preparation regardless of a method of their application had essential advantage in comparison with the control.

Literature. Privalov F.I. Biologization of receptions in technologies of cultivation of grain crops: monograph / F.I. Privalov. – Nesvizh: Nesvizhskaya Enlarged Printing of S. Budny, 2007. – Page 48-49, 8-11.

## **Adaptive Properties of Humilid with Doxorubicin-Induced Cardiomyopathy**

Marina Kovalenko<sup>1</sup>, Julia Gordienko<sup>2</sup>, Yaroslava Baklanova<sup>3</sup>, Lilia Stepchenko<sup>1</sup>, Alla Shevtsova<sup>2</sup>, Galina Ushakova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dnepropetrovsky State Agrarian-Economics University, Dnepropetrovsk, Ukraine, stepchenko@rambler.ru

<sup>2</sup>GU "Dnepropetrovsk Medical Academy", Dnepropetrovsk, Ukraine

<sup>3</sup>Dnepropetrovsky State University. O. Gonchar, Dnepropetrovsk, Ukraine

For resistance to the effects of stress are commonly used natural adaptogens, which do not accumulate in the body and does not pollute the environment. Promising in this respect are the humic feed additives made of peat, which are involved in the regulation of metabolism, have antioxidant properties, the ability to absorb heavy metals, radionuclides and other toxic compounds, contributing to the stabilization of homeostasis and increases the resistance of the organism. The purpose of work was an estimation of physiological and biochemical indexes for rats with doxorubicin-induced cardiopathy on a background application of antioxidants, what has a complex protective effect on the myocardium and the organism as a whole. One of them was selected Humilid. It is preparation on the basis of polifenol complex, got from peat.

The experiment was performed on male albino Wistar rats weighing  $210 \pm 50$  g were divided into groups of 8 animals each: group 1 - intact animals, group 2 - the rat induced cardiomyopathy (ICP), that one time per week for 4-weeks were administered doxorubicin at a dose of 1 mg / kg of body weight, 3 group - animals that received 0.01% solution Humilid (TU 15.7-00493675-004 2009) with drinking water throughout the 5-week experiment. Biochemical parameters in the plasma of animals was assessed by analyzer VA-88 Mindray (China) using kits Elitech diagnostics (Seppim S.A.S, France). The activity of all enzymes were determined by kinetic methods using the appropriate substrates. The concentration of cholesterol and triglycerides were determined enzymatically by colorimetric methods, total protein - biuret method, albumin - using bromocresol green. Data processing was carried out using programs Statvin and Excel and using the non-parametric U-test Vilkolsona (Mann-Whitney test). Differences were considered statistically significant at  $p \leq 0.05$

According to published sources, the body weight of the experimental animals is significantly reduced in the case of doxorubicin. At animals of 2 groups by an average of 19-30% reduced relative weight not only of the heart, but also of liver and kidney, testes index fell by an average of 40%. At the same time, the relative weight of the heart in rats Group 3 was 88%, and the testes did not differ from this figure in the animals of group 1. With the introduction of Humilid there was a significant decrease in the activity of marker hart enzymes compared with rats with the ICP, but there was a sharp increase in the activity of LDG. This fact can be explained by the reduced level of urea, which is a natural inhibitor of LDG. When applying Humilid identified reduction in total protein compared to the control group and the reduction of hypoproteinemia. With a lower concentration of albumin in the group 3, these results may be explained by the change of the plasma protein fraction. When the ICP is almost 2 times increase in plasma cholesterol concentration and 11 times - triglycerides compared to the intact animals group. Humilid influenced decrease of these parameters on average by 20%. Perhaps Humilid exerts regulatory effects on lipid synthesis, reducing its strength.

Doxorubicin-induced cardiomyopathy in rats is accompanied by a decrease in the relative weight of the heart, liver and testes, increased activity of hart muscle-specific enzymes AST and LDG levels of lipid metabolism, hypoproteinemia. Using of Humilid against application of doxorubicin leads to the improvement of biochemical parameters, which may indicate a reduction in cardiotoxicity of anthracyclines under its influence.

## **Адаптивные свойства Гумилида при доксорубицин-индуцированной кардиопатии**

Марина Коваленко<sup>1</sup>, Юлия Гордиенко<sup>2</sup>, Ярослава Бакланова<sup>3</sup>, Лилия Степченко<sup>1</sup>, Алла Шевцова<sup>2</sup>, Галина Ушакова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, Днепропетровск, Украина, stepchenko@rambler.ru

<sup>2</sup>ГУ «Днепропетровская медицинская академия», Украина

<sup>3</sup>Днепропетровский государственный университет им. О. Гончара, Украина

Для обеспечения стойкости организма к воздействию стрессов широко используются адаптогены естественного происхождения, которые не накапливаются в организме и не загрязняют окружающую среду. Перспективными в этом отношении являются гуминовые кормовые добавки из торфа, которые участвуют в регуляции обмена веществ, обладают антиоксидантными свойствами, способностью сорбировать ионы тяжелых металлов, радионуклиды и другие токсичные соединения, способствуя стабилизации гомеостаза и повышению резистентности организма. Целью работы являлась оценка физиологических и биохимических показателей у крыс с доксорубицин-индуцированной кардиопатией на фоне применения антиоксидантов, обладающих комплексным защитным действием на миокард и организм в целом. Одним из протекторов был выбран Гумилид – препарат на основе полифенольного комплекса, полученный из торфа, способный усиливать неспецифическую сопротивляемость организма к широкому спектру вредных воздействий.

Эксперимент проводили на самцах белых крыс линии Wistar весом  $210 \pm 50$  г, разделенных на группы по 8 особей в каждой: 1 группа – интактные животные, 2 группа – крысы с индуцированной кардиопатией (ИКП), которым один раз в неделю в течение 4-х недель вводили АА доксорубицин в дозе 1 мг/кг массы [3], 3 группа – животные, которые получали 0,01% раствор Гумилида (ТУ У 15.7-00493675-004 2009) с питьевой водой на протяжении всех 5-ти недель эксперимента. Биохимические показатели в плазме крови животных оценивали на полуавтоматическом анализаторе BA-88 Mindray (Китай) с помощью наборов Elitech diagnostics (Seppim S.A.S., Франция). Активность всех ферментов определяли кинетическими методами с использованием соответствующих субстратов.

Согласно литературным источникам, масса тела экспериментальных животных значительно снижается в случае применения АА. У животных 2 группы с ИКП в среднем на 19-30% снижается относительная масса не только сердца, но и печени и почек, индекс семенников у самцов снизился в среднем на 40%. В то же время относительная масса сердца у крыс 3 группы составила 88%, а семенников практически не отличалась от этого показателя у животных 1 группы. При введении Гумилида происходило достоверное снижение активности маркерных сердечных ферментов по сравнению с крысами с ИКП, однако наблюдалось резкое повышение активности ЛДГ. Этот факт можно объяснить снижением уровня мочевины, которая является естественным ингибитором ЛДГ. При применении Гумилида установлено снижение уровня общего белка по сравнению с контрольной группой и уменьшение степени гипопроотеинемии. Учитывая снижение концентрации альбумина в 3 группе, полученные результаты можно объяснить изменением фракционного состава белков плазмы. При ИКП почти в 2 раза в плазме крови увеличивается концентрация холестерина и в 11 раз – триглицеридов по сравнению с животными интактной группы. Под влиянием Гумилида наблюдается снижение этих показателей в среднем на 20%. Возможно, Гумилид оказывает регуляторное действие на синтез липидов, снижая его интенсивность.

Доксорубин-индуцированная кардиопатия у крыс сопровождается снижением относительной массы сердца, печени и семенников, повышением активности специфических для сердечной мышцы ферментов АсАТ и ЛДГ, уровня показателей липидного обмена, гипопроотеинемией. Использование Гумилида на фоне применения АА приводит к улучшению биохимических показателей, что может свидетельствовать о снижении кардиотоксического действия антрациклинов под его действием.

## **Approbation of Humic Preparations Based on the Regional Peat Raw Materials in Maral Deer Farming Branch of Altai Republic**

G.V. Larina<sup>1</sup>, L.I. Inisheva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fundamental Research Laboratory of biogeoresources of Gorno-Altai State University (GASU), Gorno-Altai, Altai Republic, Russia, gal29977787@yandex.ru

<sup>2</sup>Agroecological laboratory of Tomsk State Pedagogical University (TSPU), Tomsk, Russia, agroecol@yandex.ru

Since 2008 the interdisciplinary research team of GASU and TSPU has been carried out the study on the resource potential of peat raw materials in the Altai mountain range. The use of the preparations based on the deep processing of peat in Altai Republic will be profitable in producing fodder additives and veterinary preparations for the Republic animal farming, and also the balneotherapeutic and health improving preparations which are in demand in spa medicine.

As a result of the complex expeditions which were carried out in Altai Republic the industrial peat deposits in Northeast Altai (NEA) were detected. The analysis of the group composition of peat in Ynyrginsky, Choisky and Tourochaksky deposits have shown a considerable amount of humic substances within 40-58 %.

According to the data of the element analysis it is necessary to note a considerable amount of C and H in the analyzed humic acids (HA) of the sedge lowland peat in NEA: 68,0 -70,1 %; 6,1- 6,8 % accordingly, a narrower interval of the amount of O: 17,9-28,2 % in comparison with the West Siberian peat, and also a high amount of nitrogen within 2,6-3,8 %. An average relationship of H/C makes up 1,11; the above mentioned facts characterize the presence of educed aliphatic structural fragments in the macromolecules of the HA. The spectral quotients, calculated according to the IR-spectroscopy, have shown the prevalence of carbohydrate fragments ( $A_{1030}/A_{1628}$ ), the hydroxyl groups ( $A_{3400}/A_{1628}$ ), and alkyl substituting groups ( $A_{2920}/A_{1628}$ ) in the composition of HA concerning aromatic fragments.

In the composition of profile HA a relative amount of aliphatic Carbon (0 – 65 ppm) decreases within 49-37 % against an invariable aromatic component – 37-39 % (160 – 90 ppm). The amount of Carbon in polysaccharide fragments (65 – 90 ppm) makes up from 5 % up to 14 %, Carbon – the COOH group (160 - 200 ppm) as a part of profile HA is characterized by an insignificant spread, and its amount does not exceed 10 %. The identification of peculiar features of the composition structure of HA in the peat of a concrete deposit and a certain depth of a peat deposit is necessary for the establishment of interrelation with the display of the direction of a biological potency of humic preparations.

On the basis of the HA peat a humic preparation was worked out, whose use in maral-deer economy of Altai Republic as a fodder additive for antler maral-deer has shown a positive influence on biochemical indicators of blood and on the amount of macro- and micronutrients. The increase in antler productivity of young maral-deer on all quality classes was revealed.

The work was done with the financial support of the Ministry of Education of the Russian Federation by government order № 01201458966 (GASU); the Ministry of Education (government order of TSPU № 174) and Grant of the Russian Research Foundation (№ 14-17-00038).

## Влияние почвообитающих сапрофитных бактерий на качество посадочного материала винограда

Н.Б. Леманова, С.Г. Великсар

Институт генетики, физиологии, защиты растений АН, Молдова

Abstract. The products of metabolism bacterial strains *Pseudomonas* sp. and *Agrobacterium* sp. in combination with trace elements positive influenced on biochemical processes of plants, on quality of vine samplings.

Почвоведрами установлен факт выраженной деградации почвенного покрова республики Молдова. Длительное использование минеральных удобрений приводит к минерализации 10-27% азота, снижению его содержания в почве, необеспеченности им растений (Мильто Н.И., 1994). Представляет интерес присутствие в ризосфере растений азотфиксирующих бактерий. Общие масштабы биологической фиксации азота на планете составляют 175 – 324 млн. тонн в год, что превосходит вклад в агропроизводство химических удобрений (Меренюк.Г.В., 2010). Повысить потенциал азотфиксации возможно благодаря инокуляции посадочного материала растений активными штаммами почвообитающих сапрофитных diaзотрофных бактерий: зерновых, овощных, технических, декоративных пород и некорневыми опрыскиваниями вегетирующих органов многолетних культур. Создание экологически безопасных технологий выращивания с/х культур возможно с использованием микробных организмов, обладающих высокой биоактивностью. Среди метаболитов почвообитающих сапрофитных бактерий *Azotobacter chroococcum*, *Pseudomonas fluorescens* идентифицированы многие биологически - активные вещества: моно- и полисахариды, ИУК, гиббереллины, цитокинины, витамины, аминокислоты. Объектом исследований служили черенки винограда сортов Кодринский и Презентабил, предназначенные для выращивания саженцев в вегетационном комплексе и в питомнике. Бактериальные штаммы *Azotobacter chroococcum*, *Pseudomonas fluorescens* культивировали на жидких питательных средах. Двухсуточные суспензии центрифугировали 20 минут при 8 тыс. об/тах/мин. Надосадочную жидкость каждого штамма, их комбинации, смеси с МЭ применяли для опрыскивания листьев саженцев трижды за вегетационный период. Степень развития надземной части и корневой системы саженцев, общее накопление биомассы растений определяли при выкопке саженцев после вызревания побегов однолетнего прироста. При использовании метаболитов бактериальных штаммов установлено увеличение массы прироста побегов на 16,5- 39,5% по сравнению с контролем. В вариантах комбинации метаболитов с микроэлементами эти показатели увеличиваются до 17,7-73,2% по величине прироста, до 36% по массе корней с увеличением объема мелких всасывающих корешков. Активизация фотосинтеза способствует более интенсивному поступлению органических веществ из листьев в зону корней, усилению выделения корневых экссудатов, служащих питанием корнеобитающей микрофлоре. Комбинация продуктов метаболизма бактерий с микроэлементами препарата «Микроком», нанесенные на поверхность листовых пластинок, активизирует процесс фотосинтеза: содержание в листьях пигментов хлорофилла (a+b) увеличивается на 3,9%, каротиноидов – на 1,9%, т.е. растения создают органическое вещество в процессе фотосинтеза, которое поступает в ризосферу к микроорганизмам в виде корневых экссудатов и повышает их активность. Последние за счет азотфиксации обеспечивают растения азотом в аммиачной форме при снижении нитратного N, превращают связанные формы фосфора, недоступные растениям, в подвижные, способствуют накоплению такового в почве вокруг корней. Продукты метаболизма почвообитающих микроорганизмов могут исправить большинство из причин снижения урожайности с/х растений. Применение микробных препаратов позволит сократить объемы внесения в почву



азотных и фосфорных удобрений, защитить растения от стрессов. Некорневая подкормка саженцев метаболитами почвообитающих микроорганизмов улучшает питание растений, корнеобразование и качество посадочного материала. Комбинация продуктов метаболизма двух штаммов, а также их комплекса с микроэлементами заметно улучшает рост и развитие саженцев винограда. Биологический метод признан наиболее ресурсосберегающим приёмом для повышения продуктивности растений без затрат невозполнимых природных ресурсов, без загрязнения окружающей среды. При этом каждый вложенный рубль на применение биологических средств окупается 20- 40 рублями. Стоимость сохраненного урожая от применения биологических средств оценивается рентабельностью в 229 % (Злотников А., 2012).

#### Литература.

1. Мильто, Н.И.; Роль микрофлоры в защите почв. Минск. «Н-ка и техн.» 1994.- 133с.
2. Меренюк Г.В.. Деградация почв, вовлеченных в с/х оборот, решение проблемы с микро-биологических позиций. // «Probleme actuale de microbiologie si biotehnologiei». 2009. Chisinau.
3. Злотников А.К. Разработка и характеристика полифункционального препарата для защиты растений от болезней и стрессов. // Автореферат диссертации.... докт. биол. наук. ", 2012. Воронеж. 24с.

# **Влияние поверхностно-активных веществ на морфометрические показатели и содержание фотосинтетических пигментов в водных растениях**

И.А. Макарова

Самарский государственный университет, Самара, Россия, murzina300888@mail.ru

В последние годы значительно расширился ассортимент химического состава поверхностно-активных веществ (ПАВ) наряду с увеличением масштабов их производства и объемов использования. ПАВ применяют в различных отраслях промышленности, сельского хозяйства и со сточными водами сбрасывают в окружающую среду. Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) обладают целым рядом специфических свойств, к числу которых относятся способность к образованию высокократной пены, эмульгированию, усилению явлений смачивания, а также резкому понижению поверхностного натяжения на границе раздела фаз. Благодаря этому указанные соединения находят широкое применение в быту и в самых различных сферах народного хозяйства. При гигиенической характеристике СПАВ, номенклатура которых насчитывает сотни наименований, прежде всего, обращает на себя внимание их устойчивость к биохимическим процессам и способность свободно проходить сквозь слои почв. При этом они могут быть как бы кондукторами (проводниками) для многих токсических веществ. В результате, как сами пенообразователи, так и сопутствующие им вещества в состоянии проникать в глубокие водоносные горизонты, со всеми вытекающими последствиями для почв и водоёмов. Это и обусловило возникновение нового антропогенного фактора формирования продуктивности водных систем. Всё вышесказанное делает весьма актуальной проблему изучения токсикологического влияния СПАВ на гидробионты, в частности на водную флору.

Мы провели исследование влияния СПАВ на некоторые биометрические показатели водных растений и их фотосинтетическую способность.

Имеющиеся в литературе исследования, носят разрозненный характер и представлены в научной литературе в ограниченном количестве. Данная работа проводилась на примере широко используемого в быту стирального порошка «Миф». Данные по влиянию этого СПАВ на такие показатели растений как длина, масса, содержание каротиноидов, хлорофиллов *a*, *b* подтвердили зависимость фотосинтезирующих способностей растений от концентрации и состава поверхностно-активных веществ.

Мы проводили исследование влияния ПАВ на хлорофилл на примере элодеи канадской (*Elodea canadensis*) и гидриллы мутовчатой *Hydrilla verticillata* (Besser) Dandy.

Эксперимент проводился в зимний период 2014 года. Побеги элодеи и гидриллы были разделены на 10 черешков длиной, соответственно – 3 см и 4 см каждый. Растения всех опытных групп выращивались в отстоянной воде с добавлением синтетического поверхностно-активного вещества. Все отростки растений были помещены в одинаковые условия освещения и температурного режима. Стебли были разделены по группам: по 5 штук в каждой и помещены в растворы СПАВ. Уровень растворов в емкостях оставался постоянным (1 см<sup>3</sup>). Начиная с 5 дня эксперимента (через 5 суток), мы проводили анализ фотосинтетических пигментов и снимали некоторые биометрические характеристики: измеряли массу растений и их длину. Продолжительность эксперимента составила 20 дней. Концентрации поверхностно-активного вещества (порошок «Миф») были следующими: 1-ая опытная группа выращивалась при

концентрации СПАВ, равного 0,2 %, 2-ая – 0,02 %, 3-ья – 0,002 %. Контрольные группы растений выращивались в воде, не содержащей СПАВ.

Количественное определение пигментов основано на определении оптической плотности пигментов на длинах волн, являющихся максимумами их поглощения (по методу Брагинского Л.П.).

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) даже в небольших концентрациях (0,002 %) оказывали достоверно негативное влияние на длину и массу растений. Растения, в группах, содержащих СПАВ истощались, значительно уменьшилась масса растений, к концу эксперимента уменьшились в длину за счет загнивания концов побегов.

Изучение массы растений гидриллы мутовчатой показал, что характер тенденции динамики массы растений иная, нежели в случае эксперимента с элодеей. На наш взгляд, особенностью этой части эксперимента является то, что растения третьей группы гидриллы в конце эксперимента даже обогнали контрольные растения по своей массе примерно на 20 %. Такое явление можно объяснить фактом некоторой стимуляции роста растений гидриллы под действием слабых растворов СПАВ.

Негативное влияние СПАВ оказал на содержание таких фотосинтетических пигментов, как хлорофилл *a*, *b*. В группах растений с максимальной концентрацией СПАВ (0,2 %) содержание хлорофилла *a* сократилось с 0,36 до 0,06 мг/мм ткани у элодеи и с 0,23 до 0,01 мг/мм ткани у гидриллы мутовчатой. Содержание хлорофилла *b* изменилось с 0,38 до 0,05 мг/мм ткани у элодеи и с 0,12 до 0,3 мг/мм ткани у гидриллы мутовчатой (при концентрации СПАВ 0,2 %). В контрольных группах содержание хлорофилла *a*, *b* за время эксперимента возросло.

Влияние данного СПАВ на каротиноиды в зависимости от его концентрации либо замедляет увеличение их содержания, либо способствует уменьшению их количества. В контрольной группе в течение эксперимента содержание каротиноидов возросло с 0,58 до 0,87 у элодеи и с 0,18 до 0,93 у гидриллы. В группах растений, с максимальной концентрацией СПАВ (0,2 %), количество каротиноидов сократилось в половину.

Полученные результаты могут быть использованы в дальнейших научных исследованиях, связанных с изучением соотношения степени зависимости влияния поверхностно-активных веществ на фотосинтезирующие способности гидробионтов.

Таким образом, мы можем предположить, что не только самый «рядовой» стиральный порошок «Миф» оказывает столь негативное влияние на рост и развитие водных растений, но и всевозможные другие – средства для стиральных машин, посудомоечных машин, мойки посуды, чистки стекол и пр.

Все эти соединения, попадая в водоемы, пагубно влияют на различные водные растения, возможно, обладают способностью к аккумуляции в них. Если учесть, что травоядные рыбы, являясь консументами первого порядка, активно поглощают водные растения, также способны служить депо СПАВ. Если проследить пищевую цепь далее: консументы первого порядка – консументы второго порядка – консументы третьего порядка – человек, то становится не только ясно, что многочисленные растения и животные страдают и накапливают СПАВ, но и страшно, поскольку эти поверхностно-активные вещества, химически весьма активные, могут попасть в организм человека, нарушить его метаболизм, вызвать заболевания и т.д.

## **Features of Protein Metabolism in Broiler Chickens Cobb-500 for Inclusion Humilid in the Ration**

Ievgeniia Mikhailenko, Vitaliy Griban, Liliya Stepchenko  
Dnepropetrovsk State Agrarian-Economic University, Dnepropetrovsk, Ukraine,  
stepchenko@rambler.ru

It is known that growth regulators broiler chickens, which contain in the structure of humic substances of nature, when they are added to the basic diet as a feed additive influence on the processes of protein metabolism, activating both anabolic and catabolic phase. New feed additive Humilid was obtained by activation of humic substances with acid-alkaline hydrolysis of peat, which was selected using a screening assessment system raw peat toxicity and a wide range of biological effects, developed in the laboratory of humic substances to them. prof. LA Khristeva Dnepropetrovsk State Agrarian University of Economics. The composition of the feed additive Humilid than sodium salts of humic acids include peptides, amino acids, polysaccharides, quinones, oxidized phenols, carboxylic acids, some micro-and macronutrients.

The purpose of the study - evaluation of the introduction of a feed additive "Humilid" in the diet of broiler chickens in terms of protein metabolism and level of productivity. Investigations were carried out in large poultry farms "Dnipro" Nikopolskogo district of Dnipropetrovsk region chickens-broilers cross Cobb-500, which were grown in poultry houses floor method. Control group of broiler chickens differed from experienced only by the fact that the latest in the diet along with the water injected feed additive humic nature, dosing it with medicator. In each group the number of animals (24.8 thousand. Chickens), tribal characteristics, conditions, feeding and treatment and preventive measures are the same. The level of protein metabolism judged by blood biochemical parameters (total protein and its fractions), as well as the balance of amino acids. The productivity level was determined by the zootechnical performance.

The experiment found that by the end of the period of growing chickens average weight body of one chicken in the experimental group treated with water Humilid on average increased by 5.5%, and the gross growth, which amounted to 45877kg was up 5.9% compared with the control group. The average daily weight gain in broilers fed with water dietary supplement humic nature, has increased over the entire period of almost 2.5 g The number of dead birds has decreased in the experimental group by 12%, and stamping down 6%. At the same time in the blood of experimental chickens were reported increase of quantitative characteristics as total crude protein on average by 15%, and there fractions.

In addition to the experiment, 17 amino acids in feed and litter control and experimental chickens fed with water Humilid. Found that the total amino acid content in the litter on the balance of experimental broilers was lower by 10% compared to the number of amino acids in the litter from chickens not treated with diet dietary supplement. This fact may indicate a better absorption of amino acids experienced feed the chickens. It may be noted that the total quantity of essential amino acids has also decreased by 10% and replaceable by 9.4% compared to the control. However, uptake ratios of individual amino acids were varied over a broad range. In the gastro-intestinal tract of chickens fed Humilid became more assimilated aspartic acid, serine, alanine, an average of 8-11%. Of the essential amino acids in the internal environment of broiler chickens became more absorbed isoleucine, leucine, phenylalanine, methionine - an average of 5-7%, histidine and threonine - an average of 9-12%. Thus Humilid added to the basic diet as a feed additive effect on the digestibility of the individual amino acids by the body of broiler providing a higher level of exchange of proteins, which in turn leads to an increase in yield on average 5-6%.

## **Особенности белкового обмена у цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 при включении в рацион Гумилида**

Евгения Михайленко, Виталий Грибан, Лилия Степченко

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, Днепропетровск, Украина, stepchenko@rambler.ru

Известно, что регуляторы роста цыплят-бройлеров, которые содержат в своем составе вещества гуминовой природы, при добавлении их к основному рациону в качестве кормовой добавки оказывают влияние на процессы белкового метаболизма, активизируя как анаболическую, так и катаболическую фазы. Новая кормовая добавка Гумилид была получена путем активации гуминовых субстанций при кислотном-щелочном гидролизе торфа, который был отобран с использованием скрининговой системы оценки сырьевого торфа по токсичности и широкому спектру биологических эффектов, разработанной в лаборатории гуминовых веществ им. проф. Л.А. Христовой Днепропетровского государственного аграрно-экономического университета. В состав кормовой добавки Гумилид, кроме натриевых солей гуминовых кислот, входят пептиды, аминокислоты, полисахариды, хиноны, окисленные фенолы, карбоновые кислоты, некоторые микро и макроэлементы.

Цель исследования - оценка эффективности введения кормовой добавки Гумилид в рацион цыплят-бройлеров по показателям белкового обмена и уровню продуктивности. Исследования проводили в условиях крупного птицеводства "Днепровский" Никопольского района Днепропетровской области на цыплятах-бройлерах кросса Cobb-500, которые выращивались в птичниках напольным методом. Контрольная группа цыплят-бройлеров отличалась от опытной лишь тем, что последним в рацион вместе с водой вводили кормовую добавку гуминовой природы, дозируя ее с помощью медикатора. В каждой из групп количество животных (24,8 тыс. цыплят), племенные характеристики, условия содержания, кормления и лечебно-профилактические мероприятия были одинаковыми. Об уровне белкового обмена судили по биохимическим показателям крови (общий белок и его фракции), а также по балансу аминокислот. Уровень продуктивности определяли по зоотехническим показателям.

В эксперименте установлено что к концу срока выращивания цыплят средняя масса тела одного бройлера в опытной группе, получавших с водой Гумилид, в среднем увеличилась на 5,5 %, а валовый прирост, который составил 45877кг был выше на 5,9 % по сравнению с контрольной группой. Среднесуточный прирост массы у бройлеров, получавших с водой биологически активную добавку гуминовой природы, вырос за весь период почти на 2,5 г. При этом количество павшей птицы уменьшилось в опытной группе на 12%, а санитарный убой снизился на 6 %. Одновременно в крови опытных цыплят было зарегистрировано повышение количественных характеристик как общего белка в среднем на 15 %, так и соответственно его фракций.

Кроме того, в эксперименте определяли 17 аминокислот в кормах и помете от контрольных и опытных цыплят, получавших с водой Гумилид. Установлено, что общее содержание аминокислот в помете в балансовом от опытных бройлеров было ниже на 10% по сравнению с количеством аминокислот в помете от цыплят, не получавших с рационом биологически активную добавку. Этот факт может свидетельствовать о лучшем усвоении аминокислот корма опытными цыплятами. Можно отметить, что общее количество незаменимых аминокислот снизилось на 10%, а заменимых на 9,4% по сравнению с контрольным вариантом. Однако, коэффициенты усвоения отдельных аминокислот варьировали в более широких пределах. Из желудочно-кишечного канала цыплят, получавших Гумилид, стало больше усваиваться аспарагиновой кислоты, серина, аланина в среднем на 8-11%.

Из незаменимых аминокислот во внутреннюю среду организма цыплят-бройлеров стало больше абсорбироваться изолейцина, лейцина, фенилаланина, метионина – в среднем на 5-7%, гистидина и треонина - в среднем на 9-12%. Таким образом, Гумилид, добавляемый к основному рациону в качестве кормовой добавки, влияет на усвояемость отдельных аминокислот организмом цыплят-бройлеров, обеспечивая более высокий уровень обмена белков, что приводит в свою очередь к увеличению выхода продукции в среднем на 5-6%.

## Selection of Stabilizing and Conserving Agents for Cellulolytic Enzyme Preparation

Irina Moroz, Anatolij Lobanok, Raisa Mikhailova

Institute of Microbiology, NAS Belarus, Minsk, Belarus, irmorz@gmail.com

Nowadays enzymes used for fodder treatment account for a significant share of manufactured industrial enzymes because provision of high quality feed compounds underlies sustained development of vital agricultural sectors, like farm stock and poultry breeding. A broad spectrum of fodder-oriented enzyme products with diverse range of action from various manufacturers is represented at the market yet demand for novel more efficient enzyme preparations with improved properties remains to be met in full scope.

Application of exogenous enzymes degrading plant cell walls and hydrolyzing starch-free polysaccharides raises forage nutritive value and substitutes digestive enzymes of animals and birds. Cleavage of major natural polymer in plant kingdom – cellulose and its derivatives to glucose is catalyzed by cellulolytic enzymes, or cellulases referred to hydrolases (EC 3.2.1). A critical role in cellulose decomposition is played by endoglucanases (EC 3.2.1.4) often assayed for enzyme activity via their impact on carboxymethylcellulose.

Earlier strain *Trichoderma viride* BIM F-578G was selected as a promising source of cellulase enzyme complex, nutrient medium composition and optimal conditions for submerged fermentation of the fungus were defined, regimes were optimized for ultrafiltration concentration of cultural filtrate on the hollow fibers (retention limit 10 kDa). Main physical-chemical characteristics of *Trichoderma viride* BIM F-578G extracellular cellulase were established: pH and temperature optimas of action (pH 4.5-5.0 and t 40-50 °C), pH and thermal stability (pH 4.0-6.0 and t 30-50 °C).

A key criterion for successful introduction of enzyme preparations into practice is their stability determined by resistance of catalytically active protein structures to adverse effects of various denaturing factors. Destabilization of enzyme protein is correlated with conformational changes in its tertiary structure. It should be noted that solution of stabilization problem is likely to enlarge considerably application area of enzyme preparations. Most common method of enzyme stabilization envisages supply of protein-fortifying supplements. To prevent inactivation and microbial contamination, mineral salts, polyols, polyelectrolytes, sugars, sugaralcohols, enzyme substrates, conserving chemicals are added to enzyme preparations.

Aim of this research was to choose stabilizing and conserving substances to promote long-term preservation of enzymatic activity in *Trichoderma viride* BIM F-578G cellulolytic preparation. Desalting, concentration and partial purification of cultural filtrate derived from strain-producer of polysaccharide-degrading enzymes was conducted by ultrafiltration technique. Cellulase activity was estimated by colorimetric method based on analysis of reducing sugars released by enzymatic action on the substrate - sodium carboxymethylcellulose.

The completed investigations assessed influence of stabilizers (glycerol, sorbitol, polyethyleneglycol with MW 6000; calcium chloride, sodium carboxymethylcellulose) and conserving agents (sodium chloride, sodium benzoate and merthiolate) on activity and stability of *Trichoderma viride* BIM F-578G cellulase. It was found that stabilizing effect depended on the level of tested substance, pH of concentrated cultural filtrate and temperature of storage. The obtained data evidence that sorbitol (15 %) and sodium benzoate (0.25 %) may be efficiently used to secure stability of enzyme preparation and to guarantee its storage during 3 months in temperature range +4 ° to +10 °C. The obtained results will be used in biotechnology of manufacturing enzyme preparation for fodder processing.

## Humic Substances Alter Uptake of Nanodiamonds by Wheat Plants

Ivan Myasnikov, Maria Chernysheva, Gennadii Badun, Viktor Korobkov, Natalia Kulikova  
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, myasnikov751@gmail.com

Rapid development of nanotechnology results in increasing inflow of nanoparticles in the environment. Nanodiamonds produced by detonation are of great interest for surface grafting and biological applications. Thus, it necessarily study their interaction with environmental components and living systems. Humic substances are among the most reactive components of all kind of the environment and can influence on all aspects of compounds behavior in the environment including uptake by biota. The goal of this study was to develop a quantitative technique of nanodiamond determination in plants and to assess effect of HS on this process. To this end we used tritium labeled nanodiamonds and two methods of registration of beta-particles: autoradiography and liquid scintillation counting.

Tritium label was introduced in nanodiamonds by means of tritium thermal activation technique [1]. Six-days old seedlings of wheat were transferred into the suspension containing tritium labeled nanodiamonds (15 mg/L) and HS (50 mg/L) for 24 h. Then plants were taken out from the suspensions, divided into roots and shoot sections and were dried under press for about a week. Dried sections were subjected to autoradiography analysis using tritium sensitive film produced by Kodak. Film developing, fixing, and washing were performed according to the procedure recommended by the manufacturer. After imaging obtaining both roots and shoots were completely decomposed in nitric acid following by radioactivity measuring by means of liquid scintillation counting for quantitative determination of nanodiamonds in corresponding section.

Our data show that nanodiamonds adsorb on the surface of roots and penetrate into shoots. In the report we will discuss the peculiarities of the distribution of nanodiamonds in the plants sections and how different types of HS isolated from different sources influence on this process.

This work was supported by the Russian Foundation of Basic Research (14-03-00280).

1. Badun G.A., Chernysheva M.G., Yakovlev R.Yu., Leonidov N.B., Semenenko M.N., Lisichkin G.V. *Radiochimica Acta*. 2014 (102). DOI 10.1515/ract-2013-2155



## Study of the Protective Ability of Humic Acids in Relation to the $\text{Cu}^{2+}$ in Natural Objects

T.A. Panova, N.S. Prilutskaya, T.A. Korelskaya

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

Investigation of the sorption capacity of humus acids is the task of practical significance. Humus acids can bind metal ions to stable complex compounds and show a protective action, which is very important, for example, for the remediation of soils with high technogenic pressure.

The object of study was the samples of peat bogs of Arkhangelsk and hydrolytic lignin from the landfill Onega hydrolytic plant. Were isolated preparations of humic (HA), fulvic (FA) and gimatomelanic (GA) acids from this samples using well-known techniques. The isolated acids were studied for sorption capacity with copper ions ( $\text{Cu}^{2+}$ ) at pH values from 3.5 to 6.5. Determination of the equilibrium concentration of  $\text{Cu}^{2+}$  in the solution after adsorption was carried out by extraction-photometric method according to GOST 50684-94. Were used mathematical models of Langmuir and Freundlich to evaluate the sorption capacity of humic acids.

In general, the highest efficiency of  $\text{Cu}^{2+}$  sorption was found for HA and GA of lignin. Thus, in the molecules of these acids will increase the number of sorption centers (maximum adsorption 45mg/g and 60mg/g, respectively) with pH increase, against which decreases the number of FA (maximum adsorption 20 mg/g). There is an increasing Cu binding activity to GA peat preparations at pH 6.5 to 90 mg/g, which may be caused by increase in the molecules of these acids phenolic hydroxyl groups of the total number of functional groups.

All drugs of humus acids of the lignin characterized the highest values of the ratio of the  $\text{Cu}^{2+}$  adsorption intensity ( $n$ ) in the whole range of the pH values. With increasing pH is increase this indicator for HA both of the investigated objects and FA of lignin to 1.2 - 2.5. For the other drugs acids  $n$  values decrease with alkalization.

Maximum adsorption selectivity for all humus acids is present at pH = 3.5, the values of the  $K_p$  coefficients are in the middle reach  $2.5 \cdot 10^6 - 3.5 \cdot 10^6$ . The adsorption selectivity humus acids of peat and lignin decreases with increasing pH, but the highest value of the  $K_p$   $\text{Cu}^{2+}$  is present HA of lignin ( $K_p = 0.8 \cdot 10^6$ ).

Evaluation of the affinity of humus acids drugs to  $\text{Cu}^{2+}$ , showed an increase of the affinity degree for HA of peat and FA of lignin with increasing pH from 2.2 and 5.7 to 50.8 and 73.0 respectively. The affinity of the other studied samples of the humus acids with respect to copper is reduced with at the alkalization of the solution. Humus acids of can be arranged in a descending series peat in terms of their selectivity for copper: HA > GA > FA and humus acids of lignin is series: FA > HA > GA.

The binding strength  $\text{Cu}^{2+}$  of GA of the all investigated samples and HA of lignin is increasing with the alkalization of the solution.

From the obtained data it can be assumed that the introduction of lignin in soils will facilitate the binding of copper in the slow-moving connection with HA and GA in the upper layers and the removal of  $\text{Cu}^{2+}$  of migration flows. Thus, lignin largely performs sanitizing function when incorporated in copper contaminated soil compared to peat.

## Effect of Seed Treatment with Magnetite and Chitosan on Seed Germination and Growth of *Triticum aestivum* L.

Aksana Parfenova<sup>1</sup>, Elena Lasareva<sup>1</sup>, Natalia Azovtseva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, parf@colloid.chem.msu.ru

<sup>2</sup>V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia

Iron is one of the most common elements in the Earth's crust. It plays an important role in the life activity of plants. The deficiency of iron is a limiting factor of plant growth. Iron is present at high quantities in soils (2-3%), but its availability to plants is usually very low. The  $\text{Fe}^{2+}$  form is physiologically more significant for plants. The way to prevent the  $\text{Fe}^{2+}$  form oxidation is its stabilization with chelating agents (EDTA, DTPA, amino acids, humic-fulvic acids). Recently, a positive effect of high dispersed magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) on the germination and growth of wheat has been showed [1]. Chitosan (Ch) is another chemical that has been recently used in agriculture. This biopolymer (a cationic polysaccharide mainly obtained from waste materials from seafood processing) has antiviral, antibacterial and antifungal properties. When Ch is applied to plant seeds, their germination index is enhanced, the mean germination time is reduced, root length and plant height increased [2]. In our work we decided to examine joint action of high-dispersed magnetite and chitosan on the seed germination and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds.

The investigation of seed germination and plant growth was made by the method of miniatures. Ch (Mw 300 kDa, with a deacetylation degree of 85%, BioProgress Technology Ltd, Schelkovo) was prepared in chloride salt form. Its concentrations were varied from 0 to 0,04%, and the concentration of magnetite was constant (20 g/l). Magnetite was prepared by reaction of ammonium hydrate with the mixture of ferric chloride and ferrous sulfate under intensive mixing in water solution [3]. The mean particle size determined by LALLS was 400 nm. Collected wheat seeds ( $0,035 \pm 0,003$  g) were placed in 10 ml bulbs where 3 ml of magnetite suspension and different quantities of chitosan solutions were added. The bulbs were put aside for 4,5 hours. The seeds were planted in soil (Chernozem of Kursk Nature Reserve) and watered with 10 ml of water. The influence of conditions on the seed germination was estimated by seeds viability in three days. The estimation of shoot height, root length and weight of plants were made in a week after planting seeds for each variety. The planting was at room temperature. The estimation was made on the base of average value with respect to three planting.

It was shown that joint action of chitosan and magnetite is 1,3 times more effective in seed germination, comparatively to control test. The seed treatment with chitosan gave practically the same result but the treatment with magnetite did not show positive results in seed germination. All methods of the seed treatment (chitosan, magnetite and joint action of magnetite and chitosan) show an increase in plant growth, root length, and weight of plants. This increase is extremely depended on the concentration of chitosan. Further investigation for the optimization of chitosan/magnetite proportion for improving seed qualities is required.

1. Kudryavceva E.A., Anilova L.V., Kuzmin S.N., Sharygina M.V. Influence of various forms of iron on germination of seeds of *Triticum Aestivum* L. // Vestnik OGU, 2013, № 3 (155), p. 46–48.

2. Shao CX, Hu J, Song WJ, Hu WM. Effects of seed priming with chitosan solutions of different acidity on seed germination and physiological characteristics of maize seedling. // J Zhejiang Univ Agric Life Sci. 2005, v. 31, № 6, p. 705–708.

3. Gervald A.Yu., Prokopov N.I., Shiryakina Yu.M. Synthesis of superparamagnetic magnetite nanoparticles. // Fine Chemical Technologies (Vestnik MITHT), 2010, v. 5, № 3, p. 45–49.

## RNAi-Mediated Action of Biostimulants on Increase of Resistance of Sugar Beet and Rape Plants to Parasitic Nematode *Heterodera schachtii*

Sergey Ponomarenko<sup>1</sup>, Victoria Tsygankova<sup>2</sup>, Tatyana Stefanovska<sup>3</sup>, Anatoly Galkin<sup>4</sup>, Yaroslav Blume<sup>4</sup>

<sup>1</sup>National Enterprise Interdepartmental Science & Technology Center "Agrobiotech" of NAS and MES of Ukraine, Kiev; e-mail: "MHTL Arpo6ioteX" <lap135@ukr.net>

<sup>2</sup>Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry, NAS of Ukraine, Kiev

<sup>3</sup>National University of Life and Environmental Science of Ukraine, Kiev

<sup>4</sup>Institute of food biotechnology and genomics, NAAS of Ukraine, Kiev

Parasitic cyst root nematode *Heterodera schachtii* Schmidt is dangerous pest that damages sugar beet and oilseed rape plants in world's developed countries. The annual and cumulative damage of world agricultural production due to nematode infestations are estimated at over 125 billion USD. The currently existing methods for controlling the distribution of nematodes and the reduction in the yield of important crops are soil fumigants, nematicides and insecticides of synthetic origin. Their use is practically restricted in most countries because of their high toxicity to humans and contamination of the environment. Traditional methods include genetic engineering and breeding methods, and various biocontrol technologies, i.e. application of various organic soil fertilisers and industrial waste of vegetable or animal origin, compost, the changes in the soil pH, introduction of antagonistic and competitive microorganisms in the soil, the crop rotation with the development of cultures resistant to nematodes, application of essential oils of various herbs with an anti-nematodic effect. Unfortunately, a combination of the above listed methods can only depress the high viability of this pest class.

The discovery of small regulatory RNAs (si/miRNAs) that play a key role in Posttranscriptional Gene Silencing (PTGS) has allowed to realize gene expression control and to increase of plant resistance to this parasitic nematode. In our researches we elaborated and proposed new alternative strategy for nematode disease management that is based on application of new ecologically safe polycomponent biostimulants Biogen, Regoplant and Stimpo for increase of resistance of sugar beet and oilseed rape plants to nematode *Heterodera schachtii* through the inducing of synthesis of immune-protective si/miRNAs in the plant cells. The main components of these biostimulants are: antiparasitic antibiotic aversectine C produced by soil streptomycete *Streptomyces avermitilis* and metabolism products (i.e. aminoacids, fatty acids, polysaccharides, phytohormones, and microelements) produced by micromycete *Cylindrocarpon obtusiusculum* 680 that is isolated from Panax ginseng root system and cultivated *in vitro*. In the experiments conducted in the field and greenhouse conditions we found that these biostimulants considerably increase resistance (up to 74-98 %) of sugar beet and rape plants to the parasitic nematode *Heterodera schachtii*. The maximal reduction (~on 75-80 %) of amount *Heterodera schachtii* larvae in the sugar beet and rape roots occurred at application of these biostimulants at concentrations of biostimulants: Biogen - 1 µg/ml, Regoplant - 1 µg/ml and Stimpo - 5 µg/ml.

In the laboratory molecular-biological experiments we studied genetic indexes of increasing of resistance of sugar beet and rape plants to parasitic nematode *Heterodera schachtii* Schmidt under impact of biostimulants Biogen, Regoplant and Stimpo. Using Dot-blot hybridization method we revealed considerable increase of difference in the percent of homology (up to 23-27 %) between the populations of cytoplasmic mRNA isolated from control uninfected and untreated plants and small regulatory si/miRNA isolated from experimental infected by nematode and treated with biostimulants plants. Testing inhibitory activity of isolated si/miRNA preparations on the templates of own plant mRNA and nematode mRNA in the wheat embryo cell free system of protein synthesis we found increasing of silencing activity (up to 58-65 %) of si/miRNA preparations that were

isolated from experimental infected by nematode and treated with biostimulants plants. The lowest silencing activity (up to 10-15 %) was observed for si/miRNA isolated from experimental infected by nematode and untreated with biostimulants plants as compared to activity of si/miRNA isolated from control uninfected and untreated plants. Obtained results testify that polycompositional biostimulants induce synthesis in the sugar beet and rape plants of small regulatory si/miRNA with specific anti-nematodic activity; as a result plant resistance against parasitic nematode *Heterodera schachtii* considerably increases.

Using method Northern-blot hybridization of si/miRNA isolated from rape plants with the amplified by PCR cDNA fragment of conservative region 8H07 gene *Heterodera schachtii* we revealed the presence of high homology between si/miRNA isolated from the plants and this cDNA fragment. Today it is known that 8H07 gene codes one important secretory protein of esophageal glands of this parasitic nematode. We showed that compositional regulator Regoplant increase resistance of rape plants to nematode *Heterodera schachtii* by inducing synthesis of si/miRNA, specific to the cDNA fragment of conservative region 8H07 gene *Heterodera schachtii*. This amplified cDNA fragment was used for creation of recombinant gene with complementary antisense dsRNA sequence with further *Agrobacterium tumefaciens*-mediated genetic transformation of rape plants and increasing of their resistance to parasitic nematodes.

## Эффект применения биостимулянта «Регоплант» в виноградарстве Южного региона Украины

С.П. Пономаренко<sup>1</sup>, Г.М. Кучер<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГП «МНТЦ Агробіотех» НАН і МОН України, д.б.н., Київ, Україна

<sup>2</sup>ННЦ «ІВіВ ім. В.Е. Таїрова», Одеса, Україна

На современное экологическое состояние агросистем Украины в значительной мере влияют антропогенные факторы: использование химических удобрений, значительного количества химических средств защиты в борьбе с болезнями и вредителями и др.

**Целью исследований было:** изучить влияние нового биорегулятора «Регоплант» (разработчик и автор ГП «МНТЦ Агробіотех» НАН і МОН України) на степень развития растений винограда, повышения устойчивости к болезням, стрессовым факторам окружающей среды как в период вегетации, так и в осенне-зимний период, а также возможность повышения урожая винограда и его качественных показателей.

Исследования выполняли в 2013 году специалисты лаборатории физиологии отдела размножения ННЦ «ІВіВ ім. В.Е. Таїрова» и ГП «ОПХ «Таїровське». Исследования проводили на техническом сорте Каберне Совиньон, столовых сортах – Мускат жемчужный и Загадка. Формирование кустов – двухштамбовый кордон, схема посадки – 2,5\*1,5 м<sup>2</sup>, культура винограда – неукрывная и неполивная.

Учетные кусты в опытах отбирали равные по силе роста и элементам плодоношения. Для этого весной путем агробиологических учетов кусты нагружались одинаковым количеством глазков, побегов, соцветий в соответствии с биологическими особенностями опытных сортов винограда.

Кусты опрыскивали водными растворами препарата «Регоплант» из расчета 100 мл/1000 л воды на 1 га (т.е. 0,01% раствор) в сроки: за 7-10 дней до цветения (I срок), сразу после цветения (II срок), в фазу роста ягод (III срок) и в начале созревания ягод (IV срок).

На сорте Одесский черный в плане производственных испытаний проводили опрыскивание на площади 5 га раствором «Регопланта» из расчета 50 мл препарата на 1 га площади при каждой химической обработке по принятой системе защиты, и 5 га без препарата «Регоплант» – контроль.

**Результаты исследований.** Полученные результаты по всем вопросам положительные. Опрыскивание растений винограда раствором препарата «Регоплант» было эффективно. Обработки приводили к стимуляции роста побегов и развитию листовой поверхности. При этом рост побегов стимулировался в основном в направлении боковой меристемы, т.е. увеличивался диаметр побегов. Так, у сорта Каберне Совиньон диаметр побегов повышался на 10,7%, у сорта Загадка на 11,4%, у сорта Мускат жемчужный – на 11,7%. При этом линейный рост побегов был практически на уровне контроля, хотя отмечалось среднее увеличение длины междоузлий, которая повышалась в опытных вариантах на 10-12%, что давало возможность кустам лучше проветриваться, благодаря чему отмечалось ингибирование развития грибных заболеваний.

Опрыскивания «Регоплантом» стимулировали развитие листьев на кустах, поэтому площадь листовой поверхности кустов увеличивалась на 10-12%. Известно, что усиление процессов роста и развития растений происходит благодаря интенсивности фотосинтетической деятельности в тканях листьев. Полученный экспериментальный материал по содержанию пигментов в тканях листьев показал более высокое их содержание в опытных вариантах всех изучаемых сортов (на 10-20%), отличаясь лишь в абсолютных величинах в силу их биологических особенностей (толщина и плотность листовой пластинки). При этом до конца

вегетации (конец августа) содержание пигментов в опытных вариантах было на более высоком уровне, по сравнению с контрольными. Кроме того, отмечено, что оводненность тканей листьев была выше в опытных вариантах, особенно у сорта Каберне Совиньон, как в период интенсивного роста, так и в конце вегетации. При этом при увеличении общей оводненности тканей содержание легкоудерживаемой воды было ниже, чем в контрольных вариантах. Известно, что этот показатель является сигналом реакции растений на неблагоприятные факторы окружающей среды, а лето этого года отличалось высокими температурами воздуха и засухой в июле-августе. Можно предположить, что опрыскивания кустов препаратом «Регоплант» способствовало повышению защитных функций на действие неблагоприятных факторов, повышая водоудерживающую способность тканей листьев, которая была по вариантам выше на 4-9% (в абсолютных величинах) по сравнению с контролем. Такое улучшение водообеспечения тканей листьев и более интенсивных процессов метаболизма (дыхание и накопление пигментов) не могло не повлиять на показатели урожая. Так на всех опытных сортах было отмечено увеличение урожая на обработанных «Регоплантом» участках. Повышение урожая с куста рассчитывали по массе гроздей, так как их количество мы оставляли на учетных кустах одинаковым в зависимости от сорта. Увеличение массы гроздей отмечено на всех исследованных сортах как за счет увеличения массы и объема ягод в грозди, так и за счет увеличения их количества в грозди.

В период сбора урожая в сентябре шли дожди, что способствовало развитию гнилей на ягодах, особенно на сорте Загадка, но на обработанных «Регоплантом» кустах этого сорта процент гнилей был на 50% ниже, чем в контроле. Также было отмечено уменьшение поражения ягод оидиумом (который в этом году был значительно распространен) под влиянием обработок «Регоплантом».

У столового сорта Загадка отмечена также более высокая прочность кожицы ягод. Так, прочность ее раздавливания повысилась на 11,6% по сравнению с контролем, что очень важно как для транспортировки столовых сортов винограда, так и для более длительного их потребления в свежем виде.

Но самое главное то, что после обработок «Регоплантом» улучшаются кондиции сока ягод, что особенно важно для технических сортов. Так у сорта Каберне Совиньон содержание сахаров в соке увеличилось на 1,2 г/100 см<sup>3</sup>, у сорта Одесский черный – на 1,6 г/100 см<sup>3</sup>.

Кроме исследований на учетных участках были проведены производственные испытания препарата «Регоплант» в условиях опытного хозяйства Таировское на виноградниках сорта Одесский черный на площади 10 га. На площади 5 га опрыскивания проводили смесью ядохимикатов против болезней вредителей винограда + препарат «Регоплант» из расчета 50 мл/га (опыт). На другом участке площадью 5 га опрыскивание проводили теми же химикатами без препарата «Регоплант» (контроль) в те же сроки, что и на учетных участках. Кусты нормально функционировали, зараженных на оидиум было в пределах 2-3%, на контрольном участке 12-14%. Урожай на опытном участке составил 87,6 ц/га, на контрольном – 81,08 ц/га при сахаристости сока на опытном участке 17,8 г/100 см<sup>3</sup> при 16,2 г/100 см<sup>3</sup> на контрольном участке, кислотность сока, соответственно, составила 6,4 г/дм<sup>3</sup> и 6,8 г/дм<sup>3</sup>.

Дегустации виноматериалов сортов Каберне Совиньон и Одесский черный, изготовленных с урожая винограда опытных участков, обработанных растворами препарата «Регоплант», показали более высокое качество этих образцов по сравнению с контролями. Отмечено, что они имеют более интенсивный аромат, вкус, экстрактивность, особенно сорт Одесский черный, который получил оценку 7,99 балла при 7,97 балла у контрольного образца. Химический анализ опытных и контрольных образцов показал, что содержание спирта в контролях было на уровне

10,7% (Каберне Совиньон) и 8,7% (Одесский черный), в опытных образцах, соответственно, 11 и 10%, т. е. было на 0,3-1,3% выше. Показатели титруемой кислотности и аминного азота в опытных образцах, наоборот, было ниже, особенно в образцах сорта Одесский черный. Показатели экстрактивности вина – фенолов, в опытных образцах было выше, чем в контроле, особенно при обработках сорта Каберне Совиньон. Виноматериалы обеих сортов отличались также более высокой концентрацией красящих веществ, хотя эти сорта по своим биологическим особенностям вообще отличаются интенсивным окрашиванием вина, но в опытных образцах их было выше на 20 мг/дм<sup>3</sup>. Эти факты задают направление для расширения исследований в области создания биологических или органических виноградных виноматериалов.

| Вариант               | Количество живых глазков после зимовки, %, % |            |
|-----------------------|----------------------------------------------|------------|
|                       | центральных                                  | замещающих |
| Сорт Каберне Совиньон |                                              |            |
| Регоплант             | 62,50                                        | 80,00      |
| Контроль              | 47,00                                        | 55,30      |
| Сорт Загадка          |                                              |            |
| Регоплант             | 73,00                                        | 83,80      |
| Контроль              | 48,70                                        | 47,30      |

# Application of Humic-Mineral Nutritious Mixes is Main Procedure of Biological Correction

Alexander Popov

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russian Federation, paihumic@gmail.com

The increase in productivity of agricultural plants and plant protection against diseases and wreckers are the central questions of modern agrobiolgy. An elucidation of application points of the some factors, limiting plant productivity process, is one of the main directions in the field of crop regulation. The better the conditions for growth and development of agricultural plants, the higher a crop. The crop size is result of their existence in concrete soil climatic conditions.

A regulating of biochemical and physiological processes in plants can is carried out by application of biological preparations and complex humic-mineral nutritious mixes. Application of these mixes is realized by folia treatment of plant crops.

Field tests were conducted at working environment at some regions of the Russian Federation by LTD "Neftegazkontrakt". The author thanks this company for pleasantly given results of the field tests of 2013-2014 (Table 1).

Table 1. Results of field tests (2013–2014).

| №№ | Agricultural cultures | Physical location | Area, ha |      | Crop, tons/ha |      | Increase of crop tons/ha (%) |
|----|-----------------------|-------------------|----------|------|---------------|------|------------------------------|
|    |                       |                   | Control  | Test | Control       | Test |                              |
| 1  | Potatoes              | Tambov Region     | 2        | 2    | 38.0          | 52.5 | 14.5 (38.2)                  |
| 2  | Sugar beet            |                   | 60       | 10   | 42.0          | 54.6 | 19.2 (30.0)                  |
| 3  | Spring barley         |                   | 1        | 1    | 1.60          | 1.98 | 0.38 (23.8)                  |
| 4  | Carrot                | Volgograd Region  | 2        | 2    | 28.8          | 48.0 | 19.2 (66.7)                  |
| 5  | Potatoes              |                   | 1        | 1    | 24.6          | 31.4 | 6.8 (27.6)                   |
| 6  | Potatoes              |                   | 1        | 1    | 22.0          | 25.0 | 3.0 (13.6)                   |
| 7  | Potatoes              |                   | 1        | 1    | 18.0          | 21.0 | 3.0 (16.7)                   |
| 8  | Potatoes              |                   | 1        | 1    | 16.0          | 18.0 | 2.0 (12.5)                   |
| 9  | Spring barley         | Astrakhan Region  | 4        | 4    | 1.77          | 2.31 | 0.54 (30.5)                  |
| 10 | Melon                 |                   | 5        | 3    | 1.8           | 2.5  | 0.7 (38.9)                   |
| 11 | Green lucerne mass    | Krasnodar Krai    | 60       | 5    | 2.26          | 30.2 | 7.6 (33.6)                   |
| 12 | Spring wheat          | Orel Region       | 18       | 18   | 2.69          | 2.95 | 0.26 (9.7)                   |
|    |                       |                   |          | 18   |               | 3.17 | 0.48 (17.8)                  |
| 13 | Spring barley         |                   | 20       | 20   | 3.51          | 4.13 | 0.62 (17.7)                  |
|    |                       |                   |          | 20   |               | 4.32 | 0.81 (23.1)                  |
| 14 | Spring barley         |                   | 20       | 20   | 2.34          | 2.59 | 0.25 (10.7)                  |
|    |                       |                   |          | 20   |               | 2.66 | 0.32 (13.7)                  |
| 15 | Spring barley         | Kursk Region      | 25       | 25   | 3.00          | 3.90 | 0.90 (30.0)                  |
| 16 | Winter wheat          |                   | 25       | 25   | 5.00          | 5.80 | 0.80 (16.0)                  |
| 17 | Winter wheat          |                   | 20       | 20   | 5.93          | 7.00 | 1.07 (18.0)                  |
| 18 | Soya bean             |                   | 20       | 20   | 1.87          | 1.98 | 0.11 (5.8)                   |

The folia treatment of plant crops was carried out by the liquid fertilizer "Extract of Humic Acids "NIVA"" (number of the state registration: 245–13–284–1). The author of this paper is one of developers of the fertilizer "NIVA".



Humic substances (HS) and macro- and microelement (N, P, K, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe, B, Mo, Co and I) compounds went to make up to the fertilizer “NIVA”. Humic substances were extracted from a vermicompost by certain salt solution. In this case HS did not contain lipids, which are toxic for plants. This fertilizer had pH = 6–8. From summarizing the experience of industrial applying of the fertilizer “NIVA” solutions, it can be pointed that they have the positive influence on all tested agricultural plants (Table 1).

Besides, fertilizer “NIVA” is well combined with biological phytosanitary products: insecticides, fungicides and bactericides. Experimental results at Krasnodar showed that the biological insecticide (Lepidocid) together with “NIVA” was very effective against larvae of mining insects (in particular, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic).

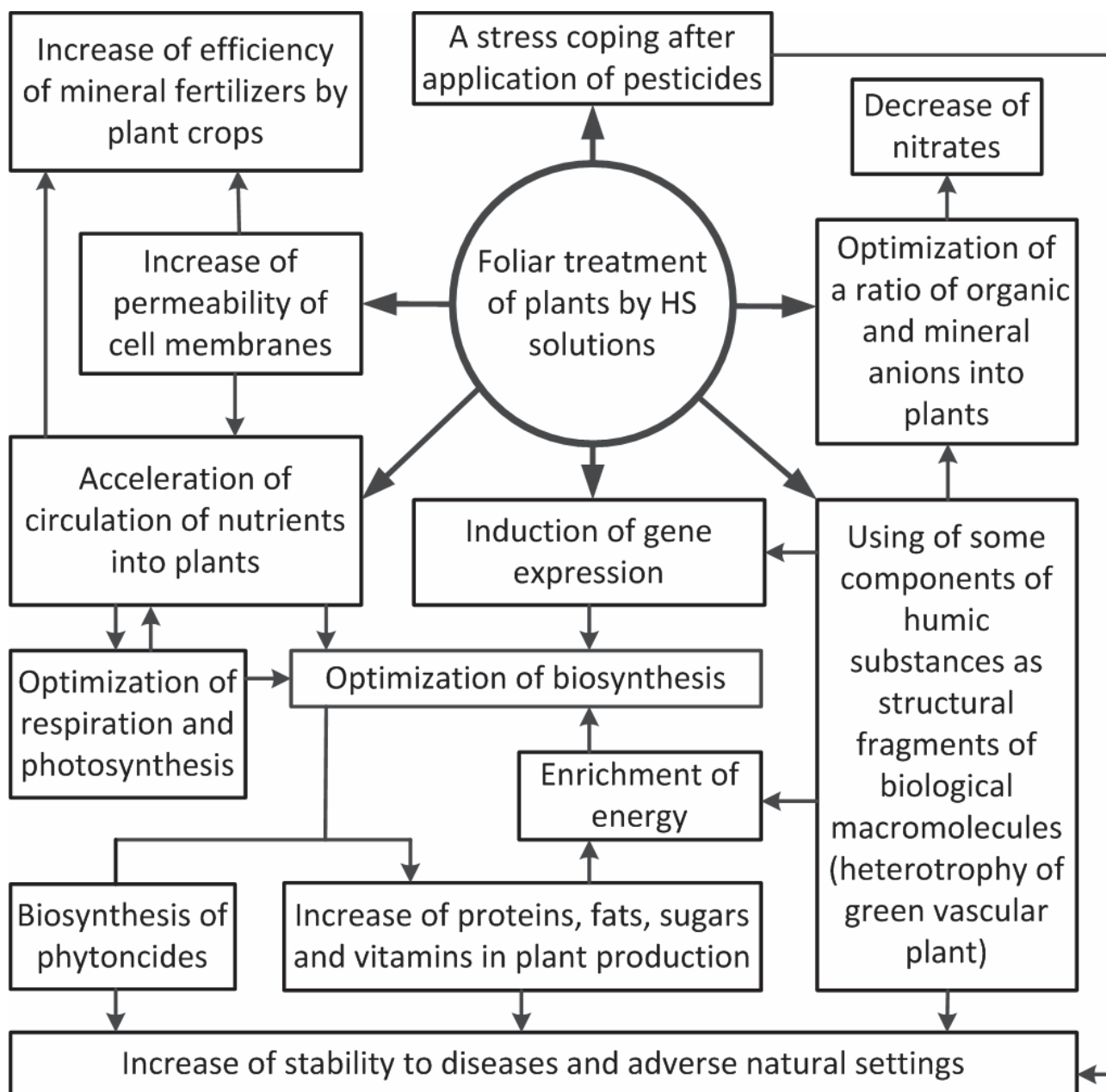


Figure 1. The influence of HS on plants.

The folia treatment of plants by the nutritious mixes, containing HS, is one of effective and economically sound methods of biological correction, which allows compensating a deficiency of mull humus in arable soils. The biological activity is one of the important properties of HS. Humic substances have multiple effects on the biophysical and biochemical processes, proceeding in plants (Figure 1).

## **Influence of Preparations the Humic Nature on the Formation of Crop Yields**

Mikhail Rumbakh, Liliya Stepchenko

Dnepropetrovsk State Agrarian-Economic University, Dnepropetrovsk, Ukraine,  
stepchenko@rambler.ru

The ecological role of humic substances in the biosphere is enormous, and includes such important components as the part in the stabilization of disturbed man-made factors balance in ecosystems. Against the background of increasing anthropogenic load is particularly relevant problem of obtaining pure crop production. Agricultural production in the conditions of anthropogenic impact is complicated by problems of violations of the physiological state of plants and animals, their resistance, contamination of crop products. One of the ways to improve the situation is to use environmentally friendly adaptogens, which include widespread humic substances in soils, peat, sapropel, brown acne.

Based on years of research on the Problem Laboratory humic humic substances to them. prof. L.A. Khristeva so far developed and the technology of production of biologically active humic substances I and II generation. The resultant preparations exhibit, immunomodulatory, adaptogenic, anti-stress effects. Besides technological schemes of application of biologically active substances humic nature: plant - under different cultures and in different conditions.

Humilid, humic preparation, was obtained by activation of humic substances of peat with acid-alkaline hydrolysis. For the production of the drug is usually used with a degree of lowland peat decomposition and mineralization of not more than 25 and 30%, respectively. The drug other than sodium salts of humic acids, also contains amino acids, peptides, polysaccharides, quinones, oxidized phenols, carboxylic acids, certain macro and micro elements.

Analysis of the results of two and three-year field study winter wheat shows that the use of Humilid simultaneously with seed treatment and making it in the period of vegetation leads to increased profitability on 11,6-14,7% per hectare of crops as compared to the underlying technology. Along with an increase in the yield of winter wheat in experiments using Humilid was established to improve the quality of grain. Thus, grain protein content increased by an average of 2,1-4,3% and the gluten - to 5,7-8,9% compared to the control. Application Humilid seed treatment of winter barley in conjunction with the introduction of biologically active substances humic nature during the growing season in options on the background of full or partial mineral nutrition of plants helped increase yields by an average of 0.8-1.6 t / ha. Making a further Humilida soil yields of winter barley increased by 2.4 t / ha compared with the control.

Humilid drug use when making the soil before planting (1 l / ha) and a single application of it in the vegetation period (0.1 l / ha) contributed to higher yields of silage corn by an average of 24.1 centners per hectare on the option without biologically active preparation of the humic nature. In a field experiment at sunflower cultivation using Humilid crop yield increased by 2.1% compared to the control.

Thus, the findings suggest that the positive impact on growth, development and the formation of the structure of yield of major crops when grown in No-till biologically active preparation of the humic nature Humilid using it directly in the ground or in a combination of this method with seed treatment and foliar treatment plants. The greatest effect of humic fertilizers on crop productivity at the same time was recorded in the case of a joint application of all of the above methods of drug effects on soil, seeds and vegetative plant. This process of increasing the yield of crops was always accompanied by the improvement of the quality of produced agricultural products. Thus, in the grain cereal crops in the background of the drug Humilid increased total protein level, increases the total amount of free amino acids, including the essential and especially sulfur.

## **Влияние препаратов гуминовой природы на формирование урожайности сельскохозяйственных культур**

Михаил Румбах, Лилия Степченко

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, Днепропетровск, Украина, stepchenko@rambler.ru

Экологическая роль гуминовых веществ в биосфере огромна, и включает в себя такую важнейшую составляющую, как участие в стабилизации нарушенного техногенными факторами равновесия в экосистемах. На фоне все возрастающей техногенной нагрузки приобретает особую актуальность проблема получения чистой продукции растениеводства. Сельскохозяйственное производство в условиях техногенной нагрузки осложняется проблемами нарушения физиологического состояния растений и животных, их резистентности, загрязнения растениеводческой продукции. Одним из путей улучшения ситуации может быть использование экологически безопасных адаптогенов, к которым относятся и широко распространённые гуминовые вещества, содержащиеся в почвах, торфах, сапропелях, бурых угрях.

На основе многолетних исследований в Проблемной лаборатории по гуминовым гуминовым веществам им. проф. Л.А. Христовой к настоящему времени разработана и предложена технология получения биологически активных гуминовых препаратов I и II поколения. Полученные препараты проявляют, иммуномодулирующие, адаптогенные, антистрессовые эффекты. Кроме того разработаны технологические схемы применения биологически активных веществ гуминовой природы в растениеводстве под разные культуры и при различных условиях.

Гуминовый препарат Гумилид был получен путем активации гуминовых субстанций при кислотном-щелочном гидролизе торфа. Для производства препарата обычно используется низинный торф со степенью разложения и минерализации не выше 25 и 30% соответственно. Препарат, кроме натриевых солей гуминовых кислот, содержит также аминокислоты, пептиды, полисахариды, хиноны, окисленные фенолы, карбоновые кислоты, некоторые микро и макро элементы.

Анализ результатов двух и трехлетних полевых исследований при выращивании озимой пшеницы показывает, что применение Гумилида одновременно с протравкой семян и внесением его в период вегетации приводит к увеличению рентабельности производства на 11,6-14,7 % на один гектар посевов по сравнению с базовой технологией. Наряду с повышением урожайности озимой пшеницы в опытах с применением Гумилида было установлено улучшение качества зерна. Так, содержание белка в зерне возрастало в среднем на 2,1-4,3 %, а количество клейковины – на 5,7-8,9 % по сравнению с контрольным вариантом. Применение Гумилида при протравке семян озимого ячменя сорта Луран в сочетании с внесением биологически активных веществ гуминовой природы в период вегетации в вариантах на фоне полного либо частичного минерального питания растений способствовало повышению урожайности в среднем на 0,8-1,6 ц/га. При дополнительном же внесении Гумилида в почву урожайность озимого ячменя повышалась на 2,4 ц/га в сравнении с контролем.

Использование препарата Гумилид при внесении перед посевом в почву (1 л/га) и однократное применение его в период вегетации (0,1 л/га) способствовало повышению урожайности кукурузы на силос в среднем на 24,1 центнер с одного гектара относительно варианта без применения биологически активного препарата гуминовой природы. В полевом опыте при выращивании подсолнечника с применением Гумилида урожайность культуры повысилась на 2,1 % по сравнению с контрольным вариантом.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии на рост, развитие и формирование структуры урожая основных сельскохозяйственных культур при выращивании их по системе No-till биологически активного препарата гуминовой природы Гумилид при использовании его непосредственно в почву или в сочетании этого приема с протравкой семян и внекорневой обработкой растений. Наибольший эффект влияния гуминовых удобрений на продуктивность сельскохозяйственных культур при этом регистрировался в случае совместного применения всех вышеперечисленных приемов воздействия препарата на почву, семена и вегетирующие растения. Этот процесс повышения урожайности культур всегда сопровождался улучшением качества получаемой сельскохозяйственной продукции. Так, в зерне злаковых культур на фоне применения препарата Гумилид повышался общий уровень белков, увеличивалось общее количество свободных аминокислот, в том числе незаменимых, и особенно серосодержащих.

## Elaboration of Phytase Production Biotechnology Based on Recombinant Bacterial Strain of Genus *Bacillus*

Leonida Sapunova, Anatoly Lobanok, Sviatlana Kulish, Iryna Tamkovich  
Institute of Microbiology, Belarus National Academy of Sciences, Minsk, Belarus,  
leonida@mbio.bas-net.by

Global tendency of rising forage prices inevitably leads to increased manufacturing cost in farm stock breeding. It appears natural therefore that development and application of innovative technologies in fodder formulation allowing to cut unit feed ration expenses and to raise fodder conversion rate is a priority problem. Introduction of bioactive supplements, especially enzymes into animal diet will enable to meet this challenge via increasing productivity of farm stock and poultry by 25-30%.

Currently global market of fodder-oriented enzymes exceeds 1 bln US dollars, with phytase share reaching 450 mln US dollars. It is determined by the fact that phytates are problematic vegetable components in terms of digestion access. They reduce activity of pepsin and trypsin, make up complexes with starch and proteins, form insoluble salts with macro- and microelements making them, like phosphorus element in phytate, not available for assimilation. Moreover, P constituent of the manure is accumulated in soil and surface waters leading to eutrophication of aquatic reservoirs and considerable ecological damage.

Various commercial phytase brands are manufactured by leading companies from Europe and America and recent years have seen growing competitive drive from Chinese firms. So far phytase preparations have not been produced in Russia and Belarus, emphasizing the relevance and urgency of basic and applied research focused on biotechnology of manufacturing these knowledge-consuming high-tech products.

Earlier bacterial strain identified as *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *amyloliquefaciens* was isolated from soil and recommended as producer of extracellular phytase and donor of gene encoding enzyme protein. It was also found that phytase derived from recombinant strain was distinguished by thermal stability, activity in a broad pH range and efficient hydrolysis of phytate-ingredient of rye grain and soya cake.

Aim of this paper is engineering of phytase-producing recombinant strain and elaboration of biotechnology for production of enzyme preparation intended for feeding purpose.

The conducted studies resulted in amplification of phytase gene (*phy*) from *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *amyloliquefaciens* using the constructed primers, its isolation and cloning under *tac*-promoter control in homo- and heterologous systems. Genetically stable strain *B. amyloliquefaciens* subsp. *amyloliquefaciens* PHY selected among the produced recombinant variants exceeded the parent strain in phytase biosynthesis efficiency by 12.0-13.1 times.

Composition of industrial nutrient medium and physical-chemical conditions for fermentation of recombinant strain *B. amyloliquefaciens* subsp. *amyloliquefaciens* PHY – phytase source were optimized. Also procedure of enzyme recovery was defined, parameters of concentrating enzyme protein by ultrafiltration technique were established, stabilizers and conservation agents were revealed.

Based on the obtained findings a package of technological documentation describing phytase fabrication process is being prepared, a series of laboratory tests is carried out and pilot-plant trials are planned to demonstrate its efficiency in diets of farm stock and poultry.

Studies were carried out within the framework of projects 2.1 and 2.17 financed by International Task Program of Eurasian Economic Community “Innovative Biotechnologies” (2011-2015), subprogram 1 “Innovative Biotechnologies in Belarus”.

# Inhibiting Effect of Humic Acids of Peat of Khanty-Mansi Autonomous Okrug on Lipase

M.P. Sartakov<sup>1</sup>, V.V. Leonov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yugra state university, mpsmps@bk.ru

<sup>2</sup>Khanty-Mansi state medical academy

Modern technologies of the cultivation of crop use very often different kinds of biostimulants based on humic acids. Humic acids functionates effectively on the membrane permeability of cellules, where, as a rule, the lipid layer falls under the influence of different external unfavorable factors. On the territory of Khanty-Mansi region (the territory next to the middle of the river Ob) this factors are caused by the wetting excess and by the low temperature during the vegetation, as a result there is the composition of the peroxides of lipids, which live very long time and they are very toxic for plants. The lesion of molecules of lipids, their oxidation and the obtaining of peroxide lipids happen under the influence of different stresses. In the nature world plants feel many times the condition of stress under the influence of extreme temperatures, deficit or excess of humidity. Membranes are always damaged by the accumulation of lipase, it's enzyme which destroys the lipid layer [1, 2]. Determining the repression of lipase it's possible to talk about the character of the effect of humic acids on plants, about the character of bioactivity.

It were studied the inhibitory effect of alkaline solutions of humic acids with the concentration 0,001% on the enzyme lipase, which there is into the test preparation TRIGLYCERIDES GRO-PAP method/liquid, fabricated by the enterprise Chonolab AG (Sweden), this preparation can split triglyceride of the standard solution.

The determination of the inhibitory effect of humic acids on lipase is made by the spectrophotometric method. For the inhibition it used alkaline solutions of humic acids with the concentration 0,0001%, which were removed from peats of the different botanic composition and the level of decomposition. The activity of lipase without humic acids was determinated by the relative of the concentration to the time of incubation (table 1).

Table 1 - The inhibition of the activity of lipase

| The type of peat         | R, % | The activity of lipase, mmol l <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> |
|--------------------------|------|----------------------------------------------------------------|
| Without humic acids      | –    | 0,53                                                           |
| Eriophorum-Sphagnum peat | 65   | 0,22                                                           |
| Eriophorum peat          | 55   | 0,16                                                           |
| Menyanthes peat          | 60   | 0,25                                                           |
| Arboreal peat            | 45   | 0,16                                                           |
| Sphagnum peat            | 15   | 0,26                                                           |
| Herbaceous               | 15   | 0,26                                                           |
| Sphagnum (fuscum 100 %)  | 5    | 0,10                                                           |
| Arboreal                 | 10   | 0,21                                                           |
| Herbaceous Sphagnum      | 35   | 0,14                                                           |
| Arboreal                 | 25   | 0,19                                                           |

Remarque: R – level of decomposition

This findings show that the activity of lipase falls with the presence of humic acids. The preparation of humic acid removed from the sphagnum peat (100% of brown sphagnum with the level of decomposition 5%) made the biggest inhibitory activity on lipase.

The humic acid of this peat compared to other preparations is characterized by the special chemical structure which we studied before [3] - it's smaller level of benzenoid and

condensing of molecules, the big part of aliphatic fragments and the concentration of paramagnetic centers.

Bibliography:

1. Komissarov I.D., Klimova A.A. The effect of humic acids on biocatalytic processes. // Scientific works of Tyumen SKhI. – 1971. – T. 14. – S. 225-242.
2. Sartakov M.P., Leonov V.V. The bioactivity of humic acids of peats on the territory of the middle of the river Ob. //News of the Orenburg state agrarian university. 2011. T.3, № 31-1S. 303-304
3. Sartakov M.P. The character of humic acids of peats on the territory of the middle of the river Ob.: Synopsis of the thesis for the degree of Sc.D. // Tyumen state agricultural academy. Tyumen, 2012. 31s.

# Influence of Elements of Agricultural Methods on Phytotoxicity of Leached Chernozem and Accumulation of Toxicogenic Fungi in Beet Agroecosis

A.A. Shamin, O.I. Stognienko

The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar, Ramon, Voronezh Region, Russia, proet@mail.ru, stogniolga@mail.ru

Influence of main tillage methods and fertilizer backgrounds on phytotoxic properties of leached chernozem in beet agroecosis was studied. Soil phytotoxicity was determined by method of soil plates, garden-cress being as test crop.

It was determined that, when applying full doses of mineral and organic fertilizers, increase in number of phytotoxic fungi species and soil phytotoxicity was observed (Table 1). When applying only organic fertilizers, fertilizer background increase caused decrease of the phytotoxicity in variants with chisel tillage, and its increase in variants with moldboard plowing and combined tillage. But with medium fertilizer backgrounds, the phytotoxicity was minimal or absent. So, variants using moldboard plowing and combined tillage and with medium fertilizer background ( $N_{45}P_{45}K_{45} + 5,5$  ton of manure per 1 ha of crop rotation area) should be recognized the best for development of plants (without inhibition). In this case, phytotoxic properties of soil were minimum exhibited (0-2 %). The greatest soil phytotoxicity was shown in variants with chisel tillage (42-64 %).

In 2012, phytotoxicity correlated with number of *Fusarium* genus fungi ( $r=0.83-0.86$ ) as follows: the strongest correlation was observed for *F. oxysporum* species ( $r=0.75$ ) in July, and for *F. solani* species ( $r=0.93$ ) in September. There was a great correlation dependence upon the number of *Aspergillus flavus* ( $r=0.75$ ). In 2013, phytotoxicity correlation coefficient was the greatest for *Fusarium* sp. at the end of vegetation period ( $r=0.68$ ). Soil phytotoxicity enhanced with increasing sum of precipitations during the investigated period. In 2012 (July and September), less rainfall provided phytotoxicity level of 20.4-36.4 % on average. With more rainfall in 2013, the phytotoxicity increased up to 36.1-45.1 %.

Таблица 1. Phytotoxicity of leached chernozem and number of toxicogenic fungi

| Tillage           | Back-ground | 2012 |       |           |       | 2013 |       |      |       |           |       |
|-------------------|-------------|------|-------|-----------|-------|------|-------|------|-------|-----------|-------|
|                   |             | July |       | September |       | May  |       | July |       | September |       |
|                   |             | I    | II    | I         | II    | I    | II    | I    | II    | I         | II    |
| Moldboard plowing | 1           | 6    | 93,6  | 8         | 78,2  | 43   | 64,1  | 50   | 67,8  | 41        | 80,2  |
|                   | 2           | 2    | 140,7 | 0         | 78,7  | 0    | 83,3  | 0    | 166,5 | 2         | 80    |
|                   | 3           | 40   | 160,8 | 11        | 110,8 | 64   | 109   | 60   | 171,1 | 64        | 100   |
| Chisel tillage    | 1           | 60   | 121,2 | 24        | 104,1 | 72   | 77    | 61   | 151,9 | 72        | 105,3 |
|                   | 2           | 60   | 126,7 | 48        | 137,3 | 56   | 116,1 | 56   | 181,4 | 56        | 111,3 |
|                   | 3           | 73   | 174,9 | 54        | 144,1 | 27   | 136,4 | 18   | 225,5 | 59        | 143,8 |
| Combined tillage  | 1           | 18   | 107,3 | 10        | 78    | 35   | 57,8  | 26   | 123,8 | 35        | 66,6  |
|                   | 2           | 20   | 127,2 | 14        | 97,8  | 20   | 102,7 | 0    | 185,5 | 16        | 93,2  |
|                   | 3           | 49   | 120,5 | 15        | 117,7 | 59   | 122,8 | 54   | 203,5 | 61        | 99,7  |

1 – without fertilizers, 2 –  $N_{45}P_{45}K_{45} + 5,5$  ton of manure per 1 ha of crop rotation area, 3 –  $N_{62}P_{62}K_{62} + 11$  ton of manure per 1 ha of crop rotation area; I – soil phytotoxicity (%), II – number of toxicogenic fungi (thousands of colony-forming units /1 g of absolutely dry soil)



## Инновационные формы удобрений на основе аминокислот растительного и животного происхождения

О.А. Шаповал, И.П. Можарова, А.А. Коршунов, Т.Ю. Грабовская  
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени  
Д.Н. Прянишникова, Москва, Россия, elgen@mail.ru

В России все большее применение находят удобрения на основе аминокислот с добавлением или без добавления минеральных компонентов. Эта группа удобрений, обеспечивает при каждом новом составе, качественный рост эффективности использования растением питательных элементов из почвы и удобрений, повышение иммунитета растений к неблагоприятным факторам среды и улучшение качества получаемой продукции. Следовательно, эти удобрения можно отнести к инновационным.

Таблица 1. Классификация удобрений на основе аминокислот (ФГБНУ ВНИИ агрохимии)

| Вид удобрений                | Основное сырье                                                                                        | Способ извлечения аминокислот |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Органические удобрения       | Растительное сырье (вегетативная масса и семена наземных растений)                                    | ферментативный гидролиз       |
|                              | Белковые отходы мясокомбинатов                                                                        | ферментативный гидролиз       |
| Органо-минеральные удобрения | Растительное сырье (вегетативная масса и семена наземных растений) + микроэлемент (хелат) (моноформа) | ферментативный гидролиз       |
|                              | Растительное сырье (вегетативная масса и семена наземных растений) + комплекс микроэлементов (хелаты) | ферментативный гидролиз       |
|                              | Бурые морские водоросли + комплекс микроэлементов (хелаты)                                            | ферментативный гидролиз       |
|                              | Бурые морские водоросли + NPK                                                                         | ферментативный гидролиз       |
|                              | Бурые морские водоросли                                                                               | щелочной гидролиз             |
|                              | Бурые морские водоросли + микроэлемент (хелат) (моноформа)                                            | щелочной гидролиз             |
|                              | Бурые морские водоросли + комплекс микроэлементов (хелаты)                                            | щелочной гидролиз             |
|                              | Белковые отходы мясокомбинатов                                                                        | щелочной гидролиз             |
|                              | Белковые отходы мясокомбинатов + комплекс микроэлементов (хелаты)                                     | ферментативный гидролиз       |
|                              |                                                                                                       |                               |

Анализ литературных данных показал, что инновационные удобрения на основе аминокислот различаются по исходному сырью, способу извлечения аминокислот, набору макро-, мезо- и микроэлементов, биологически-активных органических веществ (полисахариды и т.д.), гормонов (цитокинины, ауксины), переходящих из сырья; способам применения (табл. 1) (Pacuta 2009, Liu 2013, Jie 2008, Vesela 2009).

К органическим относятся удобрения на основе аминокислот из растительного сырья: вегетативной массы и семян наземных растений, бурых морских водорослей и т.п. или сырья животного происхождения: белковые отходы мясокомбинатов и т.п., прошедшие процесс ферментативного гидролиза. К группе органо-минеральных

удобрений относят продукты с добавлением макро-, мезо-, микроэлементов в виде неорганических солей или в хелатной форме.

Результаты полевых испытаний на различных сельскохозяйственных культурах показали довольно высокую их эффективность и технологичность применения этих удобрений.

#### **Удобрения на основе аминокислот (из сырья растительного происхождения)**

Испытания, проведенные во Владимирской области на культуре пшеницы яровой сорта МиС, показали, что применение удобрения Амино Ацид (*без добавок макро- и микроэлементов*) для предпосевной обработки семян и некорневой подкормки оказывало позитивное влияние на продуктивность культуры. Достоверные прибавки урожайности пшеницы получены при сочетании предпосевной обработки семян в дозе 0,5 кг/т и некорневых подкормок растений удобрением Амино Ацид в дозах 0,6 и 1,0 кг/га. Они составили 3,1 и 2,9 ц/га, соответственно, при урожайности в контроле 19,5 ц/га (ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, 2011 г).

Некорневые подкормки растений пшеницы озимой сорта «Московская-56» удобрением Базик (*без добавок макро- и микроэлементов*) в условиях Московской области оказали положительное влияние на продуктивность культуры. У растений озимой пшеницы под влиянием удобрения увеличилась длина колоса до 8,5 см, причем на всех трех нормах внесения, против 7,8 см на контроле, что в свою очередь способствовало росту количества колосков и количества зерен в колосе, при этом масса зерна, с главного колоса на варианте внесения агрохимиката в дозе 3,5 л/га достигла 1,39 грамма, на контроле без обработки его масса составила 1,11 грамма. Масса зерна со всего растения пшеницы озимой на лучшем из испытываемых вариантов (Базик - 3,5 л/га) достигла 42,4 г против 38,8 г на контроле без обработки. Урожайность зерна при применении удобрения при всех испытываемых дозах внесения возросла от 5,14 т/га при норме 1,5 л/га до 5,38 т/га, при дозе удобрения 3,5 л/га или на 2,2-7,0% (урожайность на контроле – 5,03 т/га) содержание клейковины, соответственно, составило 20,0-20,8%, на контрольном варианте этот показатель был на уровне 19,5%. Максимальный эффект был получен при норме расхода удобрения - 3,5 л/га (ГНУ Московский НИИСХ «Немчиновка» Россельхозакадемии, 2010 г.).

В Калужской области некорневая подкормка растений яровой пшеницы сорта Энгелина удобрением Текнокель Амино Микс (*+ комплекс микроэлементов*) оказала положительное влияние на продуктивную кустистость растений, также выявлена тенденция к увеличению озерненности главного колоса, массы зерна в расчете на 1 растение и массы соломы. Урожайность яровой пшеницы под воздействием удобрения составила 32,0-33,4 ц/га, выше контрольного варианта – на 4,1-8,5% (урожайность в контроле 30,8 ц/га). Содержание белка в опыте и в контроле было близким и составляло 12,2-12,4%; клейковины – 31-31,4%.

Испытания, проведенные во Владимирской области на пшенице яровой сорта МиС, показали, что применение удобрения Микро АМИНО (*+ комплекс микроэлементов*) для обработки семян и внекорневой подкормки обеспечило существенный прирост урожая зерна яровой пшеницы на 1,7-4,0 ц/га. Максимальный эффект получен от использования его в дозах (0,1 л/т+0,2 л/га и 0,1 л/т+0,3 л/га) (ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, 2011 г).

Результаты испытаний в условиях Краснодарского края показали, что некорневые подкормки яблони удобрением Идрол-вег Ликудо (*+ комплекс микроэлементов*) способствовали повышению урожайности на опытных вариантах по отношению к контролю на 6,7-14,2%. Наибольшую эффективность показала 3-х кратная подкормка удобрением в дозе 3,0 и 5,0 л/га, прибавка составила 1,29 и 2,92

т/га, соответственно, при урожайности в контрольном варианте 28,38 т/га. Использование удобрения Идрол-вег Ликудо для некорневых подкормок деревьев яблони приводило к увеличению средней массы плода на 5,1-13,1 г, содержания аскорбиновой кислоты в плодах на 0,5-0,9 мг/100 г и более полному вызреванию плодов (ГНУ Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства Россельхозакадемии, 2011 г.).

#### **Удобрения на основе аминокислот из сырья животного происхождения**

Результаты испытаний, проведенные в условиях Белгородской области на свекле сахарной сорта Льговская односемянная 52 показали, что под действием трехкратной некорневой подкормки удобрением Терра-Сорб Фолиар *(без добавления макро- и микроудобрений)* сохранность растений ко времени уборки (за счет снижения поражения растений корневыми гнилями) увеличивалась от 74 тыс./га до 78 тыс./га. При этом изменялось соотношение массы корнеплодов и ботвы от 0,4 до 0,5-0,6, а вес корнеплода увеличивался от 333 г - на контроле до 383-427 г - на экспериментальных вариантах. Применение Терра-Сорб Фолиар для некорневых подкормок в дозе 2,0 л/га способствовало увеличению урожайности на 2,0 т/га (11,4 %), в дозе 3,0 л/га - на 2,8 т/га (15,9 %), в дозе - на 4,0 л/га на 3,7 т/га (21,0 %) при урожайности в контроле 17,6 т/га. Сахаристость возрастала от 17,4 % (контроль) до 18,0-18,4% при применении удобрения. Сбор сахара в вариантах с применением удобрения составил 3,6-3,8 т/га, что выше контроля на 0,5-0,7 т/га. Лучшие показатели были в варианте с дозой применения 3,0 л/га, где было получено корнеплодов - 20,0 т/га (выше контроля на 15,9 %), сахаристость возрастала на 0,9 % и сбор сахара на 0,6 т/га (ГНУ БелНИИСХ РАСХН, 2010 г.).

В Курганской области некорневая подкормка растений пшеницы яровой сорта Радуга удобрением Аминозол *(без добавления макро- и микроудобрений)* способствовала повышению сохранности растений к периоду уборки на 13-69 шт./м<sup>2</sup>, увеличению количества продуктивных стеблей – на 4-68 шт./м<sup>2</sup>; количества колосков в колосе – на 1-2 шт., числа зерен в колосе – на 1-7 шт., массы 1000 зерен – на 0,4-1,2 г. Урожайность пшеницы повысилась на 0,4-1,6 ц/га или 3,0-11,9: при урожайности в контроле 13,4 ц/га. Содержание клейковины и белка в зерне повысилось на 0,2-3,0% и 0,6-1,5% соответственно. Наибольшие показатели продуктивности культуры были получены при применении удобрения в дозе 2,0 л/га (ГНУ Курганский НИИСХ Россельхозакадемии, 2012 г.).

На культуре томата некорневые подкормки удобрением Са-Л Полкель *(без добавления макро- и микроудобрений)* оказали позитивное влияние на продуктивность культуры. Прибавка урожая плодов составила 32,3-52,6 ц/га или 10,2-16,6%, при урожайности в контрольном варианте 317,4 ц/га. Наиболее высокий урожай плодов томата (370,0 ц/га) высокого качества (содержание в плодах: сухого вещества – 5,0%, сахара – 3,3%, витамина С – 22,5 мг/100 г сыр. в-ва, в контроле – 3,2, 2,6 и 18,0 соответственно) получен при четырехкратной подкормке растений томата удобрением Са-Л Полкель в дозе 0,8 л/га.

Некорневая подкормка растений томата удобрением Лево-энерджи *(без добавления макро- и микроудобрений)* способствовала формированию большего числа плодов (12,0-13,4 шт./куст) более крупных по размеру (диаметр – 4,7-4,8 см, в контроле – 4,4 см; масса – 65,92-67,39 г, в контроле – 60,80 г). Прибавка урожайности составила 47,0-58,7 ц/га (14,8-18,5%) при урожайности в контроле 317 ц/га. Наиболее эффективным приемом оказалось четырехкратное проведение некорневой подкормки в дозе 0,2 л/га.

На культуре перца сладкого под воздействием корневой подкормки удобрением Ката Биол растения формировали более мощный габитус, связанный с увеличением высоты (43,0-46,0 см, в контроле – 39,3 см), усилением процесса листообразования (1111,8-1215,8 см<sup>2</sup>, в контроле – 998,4 см<sup>2</sup>), увеличением размера плодов (диаметр –

4,0-4,4 см, в контроле – 3,7 см; длина – 7,2-8,1 см и 6,4 см) и их массы (91,52-110,38 и 83,86 г соответственно). Прибавка урожая составила 26,2-31,1 ц/га (11,7-16,5%) при урожайности в контроле 223,8 ц/га. Плоды лучшего качества (по содержанию сухого вещества, сахара, витамина С), с характерным перечным ароматом и вкусом формировались в варианте с проведением четырехкратной корневой подкормки удобрением Ката Биол в дозе 5 кг/га (ФГБОУ ВПО «Кубанский ГАУ, 2011 г.).

Анализ и обобщение данных регистрационных испытаний за последние 5 лет показали, что удобрения на основе аминокислот с добавками или без добавок макро-, мезо- и микроэлементов, обеспечивают повышение эффективности использования растением питательных элементов из почвы и удобрений, усиление иммунитета растений к неблагоприятным факторам среды, и, как следствие, повышение продуктивности сельскохозяйственных культур и улучшение качества продукции.

#### Список использованной литературы

1. Jie M., Raza W., Xu Y.C., Shen Q.-R. Preparation and Optimization of Amino Acid Chelated Micronutrient Fertilizer by Hydrolyzation of Chicken Waste Feathers and the Effects on Growth of Rice // *Journal of Plant Nutrition*, 2008. Vol. 31. N 3. – P. 571-582
2. Liu G., Hanlon E., Li Y. Biologically active compounds isolated from algae and their application as a plant growth regulators // IX International conference daRostim, Phytohormones, humic substances and other biologically active compounds for agriculture, human health and environment protection, Proceedings, 2013. – P. 18-19.
3. Pacuta V., Cerny I., Rothova V., Krebs M., Buday M. Influence of genotype, foliar fertilization and weather conditions on sugar beet root yield and quality // *Hrvatski i 4. Medunarodni simpozij agronoma: zbornik radova. - Osijek*, 2009. 2. P. 598-601.
4. Vesela M., Friedrich J. Amino acid and soluble protein cocktail from waste keratin hydrolysed by fungal keratinase of *Paecilomyces marquandii* // *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 2009. Vol. 14 N 1. – P. 84-90.

## Инновационные удобрения на основе гуминовых кислот

О.А. Шаповал, И.П. Можарова, М.Т. Мухина, А.С. Лазарева  
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени  
Д.Н. Прянишникова, Москва, Россия, elgen@mail.ru

Удобрения на основе гуминовых кислот, представляют собой высокомолекулярные природные соединения, входящие в состав органического вещества почв и твердых горючих ископаемых (Hassett 1998, Lobartini 1992, Nardia 2002). Эти удобрения нашли широкое применение в сельском хозяйстве, и их можно отнести к инновационным продуктам.

Удобрения различаются по исходному сырью, способу извлечения, набору макро-, мезо- и микроэлементов и способам применения (табл. 1).

Таблица 1. Классификация удобрений на основе гуминовых кислот (ФГБНУ ВНИИ агрохимии)

| Вид удобрений                | Основное сырье                                                           | Способ извлечения гуминовых кислот      |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Органические удобрения       | торф                                                                     | водная экстракция + ультразвук          |
|                              | вермикомпост (биогумус)                                                  | водная экстракция                       |
|                              | бурый уголь                                                              | щелочная экстракция                     |
|                              | торф                                                                     | щелочная экстракция                     |
| Органоминеральные удобрения* | торф                                                                     | щелочная экстракция + ультразвук        |
|                              | сапропель                                                                | щелочная экстракция                     |
|                              | птичий помет                                                             | щелочная экстракция                     |
|                              | вермикомпост (биогумус)                                                  | щелочная экстракция                     |
|                              | сапропель+торф                                                           | щелочная экстракция                     |
|                              | торф+ вермикомпост (биогумус)                                            | щелочная экстракция                     |
|                              | лигнинсодержащие компосты из отходов деревообрабатывающей промышленности | окислительно-гидролитическая деструкция |
|                              | лигнинсодержащие компосты из отходов деревообрабатывающей промышленности | обработка водным аммиаком               |

Примечание. С добавлением или без добавления макро-, мезо- и микроэлементов

Анализ и обобщение материалов исследований показали, что продукты, производимые из природных ресурсов (угля, торфа, донных отложений, органических отходов и др.), не только содержат питательные элементы, но в значительной степени наследуют свойства гуминовых веществ исходного сырья.

Действие гуминовых соединений особенно эффективно в период наибольшего напряжения биохимических процессов, а также при отклонении внешних условий произрастания растений от нормы – при засухе и заморозках, избытке азота в почве, на засоленных почвах

Эффект гуминовых веществ зависит от источника сырья, концентрации гуминовых кислот в удобрении. Значительное внимание уделяется способности гуминовых веществ повышать эффективность минеральных удобрений.

Основным способом производства гуминовых удобрений является высокотемпературный щелочной гидролиз бурых углей, леонардита, торфа, сапропеля, смеси сапропеля с торфом, вермикомпоста (биогумуса), птичьего помета, смеси торфа с вермикомпостом (биогумусом) без обработки или с

последующей обработкой в кавитационных генераторах (ультразвук) и добавлением или без добавления макро-, мезо- и микроэлементов. Эти гуминовые удобрения относятся к органоминеральным удобрениям. Также, к группе органоминеральных гуминовых удобрений относятся продукты из лигнинсодержащих компостов из отходов деревообрабатывающей промышленности, подвергшиеся окислительно-гидролитической деструкции или прошедших обработку водным аммиаком.

К органическим удобрениям относятся гуминовые удобрения из вермикомпоста (биогумуса), птичьего помета, смеси торфа с вермикомпостом (биогумусом), торфа, производимые путем экстрагирования гуминовых кислот водой с последующей обработкой в кавитационных генераторах (ультразвук) без добавления минеральных компонентов.

Многолетние исследования показали, что при классификации новых форм удобрений обязательные сведения, которые полностью раскрывают свойства удобрений, являются определяющими при оценке биологической эффективности: состав, источники сырья, способы извлечения основного действующего вещества, препаративная форма, способы применения, нормы расхода.

Результаты полевых испытаний гумата калия (уголь бурый, щелочная экстракция) в условиях Краснодарского края показали, что его применение для некорневых подкормок посевов зерновых культур способствовало повышению урожая зерна высокого качества пшеницы озимой - на 3,3 ц/га (6,1%) при урожайности в контроле 53,8 ц/га; ячменя озимого - на 3,2 ц/га (6,2%) при урожайности в контроле - 51,7 ц/га; ячменя ярового - на 2,3 ц/га (9,3%) при урожайности в контроле 24,7 ц/га. На культуре кукурузы прибавка урожая зерна составила 3,3 ц/га или 5,0% при урожайности в контроле 65,8 ц/га. Урожай семян подсолнечника возрос на 0,9 ц/га (5,7%) при урожайности в контроле - 15,9 ц/га, сбор масла с гектара увеличился на 7,3%. Некорневые подкормки растений сои гуматом калия способствовали повышению урожая семян на 2,4 ц/га (12,8%) при урожайности в контроле 18,7 ц/га, сбор масла с гектара увеличился на 14,6%. Урожайность корнеплодов сахарной свеклы повысилась на 11,7 ц/га или на 17% при урожайности в контроле 245,0 ц/га, сбор сахара с гектара увеличился на 19,7%. У столовой свеклы прибавка урожая корнеплодов составила 20,3 ц/га (15,5%) (в контроле 130,9 ц/га), у моркови - 39,2 ц/га (18,3%) (в контроле - 214,8 ц/га). На картофеле прибавка урожая клубней составила 20,0 ц/га (16,5%) при урожайности в контроле 121,1 ц/га. На овощных культурах под воздействием некорневых подкормок прибавка урожая плодов составила: у томата - 46,2 ц/га (16,3%) при урожайности в контроле 284,0 ц/га; у перца сладкого - 49,8 ц/га (19,3%) при урожайности в контроле 257,8 ц/га; у баклажана - 57,8 ц/га (14,5%) при урожайности в контроле 397,8 ц/га; у огурца - на 21,2 ц/га (12,7%) при урожайности в контроле 166,6 ц/га; у капусты белокочанной - 40,5 ц/га (20,6%) при урожайности в контроле 196,7 ц/га (ФГБОУ ВПО КубГАУ, 2006 г.).

В 2010 году, также в условиях Краснодарского края, применение агрохимиката Реасил марка Универсал (уголь бурый, щелочная экстракция) на томате и рисе способствовало активизации ростовых и формообразовательных процессов.

На культуре томата (замачивание семян перед посевом и последующие некорневые подкормки растений) способствовали формированию большего числа плодов на кусте (на 13%) и, как следствие, к увеличению сбора плодов с куста на 42% по сравнению с контролем. Урожай увеличился на 152 ц/га (50,4%) при урожайности в контроле 300 ц/га. При этом значительно улучшилось качество плодов, в плодах возросло содержание сухого вещества, сахара и витамина С.

Применение Реасила для предпосевной обработки семян и некорневой подкормки посевов риса способствовало усилению роста растений в высоту,

процессов побего- и листообразования, накоплению ассимилятов в листьях и передаче их в зерновки и, как следствие, повышению урожайности и качества зерна. Прибавка урожая составила 6,1 ц/га (8,0 %) при урожайности в контроле 76,7 ц/га, стекловидность зерна повысилась на 2%, пленчатость и трещиноватость снизились на 0,5% (ФГБОУ ВПО КубГАУ, 2010 г.).

Регистрационные испытания Удобрения гуминового жидкого «Ультрагумат» (торф – кавитационный метод) на культурах ярового ячменя и яровой пшеницы, проведенные в условиях Рязанской области показали, что предпосевная обработка семян оказала положительное влияние на полевую всхожесть и энергию прорастания семян у ячменя на 2,0% и 2,7% и у пшеницы – на 1,5% и 2,6% соответственно. Под воздействием удобрения период созревания культуры сократился от 1 до 3-х дней - на яровом ячмене и от 1 до 4-х дней - на яровой пшенице. Использование гуминового удобрения позволило увеличить все структурные показатели урожайности. На ячмене количество продуктивных стеблей увеличилось – на 26-58 шт./м<sup>2</sup>, число зерен в колосе – на 0,3-0,7 шт., масса 1000 – на 1,0-2,7 г; на пшенице – на 8-18 шт./м<sup>2</sup>, 3,0-3,3 шт. и 2,2-2,4 г соответственно. Прибавка урожая зерна, в сравнении с контролем, на ячмене увеличилась – на 2,6-3,1 ц/га или на 9,6-11,4%, при урожайности в контроле – 27,1 ц/га. Причем максимальной она была на варианте с двукратной обработкой (семена + некорневая подкормка растений). Содержание белка в зерне ячменя ярового на варианте с двукратной обработкой было максимальным и составило 9,75%, что выше контроля на 0,81%.

На пшенице урожайность увеличилась на 2,5-2,8 ц/га или на 11,6-13,0%, при урожайности в контроле 21,6 ц/га. Максимальная прибавка урожая также была получена при двукратной обработке (семена + некорневая подкормка растений). Массовая доля клейковины высокого качества под воздействием удобрения повысилась на 2,6-5,2% (ФГБОУ ВПО РГАУ им. Костычева, 2011 г.).

Результаты испытаний, проведенные в Курганской области на культуре яровой пшеницы сорта Омская 36, показали, что под воздействием Гуминового удобрения «Сибирское плодородие» (торф – кавитационный метод) ускорялось наступление фенологических фаз развития культуры на 1-2 дня. Высокую полевую всхожесть обеспечило использование удобрения в дозе 5 л/т (семена) + 3 л/га (растения) – 87 %, что превысило контроль на 16%.

Гуминовое удобрение «Сибирское плодородие» в дозе 5 л/т (семена) + 3 л/га (растения) наиболее эффективно воздействовало на формирование структурных элементов урожая: количество продуктивных стеблей составило 404 шт./м<sup>2</sup>, количество колосков в колосе – 13,5 штук, число зерен в колосе - 23,6 шт. и масса 1000 зерен - 51,9 г, что положительно отразилось на продуктивности культуры. При его внесении урожай зерна яровой пшеницы увеличился на 1,0-3,0 ц/га (3,1-9,2%) при урожайности в контрольном варианте – 32,6 ц/га. Максимальная прибавка урожая и лучшие показатели качества зерна (клейковина, белок) были получены при внесении удобрения в дозе 5 л/т (семена) + 3 л/га (растения) (ГНУ Курганский НИИСХ Россельхозакадемии, 2011 год).

Результаты исследований Лигногумата (отход деревообрабатывающей промышленности, окислительно-гидролитическая деструкция) в 2011-2012 гг. на различных сельскохозяйственных культурах показали, что все способы применения испытуемого удобрения показали позитивное влияние на продуктивность растений и качество продукции. На культуре сои применение Лигногумата марок Б Супер С и А Супер С для предпосевной обработки семян и некорневой подкормки растений способствовало повышению урожайности семян на 4,0 ц/га (15,2%) и на 3,6 ц/га (13,6%) соответственно при урожайности в контрольном варианте 26,4 ц/га. Также

отмечено улучшение качества семян: увеличение содержания белка в зерне на 4,1-4,7% и жира – на 2,0-2,3%.

На сахарной свекле некорневые подкормки Лигногуматом позволили получить прибавку урожая от 75,2 до 83,8 ц/га (18,0-20,1%) при урожайности в контроле – 417,2 ц/га. Сбор сахара увеличился на 1,8-2,1 т/га. Существенных различий между разными марками не отмечено.

Предпосевная обработка семян риса Лигногуматом марки Б Супер С и внесение в подкормку Лигногумата марки Б Супер Л способствовало повышению урожая зерна на 10,8 ц/га (16,3%) при урожайности в контроле – 66,1 ц/га. Аналогичные результаты были получены и при последовательном применении Лигногумата марок А Супер С и А Супер Л. Прибавка урожая составила 10,7 ц/га или 16,2%. Существенно повысились показатели качества зерна: натура зерна увеличилась на 52-54 г/л, масса 1000 зерен – на 1,9-2,0 г, стекловидность – на 7%, трещиноватость снизилась на 5,3-5,4% (ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, 2012 г.).

Применение удобрения Гумат К/Na с микроэлементами (биогукус, щелочная экстракция) на культурах томата и риса в условиях Краснодарского края также оказало позитивное влияние на продуктивность растений и качество урожая. Замачивание семян томата перед посевом и последующие некорневые подкормки растений удобрением способствовали формированию большего числа плодов на кусте (39,4 шт., в контроле – 33,8 шт.) и, как следствие, к значительному увеличению сбора плодов с куста (масса – 2760,76 г, в контроле – 2038,48 г). Урожайность повысилась на 129 ц/га (43,1%) при урожайности в контроле 300 ц/га. При этом значительно улучшилось качество плодов, в плодах возросло содержание сухого вещества, сахара и витамина С.

Применение Гумата К/Na с микроэлементами для предпосевной обработки семян и некорневой подкормки посевов риса активизировало процесс листообразования и фотосинтетическую деятельность растений риса, накопление ассимилятов в листьях и передачу их в зерновки и, как следствие, способствовало повышению урожая и улучшению качества зерна. Прибавка урожая составила 5 ц/га (6,6%) при урожайности в контроле 76,0 ц/га, стекловидность зерна повысилась на 1,5%, пленчатость и трещиноватость снизились на 0,7 и 0,4% соответственно (ФГБОУ ВПО КубГАУ, 2010 г.)

В результате испытаний установлено, что определение способов применения и ориентировочных норм расхода гуминовых удобрений в основном зависит от содержания в них гуминовых веществ. Присутствие макро- и микроэлементов в удобрениях на основе гуминовых кислот не позволяет рассматривать их в качестве достаточно серьезного источника макро- и микроэлементов.

#### Список использованной литературы:

1. Hassett D.J., Bisesi M.S., Hartenstein R. humic acids: Synthesis, properties and assimilation of yeast biomass // Soil Biology & Biochemistry, 1988. Vol. 20. – P. 227-231.
2. Lobartini J.C., Tan K.H., Rema J.A., Gingle A.R., Pape C., Himmelsbach D.S. The geochemical nature and agricultural importance of commercial humic matter // Science of The Total Environment, 1992. Vol. 113. – P. 1-15.
3. Nardia S., Pizzeghello D., Muscolob A., Vianello A. Physiological effects of humic substances on higher plants // Soil Biology & Biochemistry, 2002. Vol. 34. – P. 1527-1536.



## **Reproductive Quality and Functional State of the Sows in the Application of Humic Feed Additives**

Olga Shvetsova; Liliya Stepchenko

Dnepropetrovsk State Agrarian-Economic University, Dnepropetrovsk, Ukraine,  
shvetsova\_ol@mail.ru, stepchenko@rambler.ru

The study of the functional state of sows during gestation and lactation is important to determine their reproductive characteristics and productivity. It is important to note that the functional state of pregnant sows in the first month, which is critical in regard to the formation and preservation of embryos depends on getting in the future of a healthy young and improving animal productivity. Continuous change in the reproductive cycles of sows may be manifested in the reduction of their adaptation possibilities, prolongation of recovery of metabolic processes and mechanisms of homeostasis, which in turn may adversely affect the productivity of the animals. Biologically active substances humic nature, are known to have regulatory effects and can contribute to the correction of biochemical processes in the body's immune protection, resistance and adaptation of animals, which causes an improvement in functional status and quality reproductive sows [Stepchenko L., Shvetsova O., 2013 y.]. Therefore, a study was conducted by media humic nature to change the level of steroid (estradiol-17 $\beta$ , progesterone) and thyroid (TSH, T4) hormones in serum (plasma). Hormone levels is strongly correlated with morphological and functional and biochemical parameters of blood, which is a reflection of the functional state of sows and their reproductive traits. Experiments were carried out on sows hybrid breeds Large White  $\times$  Landrace (parent form F1) in different periods of pregnancy and lactation. It was created by two groups (control and test) by similar groups each had 20 sows after the first farrowing. Sows during gestation and lactation, a 2-week courses desoldering drinking water biologically active food additive "Gumilid" (TU 15.7-00493675-004: 2009) in the optimal dosing. According to the scheme of the experiment, blood samples examined in selected morphofunctional and biochemical parameters by conventional methods, as well as to determine the level of steroid and thyroid hormones by radioimmunoassay. It is known that steroid hormones in relation to thyroid hormones are a very important link in the process of implementation of the regulation of different types of metabolic processes that necessarily displayed on the functional status of the animals. It is found that the ratio of the steroid and thyroid hormone changes and correlates with indicators that characterize the functional state of the animals. We discuss the importance of individual hormones in the blood serum of sows in different periods of pregnancy and lactation, as well as changes in the functional status and reproductive characteristics in conjunction with these hormones in the application of humic feed additives.

## **Репродуктивные качества и функциональное состояние свиноматок при применении гуминовых кормовых добавок**

Ольга Швецова, Лилия Степченко

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, Днепропетровск, Украина, shvetsova\_ol@mail.ru, stepchenko@rambler.ru

Изучение функционального состояния свиноматок в период супоросности и лактации имеет большое значение для определения их репродуктивных качеств и продуктивности. При этом важно отметить, что от функционального состояния супоросных свиноматок именно в первый месяц, который является критическим в отношении формирования и сохранения эмбрионов, зависит получение в дальнейшем здорового молодняка и повышение уровня продуктивности животных. Непрерывная смена репродуктивных циклов у свиноматок может проявляться в снижении их адаптационных возможностей, пролонгировании восстановительных обменных процессов и механизмов гомеостаза, что в свою очередь может негативно отражаться на продуктивности животных. Биологически активные вещества гуминовой природы, как известно, обладают регулирующим действием и способны содействовать коррекции биохимических процессов, иммунной защиты в организме, резистентности и адаптации у животных, что обуславливает улучшение функционального состояния и репродуктивных качеств супоросных свиноматок [Степченко Л., Швецова О., 2013 г.]. Поэтому, было проведено исследование влияния веществ гуминовой природы на изменение уровня стероидных (эстрадиол-17 $\beta$ , прогестерон) и тиреоидных (ТТГ, Т<sub>4</sub>) гормонов в сыворотке (плазме) крови. Уровень гормонов находится в тесной взаимосвязи с морфофункциональными и биохимическими показателями крови, что является отображением функционального состояния свиноматок и их репродуктивных качеств. Экспериментальные исследования проведены на свиноматках гибрида пород Большая белая  $\times$  Ландрас (материнская форма F1) в разные периоды супоросности и лактации. Было создано две группы (контрольная и опытная) методом аналогичных групп, в каждой было по 20 свиноматок после первого опороса. Свиноматкам во время супоросности и лактации 2-хнедельными курсами выпаивали с питьевой водой биологически активную кормовую добавку "Гумилид" (ТУ У 15.7-00493675-004:2009) в оптимальном дозировании. Согласно схеме эксперимента исследовали образцы крови по выбранным морфофункциональным и биохимическим показателям по общепринятым методикам, а также определяли уровень стероидных и тиреоидных гормонов радиоиммунологическим методом. Известно, что стероидные гормоны во взаимосвязи с тиреоидными гормонами являются очень важным звеном в процессах осуществления регуляции разных видов обменных процессов, что непременно отображается на функциональном состоянии животных. Установлено, что соотношение стероидных и тиреоидных гормонов изменяется и коррелирует с показателями, которые характеризуют функциональное состояние животных. Обсуждается роль отдельно взятых гормонов, а также их изменения в зависимости от функционального состояния и репродуктивных качеств свиноматок в разные периоды супоросности и лактации при применении гуминовых кормовых добавок.

## **Influence of Different Origin Humate on Yield and Quality of Different Varieties of Potato**

N.A. Starokozhko, P.N. Balabko, T.I. Khusnetdinova, D.V. Karpova  
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, georstar@mail.ru

As the long-term studies, the use of humates not only leads to environmental improvement and detoxification of contaminated land, but also to improve the productivity of plants and improve their quality. We investigated the effect of humates different manufacturers on the yield and quality of different potato varieties. Experience laid in 2008 in Solnechnogorsky district of Moscow region on the territory of training experimental soil-ecological center of Moscow State University on sod-podzolic cultural medium loamy on moraine deposits soil. This area belongs to the Non-chernozem zone. The main part of it is occupied by a sod-podzolic soils, which have a low level of fertility by natural features of their genesis. These soils are poor in organic matter, therefore, have limited capacity to meet the needs of plants in nitrogen from its own resources. There is little phosphorus, potassium and other plant nutrients in it.

The goal of our study is to investigate the effect of non-traditional organic fertilizers (humates) on yield and quality of potatoes.

To achieve the goal we have been identified the following tasks:

To determine the yield of the following grades: "Bryansk novelty", "Santa", "Lasunak";

Assess the impact of humate fertilizer type on the quality of potato tubers of these varieties.

Humate 1 (G1) - the name given VNIUA Pryanishnikova created by KUBOST, is environmentally friendly humate fertilizer; stimulates an increase in roots, guarantees a yield increase by 15-20%, reduces the vegetation periods of annual crops in the Nonchernozem zone of 2-3 weeks.

Humate 2 (T2) – belongs to a development of the Research Institute of Agricultural Development in Vladimir (drug name Regros C), which is made of goose vermicompost, It is characterized as a high quality, environmentally friendly drug that can speed up the ripening period of cultures for 2 weeks. It is the most effective in conditions which are deviated from the norm, excessive moisture, drought, etc.

Humate 3 (PP) - belongs to the firm HUMATE in Irkutsk contains not less than 80% of potassium and sodium salts of humic acid is readily soluble in water to form a suspension of small quantities of mineral components. Easily absorbed by the plant, it mobilizes the immune system, stimulates the development of a strong root system.

The arable layer of soil characterized with  $\text{pH}_{\text{sol}} - 5.8$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5$ , - 43.03 mg / 100g;  $\text{K}_2\text{O}$  - 49.0 mg / 100g. The humus content was 6.00%.

When applying fertilizer humate type Sante showed the highest yield cultivar in interaction with humate 2 (Vladimir Agricultural Research Institute) - yields – 53,9 tons  $\text{ha}^{-1}$ , growth was 33.4%.

Slightly lower, but relatively high yields – 47,6 tons  $\text{ha}^{-1}$ , showed grade Lasunak with humate 1. Sort Bryansk novelty showed a maximum yield with the use of humate 3 and the yield was 33,8 tons  $\text{ha}^{-1}$ , increase - 16%.

Under the influence of humates on potato varieties (humate 1 - varieties "Bryansk novelty" and "Lasunak" humate 2 - on grade "Sante") increased potassium and protein in the tubers.

## **Влияние гуматов различного происхождения на урожайность и качество разных сортов картофеля**

Н.А. Старокожко, П.Н. Балабко, Т.И. Хуснетдинова, Д.В. Карпова  
МГУ имени М.В. Ломоносова, georstar@mail.ru

Как показывают многолетние исследования, использование гуматов приводит не только к экологическому оздоровлению и детоксикации загрязненных земель, но и к повышению урожайности растений и улучшению их качества. Мы исследовали влияние гуматов разных производителей на урожайность и качество различных сортов картофеля. Опыт заложен в 2008 году в Солнечногорском районе Московской области на территории учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ им. М.В. Ломоносова на дерново-подзолистой культурной среднесуглинистой на моренных отложениях почве. Этот район относится к Нечерноземной зоне. Основная часть ее занята дерново-подзолистыми почвами, которые имеют невысокий уровень плодородия в силу природных особенностей их генезиса. Эти почвы бедны органическим веществом и, следовательно, обладают ограниченными возможностями удовлетворять потребность растений в азоте за счет собственных ресурсов. В них мало фосфора, калия и других элементов питания растений.

Целью нашего исследования является изучение влияния нетрадиционных органических удобрений (гуматов) на урожайность и качество картофеля.

Для достижения поставленной цели были намечены следующие задачи:

- определить урожайность следующих сортов: «Брянская новинка», «Сантэ», «Ласунак»;
- оценить влияние удобрений гуматного типа на качество клубней картофеля этих сортов.

Гумат 1 (Г1) - предоставлен ВНИИУА имени Прянишникова, создан фирмой КУБОСТ, является экологически чистым без балластным гуматным удобрением; стимулирует увеличение корней, гарантирует прибавку урожая на 15-20%, уменьшает сроки вегетации однолетних культур в Нечерноземной зоне на 2-3 недели.

Гумат 2 (Г2) - принадлежит к разработкам Владимирского НИИСХ (название препарата Регрос С), приготовлен из гусиног вермикомпоста, характеризуется как качественный, экологически чистый препарат, способный ускорить срок созревания культур на 2 недели, наиболее эффективен в условиях, отклоненных от нормы, чрезмерном увлажнении, засухе и т.д.;

Гумат 3 (Г3) - принадлежит фирме ГУМАТ города Иркутска содержит не менее 80% калиевых и натриевых солей гуминовых кислот, хорошо растворим в воде с образованием небольших количеств взвеси минеральных составляющих. Легко усваивается растением, мобилизует его иммунную систему, стимулирует развитие мощной корневой системы.

Пахотный слой почвы характеризуется Пахотный слой почвы характеризуются  $pH_{\text{сол}} - 5,8$ ;  $P_2O_5$  - 43,03 мг/100г;  $K_2O$  - 49,0 мг/100г. Содержание гумуса было 6,00 %.

При применении удобрений гуматного типа наибольшую урожайность показал сорт Сантэ при взаимодействии с гуматом 2 (Владимирского НИИСХ) – урожайность – 539 ц/га, прибавка составила 33,4 %.

Несколько ниже, но достаточно высокую урожайность – 476 ц/га, продемонстрировал сорт Ласунак с гуматом 1. Сорт Брянская новинка показал максимум урожая с применением гумата 3 и урожайность составила 338 ц/га, прибавка - 16 %.

Под действием гуматов на сорта картофеля (гумата 1 - на сорта «Брянская новинка» и «Ласунак», гумата 2 - на сорт «Сантэ») увеличилось содержание калия и протеина в клубнях.

## **The Fundamentals of the Theory and Practice of Application Humic Fertilizers School L.A. Khristeva and their Development in Modern Laboratories Works of her Name**

Liliya Stepchenko

Dnepropetrovsk State Agrarian-Economic University, Dnepropetrovsk, Ukraine,  
stepchenko@rambler.ru

In December 2014 marks the 107 th anniversary of Professor Lydia Khristeva, vice-president of the International Commission IV Peat Society, an outstanding scientist and founder of the scientific school of research activities and practical application of biologically active humic substances. Her life's path was thorny, but fruitful, full of creativity, enthusiasm, open to new scientific ideas and hypotheses. She built a brilliant career and left a generous scientific heritage.

Its way to humates Lydia Assenovna Khristeva beginning in 1928 after the end of the Kharkov Agricultural Institute. After graduation, Lydia Assenovna worked in various agricultural enterprises, research and higher educational institutions of different regions of the Soviet Union (Voronezh, Ufa, Voroshilovgrad, Kherson, Dnepropetrovsk). In 1936, the first publication in the journal "Applied Chemistry", which dealt with the biological activity of the compounds of humic oil shales.

Since 1956, the longest and most productive period of creative way L.A. Khristeva associated with the Dnepropetrovsk Agricultural Institute (now Dnepropetrovsk State Agrarian-Economic University). Lydia Assenovna, leading the first Department of Botany and Plant Physiology, was able in 1959 to organize the problem laboratory for humic fertilizer, which in some years worked from 50 to 100 employees. Lydia Assenovna already a recognized a talented and energetic scientist in this period gathers around itself young researchers created a scientific school that would later become world famous school of professor Lydia Khristeva to study the biological effects and the use of humic substances in agricultural production.

Having headed problem laboratories, Lydia Assenovna directs the efforts of the collective simultaneously as for basic research, and applied at resolving problems on the practical use of humic substances. It is equally a scientist interested in the problems genesis of humic substances, their chemical structure and physico-chemical properties of diverse physiological effects, the creation of technologies for the production of humic preparations and implementation.

In addition, her research has focused on the different mechanisms of the biological action of humic substances on agricultural crops, such as:

- features the metabolism of carbohydrates and redox processes in cells;
- activation of the processes of photosynthesis and electron transport in chloroplasts;
- induced synthesis of DNA, RNA, proteins and enzymes;
- anti-stress and adaptogenic effect;
- cool- and drought resistance;
- Reducing of pesticide residues.

Professor L.A. Khristeva has published more than 400 scientific papers. Scientific heritage of Lydia Khristeva is reflected in 9 volumes of collections of scientific articles "Humic fertilizer. Theory and practice of their application. "

Led by Professor L.A. Khristeva been developed and defended two doctoral and 45 master's theses. The results on the biological properties and functions of humic substances have been featured in many scientific and industrial the seminars for scientists and specialists of agriculture.

Her new ideas and research results she presented at numerous scientific conferences and congresses in the Soviet Union (Moscow, Leningrad, Ufa, Minsk, Vilnius,

Riga, and others.), Czechoslovakia, Bulgaria, Germany, Finland, Poland, the USA, Ireland and the Vatican.

Scientific hypotheses prof. L.A. Khristeva is a program for further in-depth study of humic substances. Especially farsighted and relevant views were Lydia Assenovny regarding ecological role of humic substances in the biosphere. Scientific heritage of L.A. Khristeva and currently remains a source of ideas and creative research program for its followers to study one of the most valuable treasures of the Earth - humic substances. Since the second half of the 90's scientific school on humic fertilizer and the problem laboratory headed by Professor I.I. Yarchuk, and since 2002 - Head of the Chair of Physiology and Biochemistry, a member of the International Society of peat and humic substances, Professor L.M. Stepchenko.

The followers of and students of Professor L.A. Khristeva the Dnepropetrovsk State Agrarian-Economic University carefully and reverently preserve heritage Lydia Khristeva developing the basic provisions of its theories on the biological action of humic substances. Research Laboratory, which has created L.A. Khristeva, in the year of the 100-th anniversary of the birth of Teachers was given her name.

Currently established regulatory mechanisms of action of biologically active substances humic nature, which appear in the immunomodulatory, adaptogenic, anti-stress, and hepatoprotective effects enzimostimuliruyuschih on living systems.

Developed a screening system for assessing the biological activity and toxicity of peats as a theoretical basis for the creation of biologically active preparations humic nature.

Biological activity and toxicity evaluation of peats different geographical zones of Ukraine was conducted. On the basis of this was created Biokadastr of peats Ukraine, which serves as a reference and allows the use of peat in the various sectors of the economy.

The efficiency of the use of biologically active substances humic nature of agricultural production:

- in plant growing - in order to increase the yield of agricultural crops and increase their resilience to shocks in terms of risky agriculture;
- in animal production - in order to increase the productivity of animals (cattle, pigs, sheep, poultry and ostriches) by improving the functional capacity and reactivity to adverse environmental conditions.

In the Research Laboratory Professor L.A. Khristeva prepared to register a number of promising drugs and feed additives humic nature with a view to their application in various branches of agriculture.

Scientific heritage of Lydia Khristeva and now remains a source of ideas and creative research program for its followers to study one of the most valuable resources of the Earth - humic substances. Therefore sketch of Lydia Khristeva, a talented scientist, a great teacher, a man of brilliant erudition, sensitive friend and bright personality - I would like to finish it the same words that have become winged - "Duty of the scientist to land was clean and well-fed people."

## Influence of Potassium Humate on Productivity of Sugar Beet and Development of Diseases

Olga Stognienko

The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar, Ramon, Voronezh Region, Russia, stogniolga@mail.ru

In field experiments, influence of humic compound Humimax (compound on the basis of potassium humate, produced from peat, contains nitrogen, phosphorus, potassium, boron, zinc, copper, magnesium, cobalt, manganese) on productivity of sugar beet and development of diseases was studied. Treatments with humic compound Humimax at the stage of crop closing, and with fungicide Benomil 500 (0.6 kg/ha) when first symptoms of powdery mildew appeared (1 decade of August) were used.

It was determined that single application of humic compound Humimax at the stage of crop closing in dosage of 0.2 l/ha and with working solution consumption of 300 l/ha made spore load of *Erysiphe communis* Grev. f. *betae* Jacz. conidia 32 times less as compared to control (Table 1).

Level of powdery mildew development was 26.6% for the variant with humic compound Humimax treatment, 46% for control, 7% for treatment with chemical fungicide Benomil 500, and 1.7% when they were used together.

Biological efficiency was 41% with single application of humic compound Humimax, and 96.3% when applying humic compound Humimax and fungicide Benomil together.

A synergetic interaction of humic compound Humimax and fungicide Benomil appeared as increase of root yield by 4.2 ton/ha and sugar yield by 1.1 ton/ha was revealed.

So, to enhance biological efficiency in controlling leaf apparatus diseases, using of potassium humate (Humimax) and fungicides together can be recommended. When insignificant level of disease development is predicted, it is possible to confine application to single treatment with humic compound Humimax at the stage of crop closing.

Table 1. Influence of the humic compound on productivity of sugar beet and development of diseases

| № | Variant            | Spore load                 | Powdery mildew |      | Biological efficiency | Yield  | Sugar content | Sugar yield |
|---|--------------------|----------------------------|----------------|------|-----------------------|--------|---------------|-------------|
|   |                    | number per cm <sup>2</sup> | P, %           | R, % | %                     | ton/ha | %             | ton/ha      |
| 1 | Control            | 12813                      | 100            | 46   |                       | 46.9   | 17.67         | 8.29        |
| 2 | Benomil (500 g/kg) | 154                        | 56.4           | 7.0  | 84.6                  | 47.2   | 18.31         | 8.65        |
| 3 | Humimax, Benomil   | 153                        | 17.1           | 1.7  | 96.3                  | 51.1   | 18.30         | 9.36        |
| 4 | Humimax            | 396                        | 98.8           | 26.6 | 41.5                  | 47.3   | 18.06         | 8.54        |

# Biosorption of Humic Acids on Bacterial Surface and Its Ecological Role in Phage/Host Interactions

Vladimir V. Tikhonov

Soil Science Faculty, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, vvt1985@gmail.com

Bacteriophages – viruses of bacteria widely spread in the world. Some authors estimate total quantity of bacteriophages in the biosphere as approximately  $10^{31}$  and about  $10^8$  of different genotypes [1]. Natural bacteriophage community - is an immense pool of genetic diversity which has not been studied yet. It has been shown that lytic bacteriophages may play a fundamental role in cycling nutrients and organic matter in sea water [2]. Also, viruses provide genetic exchange between communities [3,4]. It has been shown for 4 different exotoxins encoded by prophages that phage infection in soil, seawater and seabed sediments contributes to the spread of pathogenic strains of microorganisms and the emergence of new pathogenic forms [4]. One of the most relevant examples of genetic adaptation (following Lamarck's mechanism - the inheritance of acquired features) are recently discovered systems of bacteria immunity to the mobile elements such as plasmids and bacteriophages - the so-called CRISPR/Cas system. CRISPR/Cas systems were found in the genomes of vast majority of eubacteria and archaea [5]. Horizontal gene transfer carried out by bacteriophages and plasmids, plays an important role in the cell's life. For example, it provides a common resistance factor to various antibiotics among the pathogenic bacteria. It was shown that many bacterial toxins (virulence factors) are encoded by prophages, such as botulinum toxin C1 and G (*Clostridium botulinum*), Diphtheria toxin (*Corynebacterium diphtheriae*), Shiga toxin (*Escherichia coli*), streptococcal toxin produced by the causative agent of scarlet fever (*Streptococcus pyogenes*), and some others. [6]. Thus, bacteriophages provide an important factor in genetic exchange and evolution of bacteria, get involved in the formation of biofilms, and participate in the pathological process in some bacterial infections. Any changes in the ability of foreign DNA to penetrate of into bacterial cells have a direct influence on the genetic adaptability of prokaryote. Humic acids (HA) in soil can be one of the factors of such alterations. A lot of researchers report on the role of humic substances in interaction with various chemical toxicants on microorganisms [7,8,9], but evidences of their interaction with „living systems“ including bacteriophage, is still lacking. We have previously shown that a lot of soil bacteria adsorb HA on the surface, with different intensity and quantity [10]. Some researchers, who studied the behavior of bacteria and bacteriophages in lakes with a high content of organic matter, assumed that humic substances were able to bind bacteriophages directly in water [11]. Other researchers demonstrated that HA prevented the sorption of phages on at the surface of mineral particles [12]. In this work we aimed to measure the adsorption rate of bacteriophages to host cells coated with HA, according to the classical method [13], as well as to study of the role of free HA in the binding of phages in solution.

## References

1. Serwer P. Evolution and the complexity of bacteriophages//Virology Journal.2007.V. 4(30).
2. Fuhrman J. Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects//Nature.1999.V.399.P.541–548.
3. Rondon et al. Cloning the Soil metagenome: a strategy for accessing the genetic and functional diversity of uncultured microorganisms//Applied and Environmental Microbiology. 2000. V.66(6). P. 2541-2547.
4. Casas V., Miyake J., Balsley H., Roark J., Telles S., Leeds S., Zurita I., Breitbart M., Bartlett D., Azam F., Rohwer F. Widespread occurrence of phage-encoded exotoxin



genes in terrestrial and aquatic environments in Southern California/ FEMS Microbiol. Lett. 2006.V.261. P.141–149.

5. Horvath, P., Barrangou R. CRISPR/Cas, the immune system of bacteria and archaea//*Science*. 2010.V 327. P.167–170.

6. Brussow H., Canchaya C., Hardt W. D. Phages and the evolution of bacterial pathogens: from genomic rearrangements to lysogenic conversion// *Microbiol. Mol.Biol.* 2004. V. 68.P.560–602.

7. Balarezo A., Jones V., Yu H., Hwang, H-M. Influence of humic acid on 1-aminopyrene ecotoxicity during solar photolysis process//*Int.J.Mol. Sci.*2002.V.3.P.1133-1144.

8. Demin V., Terentev V., Zavgorodnyaya, Y. Possible mechanisms of action of humic compounds on living cells, in *Humic substances in Biosphere.*, 2 international Conference. (Humic Compounds in the Biosphere. Proc. 2 Int. Conf.), Moscow: MSU., 2004, pp. 37–41.

9. Semenov, A.A., Demin, V.V., Biryukov, M.V., Zavgorodnyaya, Yu.A., Localization of bioprotector effect of humic acids in soils//*Natur.Techn.Sciences*. 2008.V.4.P.84–93.

10. Tikhonov V., Orlov D., Lisovitskaya O., Zavgorodnyaya Y., Byzov B., Demin V. Sorption of humic acids by bacteria//*Microbiology*.2013.V.82(6).P.707–712.

11. Anesio A., Hollas C., Graneli W., Laybourn-Parry J. Influence of Humic Substances on Bacterial and Viral Dynamics in Freshwaters //*Applied and Environmental Microbiology*. 2004.V.70 (8).P.4848-4854.

12. Decrey L. Adsorption and inactivation of bacteriophage fr on iron oxide coated sand. Master Thesis 2009. Lausanne.2009. P.1 – 57.

13. Clokie M., Kropinski A., Bacteriophages. Methods and protocols. V.1. Isolation, characterization, interaction//*Springer protocols. Methods in Molecular Biology* 501. Humana press. P.303.

This work was supported by grants of the President of the Russian Federation (project no. MK 5939.2013.4).

## **Биоинженерный подход и комбинированная методика в разработке эффективных мер по увеличению срока жизни человека путем перехода на питание продуктами с пониженным содержанием изотопов углерода ( $C^{14}$ ) и водорода - (D), (T)**

Владимир Владимирович Ткалич

ООО Джала Голд, Днепропетровск, Украина, tv8888@mail.ru

В последние десятилетия современная наука стала обращать внимание на изотопный состав клеточной ткани высших растений и животных. В ней наблюдается "парадоксальное" накопление изотопов углерода и водорода, в сочетании с аномалией микроэлементов. Наличие запредельных количеств алюминия, бария и стронция объяснимо "художествами" от создателей климатического оружия. А вот увеличение концентрации радиоизотопов в организме человека, которое может привести его гибели, требует более детального рассмотрения.

Известно, что радиоуглерод и тритий беспрепятственно входят непосредственно в генетические структуры живых организмов. При этом, только при ядерном распаде атомов радиоактивного углерода, расположенных в химической цепочке ДНК, образуются новые устойчивые соединения. Возникающие таким образом точечные мутации находятся практически вне зоны чувствительности системы клеточной репарации.

Существующий в открытой печати массив многолетних исследований, указывает на зависимость смертности населения Земли от содержания радиоактивных веществ в организме. Кстати, опухоли людей не прошедших диагностику и терапию радиоизотопами "фонят" не на много меньше, тех, кто был облучён, тем, либо иным образом. У растений также встречаются свои опухолевые аналоги.

Радиоизотопы, распределённые внутри организма в десятки раз могут быть более эффективными по критерию хромосомных нарушений, чем общее энергетическое внешнее воздействие вредоносных излучений. Помимо радиационного воздействия, постоянно присутствующие в организме  $\beta$ -частицы, вызывают трансмутационные повреждения, приводящие к изменению пространственной архитектуры молекулы ДНК. Считается, что подобные повреждения почти не восстанавливаются клеточной системой репараций и являются необратимыми. Что объясняет повышенный эффект воздействия внутреннего облучения на живые организмы.

Источниками лёгких изотопов и последующего внутреннего облучения в организме могут служить как природные, так и антропогенные факторы: газообразный радон и продукты его распада, поступающие в атмосферу из недр земли; облучение верхних слоёв атмосферы космическими частицами; сброс в окружающую среду радиоактивных отходов через сжигание углеводородов, содержащих тяжёлые радиоактивные элементы, а также, аварии на объектах атомной промышленности; высокая плотность промышленных и бытовых высокоэнергетических излучений. Наконец, ядерные испытания в атмосфере в середине прошлого столетия. Необходимо учесть и распространённость в природе изотопов водорода, углерода и кислорода. Дополнительным источником других, не менее вездесущих лёгких изотопов, например, радиоактивного калия, в первую очередь выступают калийные удобрения, используемые в виде хлоридов. Тем не менее, бесхлорные соединения калия, в ходе грамотного технологического процесса, могут быть в значительной мере очищены от  $K^{40}$ .

Также, существуют гипотезы, в соответствии с которыми, увеличение концентрации изотопов углерода и водорода в живых тканях, является прямым

продуктом жизнедеятельности паразитирующих патогенных микроорганизмов. У них есть прекрасная сырьевая база - высокополимеризованные вещества – эмульгаторы, крахмалы, трансжиры, консерванты и гелеобразователи, входящие в состав содержимого большинства продуктов питания.

Паразитирующая микрофлора простейших, снабженная глубоко эшелонированной обороной из кремнийсодержащих полимеров, аскорбатов и каратиноидов, сама по себе предельно приспособлена к существованию в условиях ионизирующих излучений любого рода. (Кстати, кремниевая матрица простейших сохраняет полевую информационную структуру до 700 °С.) Но проблема не только в том, что патогенная субкультура потребляет значительную часть необходимых микроэлементов и аминокислот, а оставшиеся трансформирует в недоступные для использования. Часть паразитирующих микроорганизмов строит на основе аморфного кремния структуру, имеющую свойства пьезоэлектрических элементов, успешно блокирующих передачу нервных импульсов плотным электромагнитным фоном с навязыванием материнскому организму программ собственного информационного полотна. Эффекты статического электричества у высших форм растительных и животных организмов влекут за собой изменения газовой среды системных жидкостей, что в корне меняет свойства клеточного материала и синтезируемых белков, вплоть до смены поляризации и направления вращения электро вещества в них.

Предполагается, что общее число частиц высокой энергии, испускаемых в теле человека нуклидами только  $C^{14}$ , без учета трития, в течение года приближается к триллиону ( $10^{12}$ ). А клеток в организме порядка ста триллионов. При этом, одна частица высокой энергии может не только поразить множество клеток, но и вызвать каскад изотопных реакций. Нарушается внутриклеточный, а в последствии, общий энергетический и тепловой баланс организма. Изменяется не только архитектура клетки, но и её хронодинамика. Нарушается скорость протекания циклических процессов. В создавшихся условиях, меняют активность различные формы биоценоза организма, паразитирующая микрофлора получает значительное преимущество в развитии. Выделяемые ею вещества (в т.ч. транс-изомеры высокой плотности) нарушают трансмембранный перенос и способствуют многократной концентрации во внутриклеточном объеме радиоизотопов водорода и кислорода. В создавшихся условиях усиленного образования свободных радикалов и дезактивации ферментов, организм неспособен осуществить эффективную защиту от простейших паразитов и восстановить нормальное функционирование клеток через блокаду трансмембранного переноса. Первичные изменения на отдельных участках ДНК достаточны, чтобы вызвать определенную цепную реакцию нарушений на всей ее нити, а затем, в обмене и функциях отдельной клетки, отдельных органов и организма в целом.

Таким образом, даже незначительное повышение концентрации лёгких изотопов в организме человека приводит к увеличению смертности. И, наоборот, при снижении их количества в организме – происходит увеличение продолжительности жизни человека.

Если не принимать во внимание дым от лесных пожаров и распыление над всеми основными крупными населёнными пунктами неизвестно чего, неизвестными самолётами, считается, что в организм человека изотопы поступают в составе пищевых продуктов в виде сложных органических соединений растительного и животного происхождения.

Т.е., переход на потребление продуктов, относительно чистых по изотопам углерода и, по возможности, калия, приведет к уменьшению концентрации их в организме и, как следствие, к снижению темпа старения человека.

Ряд исследователей в целях производства очищенной продукции предлагает организовать условия для создания синтетической атмосферы на закрытых грунтах над выращиваемыми растениями, являющихся пищей человека и растительных животных. Из синтетической атмосферы должна быть удалена природная углекислота, содержащая  $C^{14}$ , и в необходимом количестве введен газ ( $C_{12}O_2$ ), получаемый от сжигания ископаемого топлива (уголь, газ, нефть), или от разложения известняка ( $CaCO_3$ ), в которых радиоуглерод отсутствует, разумеется, с предварительной глубокой очисткой от примесей тяжелых радиоизотопов (в первую очередь - урана).

Этот подход представляется чрезвычайно затратным, экономически малообоснованным и неспособным удовлетворить потребности человечества в чистых продуктах, а также, их производство в промышленных масштабах. Он лишь способен удовлетворить потребности некоторой, достаточно платежеспособной части человеческого сообщества. К тому же, указанный подход не решает проблему изотопов калия, водорода и кислорода. А эффективность дискриминационного механизма, ограничивающего включение изотопов в молекулы ДНК у разных популяций человеческих рас, отличается в разы, что также нивелирует ценность предложенного метода.

### ***Небольшое отступление о роли углерода и его возможных источниках.***

Считается, что для большинства культурных растений, на образование 2,5 гр. сухого вещества растительной биомассы, ими расходуется до килограмма воды (грубый расчёт показывает, что 800 мм осадков в год обеспечивают прирост биомассы, в среднем, от 2 до 5 кг с 1 кв.м.).

Почти половина всего состава растительного вещества приходится на углерод. При этом, списать снабжение растений углеродом воздуха не выходит: идея фотосинтеза, впрочем как и теория Дарвина, так и бредовые предположения Энштейна давно являют несостоятельность при здравом размышлении. "Обычное содержание  $CO_2$  в воздухе колеблется от 0,02% до 0,03%. При нормальных условиях это составляет 0,589 мг  $CO_2$  в 1 л воздуха. Поскольку из 1 л ассимилированной  $CO_2$  образуется 0,682 г глюкозы, то для образования 1 г глюкозы нужно затратить количество  $CO_2$ , содержащееся в 2500 л воздуха..." (Рубин Б.А. Физиология растений. Ч.1., М., 1954, с.236). Этот объём, ко всему прочему, через листовой аппарат растения ещё необходимо и прокачать. При этом, нарушив все законы термодинамики.

Результаты опытов Ван-Гельмонта, указывают на единственный источник углерода. И это - вода.

Непременным компонентом всех органических соединений является углеводородная группа  $CH_2$ . Имеются все основания считать, что в качестве одного из компонентов вода содержит именно эту элементарную группу  $CH_2$ .

На сегодня известно, что молекулярный вес воды не соответствует существующей формуле -  $H_2O$ . Он более высокий, чем это следует из расчётов. Высказываются предположения, что вода наряду с простыми молекулами  $H_2O$  содержит более сложные молекулы, состав которых может быть выражен общей формулой  $(H_2O)_n$ , где "n" некоторое целое число. Мы же исходим из предположения, что её более высокий молекулярный вес по сравнению с формулой  $H_2O$  происходит в результате образования кластеров воды с включением углеводородной группы  $CH_2$ . Возможно, и некоторые работы на это прямо указывают, что та самая, злополучная группа  $CH_2$  и является азотом, чей атомный вес приходится выражать персональной формулой  $4n+2$ . Однако, если рассматривать азот как группу  $CH_2$ , не как элемент, а как молекулу, то ясно,

*почему он не подчиняется закономерности, которая связывает все другие “лёгкие” элементы.*

*Но сейчас, мы говорим не об этом.*

На основании вышеизложенного считаю необходимым и оправданным использование органоминерального комплекса, направленного на общую стабилизацию систем организма, подверженного влиянию радиоизотопов, высокоэнергетических излучений, канцерогенных веществ и генно-модифицированных продуктов.

Новизна использования модифицированных природных гуминовых веществ состоит в многовекторном воздействии на процессы, сопровождающие повреждения. Микродозы интегрированных соединений золота, селена, иттрия, германия, палладия, циркония и других, используются в направленном катализе реакций при нейтрализации заряда на поверхности клеточных мембран, в условиях генерации в пораженной зоне активных форм кислорода. Высокая эффективность обеспечивается биодоступностью и проницаемостью комплекса. Остановка поражения тканей организма, осуществляется параллельно с разрушением и сорбцией патогенной флоры, включая простейшие микроорганизмы и водорослеподобные структуры, благодаря микродозам введённых металлорганических структурных соединений, способных блокировать анти-оксидантную защиту патогенной флоры.

Одним из факторов в пользу использования предложенного продукта, является как регулирование электроплотности вещества, так и возможность задать направление поляризации, через опосредованное формирование в среде ориентированных молекулярных гиротактических комплексов. В результате воздействия стабилизируется структурно-функциональная целостность мембран клеток, обеспечивается авторегулирование водного и солевого обменов, повышается общая резистентность, приходит в норму окислительно-восстановительный потенциал межклеточной среды.

В рамках технологического процесса производства биологически-активных комплексов на основе природного органического сырья – низинного торфа, маточный раствор, предварительно подготовленный в щелочной среде, проходит обязательную глубокую очистку от балластных битумоидных веществ в водном, сверхуплотнённом дегазированном растворе со сниженным значением изотопов водорода и кислорода (D и O<sub>18</sub>).

Механизм индуцирования парамагнетизма гуминовых веществ обеспечивается, в том числе, путём ввода дополнительных комплексов железа на фоне импульсных электрических полей, с использованием электроакустических колебательных контуров, а также, пока не ясных по своей природе, но вполне эффективных хронодинамических эффектов. Значительное увеличение концентрации парамагнитных центров производится параллельно с дополнительным гидроксилированием рабочих растворов в условиях динамических вихревых потоков. Полифенольные группы и хиноновые фрагменты гуминовых веществ, дополнительно обогащённых гидроксилами OH-, активируют дыхание и обмен веществ растения в целом.

В конечном итоге, использование модифицированных соединений гуминовых веществ со сниженными концентрациями изотопов C<sup>14</sup>, D, T, O<sup>18</sup>, индуцирует переход последних, из растений в почвенный комплекс.

Предлагаемое комплексное решение позволит увеличить срок жизни человека на 10-15 лет со значительным снижением уровня подверженности организма болезням по старости.

# Effect of Ultra-Low Doses of Humic Substances and AgNO<sub>3</sub> on the Germination of Wheat

Vera Tschukina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia, vera.tschukina@gmail.com

In studying the effect of ultra-low doses of plant growth regulators have been identified multiphase nature of "dose-effect" dependence [1]. This phenomenon is called the effect of ultra-low doses ( $10^{-5}$ - $10^{-30}$  mol L). The mechanism of this effect is not fully understood. It can be explained by the fact that each of these substances corresponds to a specific target and the individual mechanism of signal amplification, and the response is formed in a non-equilibrium ligand binding to the receptor. The effect of ultra-low doses of different types of substances on crop can manifested in the doubling of yields as well as in the increase of resistance to pathogens. Research on the effect of ultra-low doses in crop production today is especially important in connection with the transition to green chemistry and organic farming.

The aim of this study was to investigate the influence of ultra-low doses of commercially available potassium humate (HA), as well as silver nitrate on the germination and growth of wheat.

Objects: winter wheat (L15, Timiryazev Russian State Agricultural University, 2011), ultra-low doses AgNO<sub>3</sub>, prepared by the homeopathic method (Willmar Schwabe) at a concentration  $10^{-12}$  mol L,  $10^{-30}$  mol L and solution of commercially available potassium humate "Sakhalinsky" (dissolved in 0.1M KOH and then adjusting the pH to 5.5) at concentrations ranging from  $10^{-3}$  to  $10^{-30}$  mol L.

Seed germination and root elongation test was carried out in plastic Petri dishes (200X15 mm). Each dish contained 10 mL of solution or distilled water (control), and ten seeds of wheat. The Petri dishes were then placed on thermostat and maintained for 72 h under dark conditions at 25 °C. Each treatment had six replicates (6 Petri dishes of 10 seeds for each solution).

The results of research are presented in Figure 1.

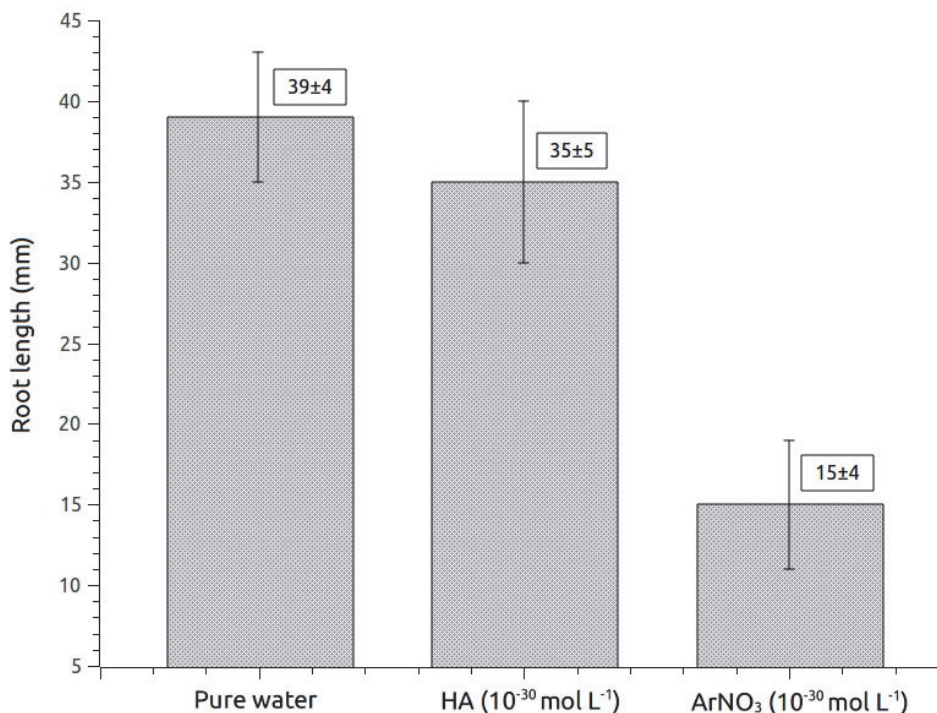


Fig.1. Effect of ultra low concentrations of potassium humate (HA) and AgNO<sub>3</sub> on the length of the roots of wheat seedlings.

The obtained data has shown that: 1) inhibitory effect of ultra-low dose of silver nitrate on the germination of wheat was found at  $10^{-30}$  mol L; 2) the decrease in the mean root length of 61% of control ( $15 \pm 4$  mm in a solution of silver in water vs. control  $39 \pm 4$  mm); 3) potassium humate in the ultra-low dose showed no statistically significant effect on wheat compared to the control. The experimental results confirm the agrohomoepathic rule about the negative impact of ultra-low doses of homeopathically prepared drugs on healthy plants. Whereas diseased plants at ultra-low doses should give a positive response. That requires further study. Also further research is required for the study the influence of the same drugs in the same doses on diseased plants for their resistance to pathogens in order to create cheap and harmless means of plant protection.

The results obtained can be used in refining the standards and maximum allowable concentrations of toxicants, herbicides, and biologically active substances, including silver nitrate.

[1] - Sukul NC, Sukul A. Potentized Cina reduced root-knot disease of cowpeas. *Enviroment Ecol* 1999; 17: 269–273

## **Application of Commercial Humic Products in Russian Federation: Results of Field Trials (a Review)**

Olga Yakimenko

Soil Science Faculty, Moscow State University, Russia

Today a boost in production of commercial humic preparations (HP) has occurred world-wide, and in Russia the results of field tests have been published mostly as conference proceedings and reports. Unfortunately this information and the vast experience that has been gained with HP field application are mostly unavailable for the international scientific community. Therefore the aim of the present paper is to give a brief review of results from HP field tests that have been conducted in Russia.

Crop responses to HP have varied widely among studies, due to the diversity of climate and soils in Russia, specific traits of plant species and cultivars, multiple modes of HP' application, and variable properties of HP themselves. Humic products are applied through several techniques: pretreatment of seeds or potato tubers with HP-solutions; one or more foliar applications on vegetative biomass; application in combination with plant protection products or inoculants (for legumes); and combination of these modes. Soil application is not widely practiced. Application rates also vary, although low rates (0.001-0.010% solutions) are showed to be more effective, while higher rates are considered to be less profitable and sometimes even toxic. The kind of HP is also very important. Today dozens of different HP are registered in Russia. They are manufactured using specialized technologies from lignite, peat, bottom sediments and some organic materials (for example, lignosulphonate). Since all of them may have comparable yet still different compositions, qualities and efficacies, source materials are also discussed.

To form generalized conclusions on factors of HP efficacy other than crop, the study focuses on cereals, potato, soybean and sugar beet. For cereals results of field experiments with spring and winter wheat, spring and winter barley and rice are reported. Combined seed and foliar applications were the most effective, as the yield response ranged from 6-15% up to 28-54% increase. In most cases besides the productivity gains, positive changes were documented in yield components and grain quality: increase in 100-grain weight, number of productive stems, number and mass of grains per ear, as well as trends in increased gluten and protein contents. Often the benefits of the HP on individual plant traits were insignificant, but sometimes their combined effect allowed the grain production to be ranked in a higher grain category.

Potato yield response varied similarly to that of wheat, from insignificant response up to 10-20% increase, in certain cases even higher depending on application technique, weather conditions and cultivar. A phenomena sometimes observed was a decrease in fungal diseases of potato due to HP application, especially so if they were applied in combination with low rates of pesticides. Similar trends occurred for sugar beet: yield increased by 6-20% with a slight increase in root sugar content (1-13%) which resulted in 11-24% additional sugar yield per hectare.

Reported results for soya bean show similar yield responses to HP: from insignificant up to 10% increase for seed treatments and 8-27% increases for foliar and combined applications. Under unfavorable dry conditions, solely seed treatment resulted in a decrease in leaf area and the yield response was insignificant, whether combined application of HP together with herbicide and inoculant's strain promoted a yield increase of 14% and an increase in leaf area by 53%.



## Anti-HIV Activity of Different Fractions of Natural Humic Substances

Yury Zhernov<sup>1,2</sup>, Svetlana Grinkina<sup>2</sup>, Fedor Mosckaleyich<sup>2</sup>, Irina Perminova<sup>3</sup>,  
Nadezhda Avvakumova<sup>4</sup>, Galina Kornilaeva<sup>1,2</sup> and Eduard Karamov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>NRC Institute of Immunology FMBA, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Ivanovsky Institute of Virology, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>4</sup>Samara State Medical University, Samara, Russia

Since 1996, despite the wide application of highly active antiretroviral therapy (HAART), the number of HIV-positive patients continues to grow steadily. Approximately 35.3 million people are living with HIV globally. Of these, approximately 17.2 million are men, 16.8 million are women and 3.4 million are less than 15 years old. There were about 1.8 million deaths per year from AIDS. An important fact is that all currently used antiviral resistant mutants detected HIV. This shows an urgent need for a directed search for new antiviral drugs against HIV.

The purpose of this study was to investigate the anti-HIV activity of humic substances fractions isolated from different natural sources including low-grade brown coal (leonardite) and low-mineralized silt sulfide muds against laboratory strains of HIV-1. The humic substances were isolated from lignites as well as from peloids (fresh water muds). The corresponding HS samples were humic acids from coal, fulvic, hymatomelanic, and humic acids from peloids. Anti-viral activity of compounds was assessed by means of modeling HIV-infection using laboratory adapted HIV-1 strains (HIV-1 BRU, HIV-1 899A) and T-lymphoblastoid cell lines (MT-4, CEM-SS). The level of virus reproduction in infected cells in the presence of tested compounds was detected with p24 HIV-1 antigen ELISA.

The results showed that the humic acid and hymatomelanic acid fractions exhibited a distinct antiviral activity within the concentration range from 0.78 ug/mL to 100 ug/mL with respect to HIV-1, while fulvic acids showed much less activity. The ED50 values ranged for humic acid and hymatomelanic acid fractions from 3 to 10 ug/mL. All fractions of HS from peloids within the studied range of concentrations (from 0.78 ug/mL to 100 ug/mL) did not display pronounced cytotoxicity.

Thus, the HIV-activity depended strongly on the source and fraction composition of HS. The HS fractions isolated from different natural sources can be considered as promising precursors for developing powerful antiviral drugs with low cytotoxicity.

# **Creation and Introduction of Highly Effective Ecologically Safe Regulators of Plants Growth for Increase of Productivity and Quality of Agricultural Crops**

O.T. Zhilkibaev<sup>1</sup>, A.P. Aueshov<sup>2</sup>, K.T. Arynov<sup>3</sup>, A.K. Kuralbaeva<sup>1</sup>, G.B. Serik<sup>1</sup>, S.A. Shoinbekova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>al-Farabi Kazakh National University, pr. Al-Farabi 71, Almaty, 050060 Kazakhstan, zhilkibaevoral@mail.ru

<sup>2</sup>Auezov South Kazakhstan State University, pr. Tuake khana 5, Shymkent, 160012 Kazakhstan  
<sup>3</sup>JSC "Aspan-Tau Ltd," ul. Seifullina 29, Almaty, Kazakhstan

Kazakhstan is the agrarian country but in spite of the fact that in agriculture have been engaged for a long time, still there are unresolved the problems connected with increase of efficiency, increase of stability to environmental conditions, weeds, illnesses, insects. In process of an intensification of cultivation of grain crops there is a necessity of application of great volumes of protection frames that leads to considerable rise in price of production.

One of the perspective ways of providing increase of efficiency is application of regulators of growth of plants (RPG). Kazakhstan being in great need in preparations of different function for plant growing, them now does not make, and import. RPG to Kazakhstan are delivered from 14 countries of the world. Among the CIS countries are the Russian Federation and Ukraine. A constancy of deliveries Ukraine, Germany, Switzerland shown by the Russian Federation. For six years to Kazakhstan 1272 tons PPP, on the average on 212 tons per year are delivered. In 2011, only France has delivered to our country 353 tons of plant growth regulators. Import also stably grows in dollar expression and for last 3 years growth averages 71 %, and in total expression - on the average on 37 % annually. As a whole, market RPG probably one most fast-growing markets in Kazakhstan. The data cited above specifies in perspectives of researches in the field.

Kazakhstan, being the agrarian country, and being in great need in preparations of different function for plant growing, now does not make them, and import. In Kazakhstan 14 regulators of plants growth are brought in the list resolved for application in agriculture of pesticides (weed and pest-killer chemicals) only. Over them only 3 are domestic, but have passed only a registration stage on vegetable cultures and are not finished to application (because of not adaptability to manufacture, i.e. complexity of reception). Though, Kazakhstan is the important exporter of grain in the international market and sown area of grain crops occupies over 80 % (16.5 million hectare of 21.5 million hectare) of area under agriculture crops are not present any resolved to application in Kazakhstan a domestic regulator of plants growth for grain crops.

Therefore, creation of original domestic preparations of plants protection raising productivity of crops and improving quality plant-producing of production, and also working out and introduction of low-cost-based and highly effective new technologies on their creation acquires a special actuality.

For realization of this problem, using a technique of thin organic synthesis, combinatory synthesis by a variation of an aromatic radical and quaternizing tertiary atom of nitrogen piperidine rings of the agent are synthesized for the first time by us 12 new acetylene piperidols of ZhOT series. By screening of their water-soluble forms, on wheat and barley seeds preparations ZhOT-4 and 7, surpassing in biometric parameters as control, and standards – known phytohormones, as heteroauxin, BAP (6-benzilaminopurin) to 30 % for the further tests for increase of productivity, acceleration of growth and wheat and barley development are selected.

Spent profound laboratory and demonstration (finely plot) comparative tests ZhOT-4 and 7 on grain (wheat and barley), vegetable (potatoes, carrots, cabbage, cucumbers, tomato) and other cultures have shown high efficiency of application of new synthesized

preparations ZhOT -4 and 7 which exceeded indicators of the resolved to application in Kazakhstan a known reference preparation – "Agrostimulin" (Ukraine).

Currently, our products are tested for growing of seedlings of grapes. Now we also work in the field of preservation of the environment. Preparations ZhOT-4 and 7 have been tested on germination, growth and development of seeds of a Tien Shan fur-tree (*Picea schrenkiana*) in KazSRI protection also quarantine of plants and the Ile-Alatau state national natural park. The conducted laboratory and field tests have shown that new preparations stimulate growth and development of organs (needles, a crone, a stalk) Tien Shan fur-trees *Picea schrenkiana*. The air-dry weight of an elevated part of seedling in a skilled variant also exceeded control (on 19 %) and has provided 98 % seeds germination.

Competitive advantage is high efficiency, a wide spectrum of cultures, good solubility in water, a low dose of application - 0.0001 % on operating substance (1g per 1t of water) or 13-50 mg on hectare, comparable with natural phytohormones, long periods of storage, safety.

Manufacturability is a high exit of target products, consecutive carrying out of 3-stages of reaction in one reactor.

Researches are spent with support of the Grant of KN MES RK № 924 (№ Gov. Registration 0112PK00750).

## Влияние фитогормонов на размножение мискантуса гигантского частями зелёного побега (живцами)

А.В. Зинченко<sup>1</sup>, В.А. Зинченко<sup>1</sup>, Вольфганг Новик<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Житомирский национальный агроэкологический университет, Украина,  
vladzinchenko@rambler.ru

<sup>2</sup>darostim – Частный институт прикладной биотехнологии, Германия, info@darostim-de

Энергия биомассы является основной составляющей возобновляемой энергетики Украины. Необходим поиск таких культур, которые бы при незначительных затратах давали максимальный выход биомассы на протяжении длительного времени. Сейчас идеальной культурой для этих целей является Мискантус гигантский (М. китайский × М. сахароцветный) - *Miscanthus × giganteus* JM Greef & Deuter ex Hodk & Renvoize, биомасса которого в энергетике может быть использована непосредственно через сжигание. Учитывая высокое содержание целлюлозы мискантус может быть ценным сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности [1, 2]. Продолжительность жизни плантации составляет около 20 лет, коммерческого выращивания около 17 лет. Биомасса может собираться ежегодно. С одного гектара в умеренном климате можно получить 25-35 т сухой массы в год и еще больше на орошаемом поле в южных регионах [4].

Мискантус гигантский – триплоид и размножать его можно только вегетативно. Известны три способа вегетативного размножения: саженцами, полученными из культур *in vitro*, разделением корневищ, укоренением живцами (части зеленых побегов) [3].

Из выше перечисленных способов размножения наиболее малозатратным является размножение частями зеленого побега (живцами), поэтому возникает потребность в совершенствовании этого способа вегетативного размножения для более быстрого создания промышленных плантаций мискантуса гигантского.

**Объекты и методика проведения исследований.** Посадку в почву проводили зелеными живцами, полученными путем укоренения частей стебля мискантуса (1-го, 2-го междоузлий) с использованием водных растворов фитогормонов в стеклянных контейнерах по следующей схеме:

Схема опыта 1: 1. Контроль (вода), 2. Эко-Гумат - 0,02%, 3. Эко-Гумат - 0,01%, 4. Эко-Гумат - 0,005%.

Схема опыта 2: 1. Контроль (вода), 2. Humifirst - 0,02%, 3. Humifirst - 0,01%, 4. Humifirst - 0,005%.

Рабочие растворы препарата готовились непосредственно перед закладкой опыта. Отрезки стеблей вырезали из типичных маточных растений 3- года вегетации на уровне 1 и 2-го междоузлия считая снизу. Опыт с Эко-Гуматом был заложен в три срока: 26.06.2014 (растения высотой 240-245 см с 6-ю междоузлиями), 4.07.2014 (растения высотой 310-315 см с 6-7 междоузлиями), 16.07.2014 (растения высотой 330-340 см с 9-10 междоузлиями). Опыт с Humifirst был заложен в два срока: 4.07.2014 (растения высотой 310-315 см с 6-7 междоузлиями), 16.07.2014 (растения высотой 330-340 см с 9-10 междоузлиями). Укоренившиеся черенки высаживались в открытый грунт на 20-21 день.

**Результаты исследований.** Полученные в процессе исследования результаты говорят о высокой эффективности использования растворов Эко-гумата для проращивания живцов полученных из междоузлий мискантуса гигантского. По сравнению с контролем (вода) отмечена большая интенсивность роста корней и зеленых побегов в опытных вариантах. Максимальный эффект достигался при использовании раствора Эко-Гумата концентрацией 0,02% в опытах, заложенных 24.06.2014. Необходимо отметить, что живцы из 1-го междоузлия в сравнении с живцами из 2-го междоузлия, раньше образовывали корни и побеги и они были более развитым.

При последующей закладке опыта через 11 дней (4.07.2014) наблюдается более интенсивное развитие корневой системы и побегов, особенно у живцов из 2-го междоузлия. Последняя закладка опыта через 23 дня (16.07.2014) показала нецелесообразность использования живцов из первого междоузлия при более поздних сроках закладки опыта и повышенной концентрации Эко-Гумата. В это же время выше указанные факторы не оказали отрицательного влияния на развитие живцов из 2-го междоузлия.

При этом можно сказать, что существует зависимость между временем закладки опыта и концентрацией питательного раствора препарата. Так, при более поздней закладке опыта более эффективными были низкие концентрации Эко-Гумата, лучшие результаты получены при использовании живцов из 2-го междоузлия, что, на наш взгляд, может быть связано с процессом старения растений мискантуса, перемещением и перераспределением пластических веществ.

Параллельно с Эко-Гуматом был испытан препарат (новый для нас) Humifirst. Согласно полученным данным, можно сказать, что при ранних сроках закладки опыта лучшие результаты получены при использовании более высоких концентраций на живцах 1-го междоузлия, которые имели хорошо развитую корневую систему и большее число зеленых побегов по сравнению с живцами, полученными из 2-го междоузлия.

При более позднем сроке наблюдалась та же тенденция, что и при использовании Эко-Гумата, приоритет был на стороне живцов из 2-го междоузлия.

Если сравнивать эти два препарата (по срокам высадки в почву 22.07. и 4.08.2014), то в нашем случае Humifirst и Эко-Гумат показали лучшие результаты при более ранних сроках замачивания в контейнерах с концентрацией 0,02% живцов из 1-го междоузлия, что заключалось в более интенсивном корнеобразовании и значительном количестве корневых волосков. В то же время эта концентрация испытуемых препаратов при более позднем сроке (4.08.) негативно сказалась на развитии живцов из 1-го междоузлия, что видно по отсутствию или очень слабому развитию корневой системы (рис.1,2,3,4,5,6) и, как следствие, живцы при посадке в почву не прижились.

После высадки живцов на 20-ый день в почву можно отметить, что лучшая приживаемость была у живцов, полученных из 2-го междоузлия, при всех испытываемых концентрациях препаратов (табл.1).

Таблица 1. Влияние препаратов гуминовой природы на приживаемость живцов мискантуса гигантского

| Дата высадки живцов в почву                       | Концентрация питательного раствора в котором замачивались живцы |       |       |        |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------|-------|--------|
|                                                   | контроль-вода                                                   | 0,02% | 0,01% | 0,005% |
| Живцы, полученные из 1-го междоузлия ( Эко-Гумат) |                                                                 |       |       |        |
| 14.07.2014                                        | 100                                                             | 100   | 60    | 60     |
| 22.07.2014                                        | 60                                                              | 60    | 80    | 40     |
| 4.08.2014                                         | 60                                                              | 0     | 80    | 80     |
| Живцы, полученные из 2-го междоузлия ( Эко-Гумат) |                                                                 |       |       |        |
| 14.07.2014                                        | 20                                                              | 40    | 80    | 80     |
| 22.07.2014                                        | 0                                                               | 100   | 100   | 20     |
| 4.08.2014                                         | 100                                                             | 80    | 60    | 80     |
| Живцы, полученные из 1-го междоузлия (Humifirst)  |                                                                 |       |       |        |
| 22.07.2014                                        | 60                                                              | 20    | 40    | 80     |
| 4.08.2014                                         | 60                                                              | 0     | 20    | 60     |
| Живцы, полученные из 2-го междоузлия (Humifirst)  |                                                                 |       |       |        |
| 22.07.2014                                        | 0                                                               | 100   | 40    | 60     |
| 4.08.2014                                         | 80                                                              | 100   | 100   | 80     |

Хуже всего приживались живцы из 1-го междоузлия при повышенных концентрациях и более поздних сроках посадки. Поэтому можно предположить, что концентрация питательного раствора и возраст растения находится в зависимости от срока заготовки живцов и их последующей высадки в почву. Более высокие концентрации уместно использовать при более ранних сроках на живцах первого междоузлия, а с увеличением возраста растений лучше результаты дают живцы из 2-го междоузлия.

Анализируя влияние испытываемых препаратов на развитие растений мискантуса, полученных из живцов, видно, что более ранние высадки в почву дают более развитые растения с максимальным количеством листьев и высотой по сравнению с более поздними сроками высадки в почву за одинаковый временной промежуток – 1 месяц (табл.2.) Применение Эко-Гумата в концентрациях 0,02 – 0,01% способствовало увеличению высоты растений и количества листьев (растения полученные из живцов 1-го и 2-го междоузлий) при ранних сроках высадки по сравнению с контролем.

При более поздних сроках высадки больший эффект был от применения препарата Humifirst при концентрациях 0,01 – 0,005%.

Таблица 2. Влияние препаратов гуминовой природы на высоту и количество листьев у живцов мискантуса гигантского после высадки в почву (через 1 месяц)

| Дата<br>высадки<br>живцов в<br>почву              | Концентрация питательного раствора в котором замачивались<br>живцы |               |               |               |               |               |               |               |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                                   | Контроль-вода                                                      |               | 0,02%         |               | 0,01%         |               | 0,005%        |               |
|                                                   | высота,<br>см                                                      | к-во<br>лист. | высота,<br>см | к-во<br>лист. | высота,<br>см | к-во<br>лист. | высота,<br>см | к-во<br>лист. |
| Живцы, полученные из 1-го междоузлия ( Эко-Гумат) |                                                                    |               |               |               |               |               |               |               |
| 14.07.2014                                        | 47,6                                                               | 5,8           | 53,8          | 6,4           | 67,7          | 6,7           | 33,7          | 5,3           |
| 22.07.2014                                        | 36,6                                                               | 5,3           | 32,3          | 7,3           | 42,8          | 5,5           | 41,5          | 6,5           |
| 4.08.2014                                         | 39,0                                                               | 5             | -             | -             | 27,5          | 4             | 21            | 3,8           |
| Живцы, полученные из 2-го междоузлия ( Эко-Гумат) |                                                                    |               |               |               |               |               |               |               |
| 14.07.2014                                        | 36                                                                 | 5             | 53            | 6             | 40            | 5,3           | 31            | 3,3           |
| 22.07.2014                                        | -                                                                  | -             | 33,6          | 4,2           | 22,4          | 4,2           | 19            | 6             |
| 4.08.2014                                         | 26,4                                                               | 4,6           | 23            | 4,3           | 29,3          | 4,5           | 22,2          | 5             |
| Живцы, полученные из 1-го междоузлия (Humifirst)  |                                                                    |               |               |               |               |               |               |               |
| 22.07.2014                                        | 46,3                                                               | 5,3           | 28            | 5             | 25,5          | 4             | 39,5          | 6             |
| 4.08.2014                                         | 39,7                                                               | 6             | -             | -             | 53            | 7             | 41            | 6,3           |
| Живцы, полученные из 2-го междоузлия (Humifirst)  |                                                                    |               |               |               |               |               |               |               |
| 22.07.2014                                        | -                                                                  | -             | 36            | 5,5           | 21            | 3             | 31,5          | 3             |
| 4.08.2014                                         | 26,8                                                               | 4,6           | 35,3          | 5,7           | 45,4          | 6             | 37            | 5             |

Нами было замечено, что при минимальных концентрациях (0,005%) образование корней было медленным, но наблюдалось образование значительного количества корневых волосков.

**Выводы.** Установлена эффективность применения фитогормонов гуминовой природы Эко-Гумата и Humifirst при размножении мискантуса гигантского частями зеленого побега (живцами).

Лучшая приживаемость живцов была при применении препаратов в концентрации 0,02% на ранних сроках закладки опыта из первых междоузлий маточных растений мискантуса высотой 240-245 см и малых концентрациях

препаратов (0,01 -0,005%) при более поздних сроках и использовании живцов из вторых междоузлий маточных растений высотой 310-340 см.

Более ранние высадки живцов в почву дают более развитые растения с максимальным количеством листьев и высотой по сравнению с более поздними сроками высадки.

**Перспектива дальнейших исследований.** Проводится работа по испытанию и других препаратов гуминовой природы (Гумисол, Лигногумат) и стимулятора роста растений – Агrostимулина.

#### **Литература**

1. Зінченко В.О. Біогеліоенергія - наше енергетичне майбутнє / В.О.Зінченко,В.П.Кусайло // Пропозиція. - 2006. - № 8. - С. 130-132.

2. Зинченко В.А. Мискантус – как культура будущего в биоэнергетике /В.А.Зинченко//V Міжнародна науково-практична конференція “Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні” 2-3 квітня 2009р Львів. С. 108-113.

3. Номі І.Б., Петерсен К.К. Регенерація рослин різних видів Miscanthus // Рослинні клітини, тканини та органи. – 1996. – № 45. – С. 5 – 7.

4. Nalborczyk E., Rosliny alternatywne rolnictwa XXI wieku I perspektywy ich wykorzystania/ Zeszyty Problemowe Nauk Rolniczych 1999, z. 468, s. 174-30.

## Pharmacological Study of the Complex Humic Acid Type of Lowland Peat of Tomsk Region

Maria Zyкова<sup>1</sup>, Mikhail Belousov<sup>1</sup>, Rafik Akhmedzhanov<sup>2</sup>, Sergey Krivoshchekov<sup>1,2</sup>, Mehman Yusubov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Siberian State Medical University, Tomsk, Russia, gmv2@rambler.ru

<sup>2</sup>Tomsk Polytechnical University, Tomsk, Russia

In a previous physicochemical study of the humic acids (HA) derived from different peats of Tomsk region, we have identified a promising destination – HA of lowland wood-grass type of peat deposit "Klukvennoe" (HA-KI). It distinguished by a large content of active oxygen containing functional groups (carboxyl, quinoid, phenolic hydroxyl), nitrogen and higher concentrations of the paramagnetic centers. Features of HA-KI suggested a high degree of molecular tropism for cells of the biological structures (receptors, active groups of enzymes, etc.) and therefore more pronounced pharmacological effects.

Humic acids (HA-KI) extracted with 0.1 M NaOH solution, without heating, precipitated from the extract solution of 10% HCl, washed with water until neutral pH and dried at room temperature.

Received intragastric introduction of HA-KI in laboratory animals (mice) were of low toxicity (related hazard class IV). When administered intraperitoneally were determined lethal dose (LD<sub>50</sub> = 532.89 mg / kg). Pathological study showed that introduction of lethal doses of HA-KI comes from congestive heart failure resulting from ischemic myocardial dystrophy. Acute hemodynamic instability and the subsequent death of the animals may be due at the same time as a decrease in the electrical stability of the heart, so the influence of HA-KI on the rheological properties of blood.

Revealed significant differences in the concentrations of HA-KI daily profiles in serum of animals with different methods of administration (intraperitoneal administration of HA-KI concentration in the blood is much higher and they take longer to circulate in the blood). Differences in daily concentration profile HA-KI may indicate a very pronounced effect "first pass through the liver" (after oral administration), or low bioavailability of macromolecules.

Humic acids (HA-KI) showed high antioxidant activity under CCl<sub>4</sub>-hepatitis occurred reduction of malondialdehyde concentration in rat liver homogenate to 6 times, compared with a group of untreated animals. Investigated HA-KI showed pronounced hepatoprotective activity in acute CCl<sub>4</sub>-hepatitis, normalizing functional-metabolic and morphological parameters of rat liver, and significantly reduced the intensity of lipid peroxidation. Effect of HA-KI similar effect of the drug was superior to the comparison - Carsil.

Humic acid under hypoxic conditions showed a pronounced antihypoxia action, significantly increasing the life expectancy of experimental animals and reducing their mortality from hypoxia. Under the conditions of hypercapnic hypoxia HA-KI prevent uncoupling of oxidative phosphorylation, normalizing the activity of succinate- and NAD-dependent processes of energy production in the mitochondria of brain and liver, which may be one of the possible mechanisms of their action antihypoxic. Antihypoxia action of HA-KI did not yield effects in the reference product - dihydroquercetin in the brain and superior to it in the liver. Identified under the influence of humic acid normalization of oxidative phosphorylation in the mitochondria of brain and liver, probably due to the protective properties of HA-KI that could prevent free radical damage to cells and organelles in hypoxic conditions.





**Session II**  
**Organic Matter in Soil and Water under Conditions of Changing Climate and**  
**Anthropogenic Pressure**

**Секция II**  
**Органическое вещество почв и вод в условиях глобального изменения**  
**климата и антропогенной нагрузки**

## Effect of Humic Fertilizer BioDon on the Microbiological and Enzymatic Activity of Ordinary Carbonate Chernozem

Olga Bezuglova<sup>1</sup>, Andrey Gorovtsov<sup>1</sup>, Elena Polienko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia, lola314@mail.ru

<sup>2</sup>Don Research Institute for Agriculture, Rassvet, Russia

The intensification of agriculture traditionally involves the application of high doses of mineral fertilizers, but their use is limited by the lack of crop varieties, highly responsive to fertilizer. There are also negative effects on the environment, including loss of humus and heavy metal pollution of soils. The increase of doses of mineral fertilizers often becomes biologically and economically impractical, because the additional yield from crops stops growing at some stage. In this regard, the alternative methods of improving soil fertility and crop yields have appeared, that are called collectively "biological farming". One promising area is the use of preparations containing humic acids. The aim of this work is to study the effect of humic preparation BioDon on soil biological activity.

**Objects of study and experimental design.** Humic preparation BioDon represents an extract of dry Biohumus "Donskoy" - the product of processing manure and straw by a technological worm population. Microbiological analysis of fertilizer Bio-Don has shown, that the biological product contains cultures of microorganisms, valuable from an agronomic point of view. The bacteria growing on nutrient agar were the most numerous, with 78% of them belonging to the genus *Bacillus*, which are involved in the decomposition of fresh organic matter. The rest of cultures were identified as gram-positive cocci, presumably belonging to the genus *Rhodococcus*, or genus *Micrococcus*. However, the total titer of the bacteria ( $10^4$ ) was significantly lower than that typically characteristic of known microbiological fertilizers. Nevertheless, considering the combined effect of the biologically active components of humic fertilizers and a set of soil microorganisms, a stimulating effect of fertilizers on the development of beneficial microflora in soil could be expected. The biological activity of soil after years of application of mineral fertilizers and pesticides is unacceptably low. Field experiment was laid on ordinary carbonate chernozem, on a 48 hectares experimental field. The experimental setup consisted of 6 variants: 1) Background + seed treatment with growth regulator Vigor Forte; 2) Background + seed treatment with BioDon; 3) Background + preplant treatment of soil with BioDon; 4) Background + 2-fold treatment of crops with BioDon (at tillering and booting stages); 5) Background + preplant treatment of soil with BioDon + 2-fold treatment of crops with BioDon (at tillering and booting stages); 6) Background (treatment with fertilizers according to the regional recommendations).

**Methods of research.** The number of microorganisms belonging to different ecotrophic groups was determined by the standard method of sowing soil suspension dilutions on solid nutrient medium [6]. The quantity of the following groups of soil microorganisms has been determined: bacteria that use organic forms of nitrogen (copiotrophic bacteria) on peptone and meat extract containing nutrient agar; bacteria using mineral forms of nitrogen in the environment on starch-ammonium agar (ISP-3); bacteria developing at the expense of substances of the soil (pedotrophic bacteria) on soil agar; diazotrophic and oligonitrophilic bacteria on Ashby nitrogen-free medium; soil fungi on Czapek agar supplemented with streptomycin. Actinomycetes were also quantified, as the microorganisms involved in the synthesis and decomposition of humic substances. They were quantified separately on starch-ammonium agar and Hutchinson medium with cellulose (cellulolytic actinomycetes). The activities of two soil enzymes - catalase and invertase were also measured by gasometric and colorimetric method respectively (Galstyan, 1974).

**Results and discussion.** A comparison of the studied parameters was performed for different variants of the experiment. The data are plotted as a percentage of change in relation to control (Figure 1).

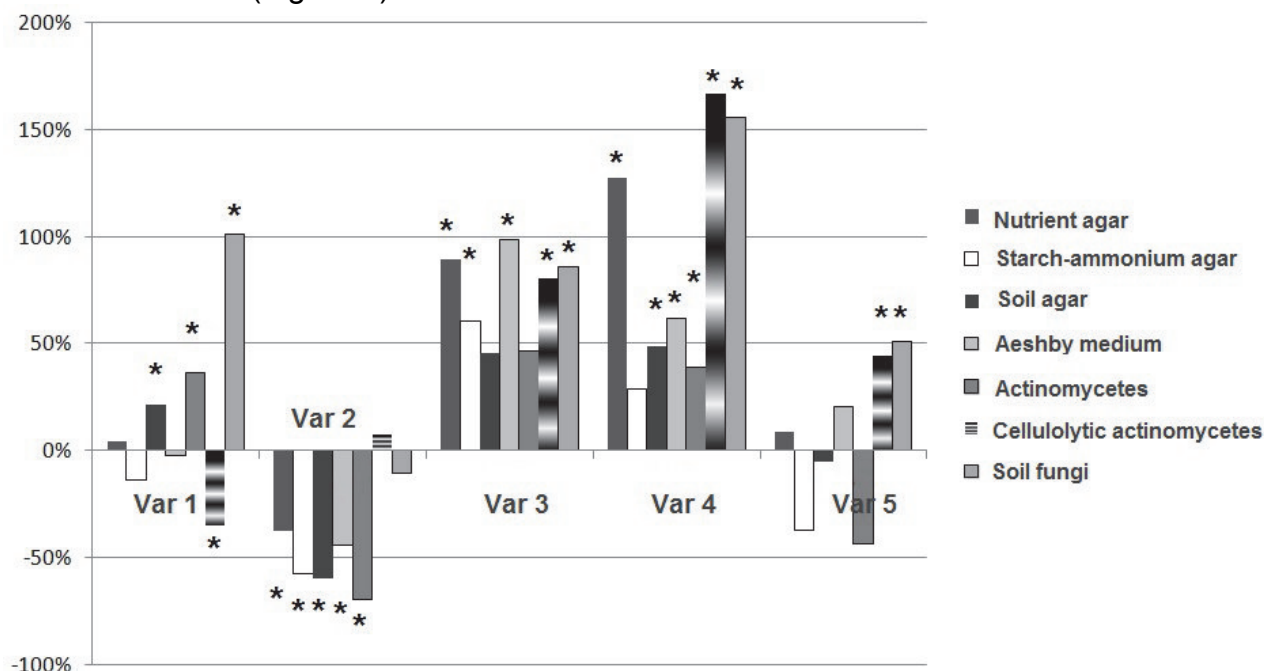


Fig.1. Changes in the numbers of microorganisms belonging to different eco-trophic groups under the influence of "BioDon" humic preparation (\* differences significant at  $p < 0,05$ ).

Preplant treatment of soil with the preparation (variant 3), especially in conjunction with the treatment of plants (variant 4) contributes to the biological activity of the soil. Stimulation of soil microflora population reached more than 150% for some groups of microorganisms (e.g., fungi and cellulolytic actinomycetes). The development of these groups may be important for successful mineralization of crop residues in the autumn-winter period. But in the overall picture of the biological activity of soil these results should not be underestimated. The determination of enzyme activity indicated that in the variants including treatment by biologically active substances, the activity of catalase and invertase has increased in comparison to the background. These enzymes are involved in the decomposition of hydrogen peroxide, and in hydrolysis of polysaccharides. The increase of wheat yield after using Bio-Don fertilizer ranged from 6.9 to 12.8 cwt / ha, that is up to 35% compared to the background - mineral nutrition, according to the regional recommendations.

Thus, the agricultural use of fertilizers and preparations based on humic substances is an innovative direction, requiring close attention to these new, complementary to natural, means to improve the productivity of agricultural plants and improve the soil quality. A promising method for producing humic substances, characterized by the presence of strains of beneficial microorganisms in the composition, is their extraction from vermicomposts.

# The Effect of Organic Fertilizers on Humic Substances of Derno-Podzolic Sandy-Loam Soils

Elena Bogatyrova, Taisiya Seraya, Olga Biryukova

Institute of soil science and agrochemistry, Minsk, Republic of Belarus, seraya@tut.by

Humic substances represent a complex multi-component polyfunctional system, which being a largest accumulator of solar energy in biosphere, determines not only the energy potential of soils and their suitability resource, but also the ecosystem stability in whole. One of the most significant directions in assessing the generation and functioning of humic substances is the study of transformation of their active components effected by agrogenic load. Despite a large number of investigations devoted to this question area, in this aspect the issues touching upon the dynamics of changes in the active part of humic substances effected by organic fertilizers for a short period of time remain to be underinvestigated.

The investigations were conducted based on the Held trial laid in 2010-2011 in two fields of the Experimental Base named after Suvorov State Enterprise, Minsk region of the Republic of Belarus on derno-podzolic sandy-loam soil ( $pH_{KCl}$  5.5-5.6, organic matter content – 2.21-2.41%,  $P_2O_5$  – 155-205 mg/kg,  $K_2O$  – 227-246 mg/kg of soil). The investigations were conducted in the crop rotation link: corn – spring rape – winter triticale. The dozes within the experiment were equalized by nitrogen at the rate of 150 kg of active ingredient N/ha. The organic fertilizers were applied for the first crop of the crop rotation link (corn). For revealing the directionality of changes in the qualitative and quantitative factors of humus ingredients for a short period of time the soil samples were selected in a year following applying the organic fertilizers. When monitoring the content of the humus active part for extracting labile humic substances ( $C_{под.}$ ) there was used 0.1 M NaOH-extract followed by determining humic and fulvic acids; the optical dense was determined at wave length being equal to 430 nm.

A minimum content of labile humic substances (4473 mg/kg of soil) was noted in the variant containing no fertilizers while fulvic acids dominated in the labile fraction the quantity of which was 1.7 times higher than that of humic ones (Table 1).

Table 1. The Effect of Organic Fertilizers on the Content and Composition of Labile Humic Substances in Derno-Podzolic Sandy-Lime Soil

| Variant                       | $C_{gen.}$ , % | $C_{под.}$ |                 |               | Cha   |                 | Cfa   |                 | Cha/Cfa |
|-------------------------------|----------------|------------|-----------------|---------------|-------|-----------------|-------|-----------------|---------|
|                               |                | mg/kg      | % от $C_{общ.}$ | $E_C^{mg/ml}$ | mg/kg | % of $C_{gen.}$ | mg/kg | % of $C_{gen.}$ |         |
| With no fertilizers (control) | 1.28           | 4473       | 35.0            | 6.03          | 1652  | 12.9            | 2821  | 22.1            | 0.59    |
| Cattle litter manure, 60 t/ha | 1.36           | 5733       | 42.1            | 5.85          | 2424  | 17.8            | 3309  | 24.3            | 0.73    |
| Cattle liquid manure, 75 t/ha | 1.35           | 5934       | 44.1            | 5.33          | 2075  | 15.4            | 3858  | 28.7            | 0.54    |
| Effluent, 30 t/ha             | 1.35           | 5339       | 39.7            | 5.92          | 2405  | 17.9            | 2934  | 21.8            | 0.82    |
| HCP <sub>05</sub>             | 0.09           | 536        |                 |               | 214   |                 | 325   |                 |         |

The applied cattle litter manure significantly effected the lability activation of soil humus by increasing the content of the labile fraction in absolute terms by 1260 mg/kg, in relative terms – by 7.1%. The accumulation of labile humic compounds in a greater degree was conditioned by humic acids a growth of which relative to nil treatment was equal to 47% as compared to 17% relative to fulvic acids. The data obtained prove a humate directionality in the changes in the quantitative composition of the labile fraction of soil humus as indicated by the extension of the ratio Cha/Cfa from 0.59 in the variant with fertilizers up to 0.73 against the background of applying the litter manure. One could observe a reduced extinction coefficient in labile humic substances  $E_C^{mg/ml}$ , which, probably, was conditioned by the generation of «young» humic compounds with a

developed peripheral structure due to soil enrichment with a greater quantity of plant residues and bringing some quantity of «finished» humic substances against applying litter manure while increasing the bioactivity of the derno-podzolic sandy-loam soil by 72%.

For the humic substances separated from the derno-podzolic sandy-loam soil, in the variant with applying cattle liquid manure the picture is quite different: the substantial composition of labile humic substances reached a maximum level (5934 mg/kg), which is equal to 44.1% of a total soil carbon. In the system of humic compounds effected by applying liquid manure a dominance belongs to fulvic acids as distinct from the variant of applying the litter manure. When comparing the two variants against each other it was found out that the content of this fraction increased by 549 mg/kg while the quantity of humic acids credibly reduced by 14%. On the fraction level of humic substances such increase in labile fulvic acids in this variant might be caused by more intensive course of the decay and neoplastic processes in humic substances due to the activation of soil microflora metabolic activity (the bioactivity level of sandy loam soil reached 194%). In so doing in the soil comparatively «young» humic substances were generated, which are characterized by less fused aromatic ring with a branched aliphatic structure. The prevailing participating stake of fulvic acids in the total amount of humic substances and, as consequence, accumulation of less humified substances are indicated by the factors  $Cha/Cfa$  (0.54) и  $E_C^{mg/lm}$  (5.33), the value of which reached a maximum level a posteriori.

Another regularity was obtained when applying the effluent. Such fertilizers procured a meaningful increase in the content of labile humic substances (by 19%) relative to a control. In so doing as compared to the variants when the litter and liquid manures were applied, the level of accumulation of such fraction in a sandy loam soil was characterized by a minimum factor. As far as the changes in the qualitative composition of labile humic substances effected by the effluent it was found out that the content of fulvic acids virtually did not change as compared to the variant with no fertilizers. The content of labile humic acids reached 2405 mg/kg, and this is commensurable with their content in the variant when litter manure was applied. Such increase of share of humic acids in a total labile fraction amount was determined by the ratio  $Cha/Cfa$ , for which in this variant a highest rate was obtained – 0.82. However, it is apparently untimely to ascertain that of all organic fertilizers applied the effluent in a greatest degree fosters the humus formation process flowing in humate direction. The biological diagnostics has demonstrated that when applying such fertilizers a maximum biological activity of the sandy loam soil was noted. In this connection it can be assumed that against the background of most intensive microbiological activity one could observe intense mineralization of chemically less complex compounds (in such case fulvic acids), the fraction of which turned to be least stable, which is to some extent proves zero changes in this fraction content as compared to the variant with no fertilizers. Resulting from soil microflora activation on the one hand overmineralization of more “mature” humic acids is probable due to which they are losing their active aliphatic fragments when enriched by inert aromatic structures. On the other hand, the cutaneous new growth of chemically «immature» humic acids with a shortcut structure, which by their properties are close to fulvic acids. From the agronomical point of view neither of them possesses a high value.

# Method for Metal Recovery from Acid Mine Drainage Using a Peat-Humic Agent

Anna Bogush<sup>1</sup>, Vladimir Voronin<sup>2</sup>, Vera Tikhova<sup>3</sup>, Gennadiy Anoshin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia, annakhol@gmail.com

<sup>2</sup>Planeta-Ra Ltd, Novosibirsk, Russia

<sup>3</sup>Institute of organic chemistry SB RAS, Novosibirsk, Russia

The waste products of the ore mining and processing industry usually dispose to landfill where they are oxidized by atmospheric oxygen and microbial activity in the presence of water, forming acid mine drainage (AMD) with potentially high concentrations of  $\text{SO}_4^{2-}$ , Fe, Al, Zn, Cu, Cd, Pb, Ni, Co, Cr and other elements (Nordstrom and Alpers, 1999; Lottermoser, 2007; Nordstrom, 2011). AMD is the largest environmental problem facing the world mining industry. For instance, AMD discharging into streams, rivers, lakes and the ocean causes serious degradation of water quality and kill or stunt plants and damage other aquatic organisms (Nordstrom 2011).

The given work focused on solving the fundamental problem of environmental geochemistry and material science related to developing a new environmentally safe and potentially cost-effective method for AMD remediation and extraction of strategically important metals using new humic agent derived from peat. A liquid peat-humic agent (PHA, Bogush and Voronin, 2011), developed by mechanical, chemical, and thermobaric treatment of peat from the Krugloe deposit (Novosibirsk region, Russia), can effectively neutralise acid mine drainage and treat it from potential pollutants (e.g. Fe, Al, Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Co and Hg) forming metal-organic residues. Organic matter can be removed completely from metal-organic residues by heating at the temperature range (450-500°C). The metal-concentrated residues after thermal treatment generally contained aggregates with different size range (20-350  $\mu\text{m}$ ) mainly composed of metal oxides and sulphates. Thermal decomposition of organic matter contained in the PHA and metal-organic residues was an exothermic process with significant calorific value (9-15 kJ/g).

A new schematic technological process for metal recovery from AMD using the peat-humic agent with subsequent solid/liquid separation and thermal treatment of solid metal-organic residue was proposed, which is economically and ecologically preferable to general AMD remediation (patent N2011139274, RU). This new method can solve three problems: 1) effective treatment of AMD from potential pollutants (e.g. Zn, Pb, Cu, Cr, Ni, Cd, etc., 70-99% recovery); 2) production of treated water which can be reused in mining industry; 3) extraction of strategically important metals (Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Ag, Au, etc.) from AMD.

This research was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant 11-05-12038-ofi-m-2011) and OPTEC LLC.

## References

Bogush, A.A. and Voronin, V.G. (2011) Application of a peat-humic agent for treatment of acid mine drainage. *Mine Water and the Environment*, 30, 185-190.

Lottermoser B.G. (2007) *Mine Wastes: Characterization, Treatment and Environmental Impacts*, second Edition. Springer, Berlin, 277 pp.

Nordstrom D.K. (2011) Mine waters: acidic to circumneutral. *Elements*, 7, 393-398.

Nordstrom D.K. and Alpers C.N. (1999) Geochemistry of acid mine waters. In: Plumlee G.S., Logsdon M.J. (eds) *The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits. Reviews in Economic Geology* 6A: 133-160.

Patent N2011139274, RU, MPK51 C02F 1/62, C02F 1/28, B01J 20/24, C02F 101/20, C02F 103/16. Method of purifying industrial sewages from heavy metals / Inventors - Bogush A.A., Voronin V.G., Anoshin G.N.; Proprietor – Institute of Geology and Mineralogy SB RAS. – N2011139274/05, 2013, Bull. 31, P. 10.

## HS Evolution in Humification Process

Serafim Chukov

The St.-Petersburg state university, 199034 St.-Petersburg, Russia

HS are obligatory participants of not only terrestrial and water ecosystems in small biological circle, but also and in the big geological circle at a level biosphere and geosphere as a single whole. Although quantitatively they compose a little more than half of soil organic matter content in soils and ground waters, their role in functioning of containing them ecosystems immeasurably exceeds their quantitative participation.

HS are the unique natural accumulator of the biochemical energy created by green plants during the uptake the of Sun energy due to photosynthesis. In this connection the problem of estimation of evolutionary trends of HS is important not only for soil science, but also for a lot of related subjects: biology, geology, etc.

We carried out researches of soils HS structurally functional parameters in soils of natural climatic belts from taiga up to a forest-steppe and steppe. Investigations have been compiled both in natural, and antropogenically altered soils - arable and buried. The data about HS molecular structure obtained by  $^{13}\text{C}$ -NMR and ESR) and the results of studying the important functional parameters of HS (Chukov 2001; Orlov, Chukov 2004), allow to formulate the basic stages of their evolution in soils.

According to the Prigozhin's theory nonequilibrium the noise induction transitions with formation of the spatial dissipative structures arising in the fluctuating circle and with use of a conceptual framework of supramolecular chemistry it was allocated three stages of formation of a spatial lattice of the self-organizing systems (in our case of HS).

First "template" stage of small-scale fluctuations. Formation and disintegration of simplest "short-liveding" of associates from atomic clusters or molecules. The minimum extent of complementary binding of the monomers occluded by the hydrophilic part on a surface of a mineral matrix.

Second stage of "self-organization" of system (mid-scale fluctuations). Formation of stable cluster ensembles of pro-humic substances in the form of short chains, microlayers and microframeworks on low-energy not covalent bonds. In case of larger molecular systems occluded on a surface of a mineral particle – complementary form from molecules of two - or three-dimensional associates in a look the supramolecular ensembles.

Third stage of "self-assembly" (large-scale fluctuations and autocatalysis phenomena). Complementary three-dimensional condensation or free radical polymerization of cluster superpredecessors or supramolecular ensembles of HS. Formations of global macromolecular structures of HS - process "actually humifications".

The third stage of HS evolution is connected with processes of the further transformation and humification the frame structure of "raincoat" in a direction of selection of biothermodynamically steady products. These processes are especially accelerated in conditions of sharp deficiency of fresh residues and lead to strong polycondensation of macromolecules, formation of polyaromatic systems, growth of interface to simultaneous increase in quantity free electrons. Formation and relative accumulation of such polycondensed structures of coal type was observed by us at studying spectra  $^{13}\text{C}$ -NMR humic acids in arable and buried soils (Orlov, Chukov 2004). For structures of such type appreciable decrease in biochemical and physiological activity is typical.

It is possible to draw a conclusion, that at this evolutionary stage properties of HS are determined not so much by functional groups, but the general features of redistribution of electronic density in molecular structure of HS.

On the basis of the analysis of processes of evolution and definition of a level of HS biothermodynamic stability it is possible to create correct forecasts of their behavior during the change of biohydrothermal conditions of humification which can be result of change of land use or global climate change.



## Behavior of Soil Humic Acids in Changing Environment

Maria Dergacheva

Institute Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk, Russia, mid555@yandex.com

Soil humic acid is a natural component that permits us to diagnose of environment state and human impacts, as well as to fix climate change by using their composition, structure and properties. This is possible because the soil humic acid is a natural open self-regulating system. Soil humic acids respond to external influence and reflect them in the composition and structural changes. They have the ability to restore the properties inherent to them before exposure. At the same time they can to preserve encoded in the composition, structure and properties the information about the conditions of their formation for a long time even in the active surroundings condition. Any structural features, configuration, availability and value for the individual and other reactive groups, the composition and the ratio of the elements, optical, chemical, physic-chemical and other properties of humic acids that adequately reflect the specifics of the environment or its components (vegetation, climate, individual climatic characteristics etc) can be a source of information about the state of the environment. J. Ellington (1974) pointed out that the information source may be a molecule or part of it, the latter may lie in the overall structure, and in the stereo chemical configuration.

Analysis of humic acids behaviour at change of their functioning ecological conditions was based on a database of ecology-humus relations. The database contains information on the composition, structure and properties of several thousand units of humic acids formed with different combinations of ecological parameters of environment. Ecological conditions of formation and functioning of humic acid are presented primarily information about climatic characteristics at specific points in the location of each individual section. Climatic indices were calculated according to established relationships with their height above sea level (taking into account the exposure). The database also contains information on the parent material, the situation in the relief and absolute age obtained by the radiocarbon method. The volume of data in the database has allowed selecting to realize one of main principles of ecology: the analysis of monofactorial lines. Monofactorial series were chosen for revealing variability of humic acid composition, structure and properties in connection with influence of separate parameters of a climate, economic use or time

Laws of humic acid behavior have a common orientation in relation to climate change in the annual cycle and long-term trends. Quantitative changes of soil humic acid characteristics arid and humid areas are significant differences under the same influences. Gradations of considered signs of humic acids on their significance for identifying changes in ecological conditions at various levels are proposed.

The most convenient, express and reliable parameters of humic acid composition, structure and properties for the decision of the questions connected to their behaviour in the ecological environment with varied parameters, are their characteristics precisely reacting to local specificity of conditions (spectra in ultra-violet, visible and infra-red areas, spectra of fluorescence,  $^{13}\text{C}$  ЯМР and  $^1\text{H}$  ЯМР, a ratio of amino acid different groups, a degree of hydrolyzability, a saturation nitrogen and others). The set of used humic acid parameters depends on the decision of individual questions within the framework of a problem of behaviour of this natural component in varying ecological conditions of the natural environment

## Molecular Reactivity of Dissolved Organic Matter in the Lena Delta

Ivan Dubinekov<sup>1</sup>, Ruth Flerus<sup>1,2</sup>, Philippe Schmitt-Kopplin<sup>3</sup>, Gerhard Kattner<sup>1</sup>, Boris P. Koch<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar und Meeresforschung, Bremerhaven, Germany

<sup>2</sup>GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research, Kiel, Germany

<sup>3</sup>Helmholtz Zentrum München, Research unit Analytical BioGeoChemistry, Neuherberg, Germany

<sup>4</sup>University of Applied Sciences, Bremerhaven, Germany

Rivers and estuaries are links between land and the Ocean. Terrigenous organic matter exported to the seas has a large impact on the carbon cycle. Dissolved organic matter (DOM) plays an important role in the regulation of aquatic ecosystems. The Arctic Ocean is relatively small (~1% of the World's Oceans by volume) and receives 11% of the world river runoff. Studies on estuarial processes of the arctic rivers have an additional value due to changing hydrology of the large arctic rivers and permafrost degradation processes within watersheds of these rivers caused by changing climate. Changing discharge will potentially affect biogeochemistry of the coastal seas in the Arctic.

In our study we questioned conservative properties of DOM in the Lena River - coastal Laptev Sea transition. We studied 4 transects in the coastal Laptev Sea around the Lena Delta. We observed strong stratification of water masses. In studied transects the thermocline was located on 5-10 m depths. The transition was often very sharp with decrease of ~7°C in temperature and increase of 8 in salinity. We analyzed dissolved organic carbon (DOC) and particulate organic carbon (POC) concentrations along salinity/temperature gradients in the estuary and dynamics of the compositional changes of DOM molecular pool. Molecular characterization was done using Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometry (FT-ICR MS) with its ultra-high mass resolution and exceptional sensitivity.

Quantitatively, DOC showed conservative mixing of riverine and marine DOC with hidden consequences of estuarial environmental processes. POC had a tendency to sink via precipitation in the low salinity regions of the Lena River Estuary. DOM molecular complexity increased with growing contribution of marine DOM. Magnitude weighted elemental ratios linearly changed from 0.55 to 0.52 for O/C, from 1.09 to 1.15 for H/C and from 235 to 105 for C/N with increasing salinity. Non-linear multidimensional scaling (NMDS) exposed salinity as a good explanatory variable which "shaped" molecular complexity of DOM. We characterized linearity of peak magnitude~salinity dependences and used it as a measure of DOM molecular reactivity in the river-sea transition. 27% of DOM molecular components had strongly conservative behavior, 32% were moderately affected by estuarial processes, and 41% were actively involved.

Thus, transformations of DOM in the Lena River are rather qualitative than quantitative. Molecular formulas with non-conservative behavior highlighted biogeochemically active organic compounds. These compounds are potential targets in exploration of estuarial processes on molecular level. Interpretation of DOM compositional changes as result of estuarial processes is the aim of further studies.

## Perspectives of Organic Agriculture in Siberia

V.I. Fedoseev, A.A. Butov

Alpha-Group Ltd., Novosibirsk, Russia, fulvic@bk.ru

1. Actuality of organic or bio-agriculture development in Russia and Siberia can be determined by several circumstances:

- stable growth of demand for high-quality foodstuff by urban population of the country, including products with "Bio" mark;

- availability of sources for organic or bio-agriculture in mid-latitude and southern regions of Russia, that make it possible to scale organizational development of bio-agriculture;

- stable growth of demand for organic foodstuff in the world market, and, first of all, in Europe, China and Japan;

- availability of Russia-invented innovation technologies and agricultural bio-products that yield in development of organic or bio-agriculture based on high efficiency and production capacity.

2. Regional localization of organic agriculture is generally determined today as: localization of vegetable growing and horticulture in the country, volume of regional needs and demand for minimization of logistics costs in the process of organic products delivery.

3. Basic locations of organic agriculture in Siberia are suburbs of big cities, i.e. suburban vegetable gardens and suburban livestock farms.

4. Specifics of suburban regions of big Siberian cities (such as Novosibirsk, Kemerovo, Novokuznetsk, Tomsk, Krasnoyarsk, Irkutsk, Chita, Ulan-Ude) can be characterized by distinct ecological problems of the territories, as well as by polluted and diseased soils of farmlands.

5. The main cause for degradation of suburban farmlands of Siberia is closely connected with intensive technogenic influence of the cities and energetic represented by coal thermal power stations and plants (TPS & TPP) linked to big cities.

6. Coal energetic is the main source of pollution, first of all, heavy metals and radionuclides pollution of the territories linked to big cities within a range up to 150 km.

7. For example, one average-capacity boiler unit of a thermal power station generates up to 8 tons of mercury salts, that are exhausted into the atmosphere in the form of smoke and are deposited over the wind rose-range territories. Those are mainly territories of suburban farmlands.

8. The program of organic agriculture of the Siberian regions supposes application of a number of investigations: determination of big-cities' suburban farmlands condition, determination of soil-pollution types, elaboration of sanitation technologies for different types of polluted soils (re-cultivation).

9. Programs of re-cultivation of suburban farmlands designated for forming-up of organic agriculture undertakings should acquire a status of State Regional Programs.

10. We suggest to approbate and elaborate methods of farmlands re-cultivation based on humic complexes usage as the most effective technology of re-cultivation and rehabilitation of pollution-impacted areas (heavy metals, pesticides, herbicides, oil products, heavy organics, etc.) Practical experience of soils detoxication by humates is extremely encouraging.

11. Scientific objectives connected with elaboration of methods of farmlands re-cultivation and rehabilitation by means of humic complexes application include the following themes:

- investigation of characteristics in the process of chelation by humic products of different types and origin, obtained as a result of different technologies application. Identification of humic products with best chelation features for further application of those for oils sanitation.

- testing of technologies application of humic products with best chelation features in the process of re-cultivation of territories (aquatic areas) and oils sanitation.

- elaboration of realization schemes of territories (aquatic areas) and oils sanitation on the basis of combination of technological operations of oils (and water basins) humic treatment, as well as elaboration of special agrotechnical measures for organic agriculture.

# Влияние препарата «Гумилид» на жизнедеятельность различных видов вермикультуры

А.А. Гейсун

Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепропетровск, Украина, agejsun@mail.ru

В процессе утилизации сельскохозяйственных органических отходов методом вермикюльтивирования образуется биогумус, в котором накапливаются вещества гуминовой природы и может быть ценным биоудобрением, а также накапливается значительное количество биомассы червей. Биомасса вермикультуры может быть использована в качестве лечебных препаратов, пищевой и кормовой добавок, так как содержание белка в ней может варьироваться от 60 до 85%, в зависимости от вида. Для увеличения количества биомассы червей необходимо активировать процессы их жизнедеятельности. В качестве активирующих добавок перспективно использование гуминовых препаратов, которые обладают высокой биологической активностью, способны легко проникать через клеточные мембраны.

В качестве объектов исследования были выбраны два вида вермикультуры – красный калифорнийский червь (ККЧ) и русский московский гибрид (РМГ), из которых были сформированы четыре опытные группы и одна контрольная по 50 особей в каждой. Питательным субстратом служила смесь ферментированного навоза крупного рогатого скота с подсолнечной лузгой в соотношении 9:1 (контроль). В субстраты для опытных вариантов I – IV добавлены растворы гуминового препарата «Гумилид» в следующих концентрациях: 0,01%, 0,005%, 0,001%, 0,0005% соответственно. О жизнедеятельности червей судили по количеству особей, которых подсчитывали в соответствующие периоды – 7, 14, 21, 35 дней.

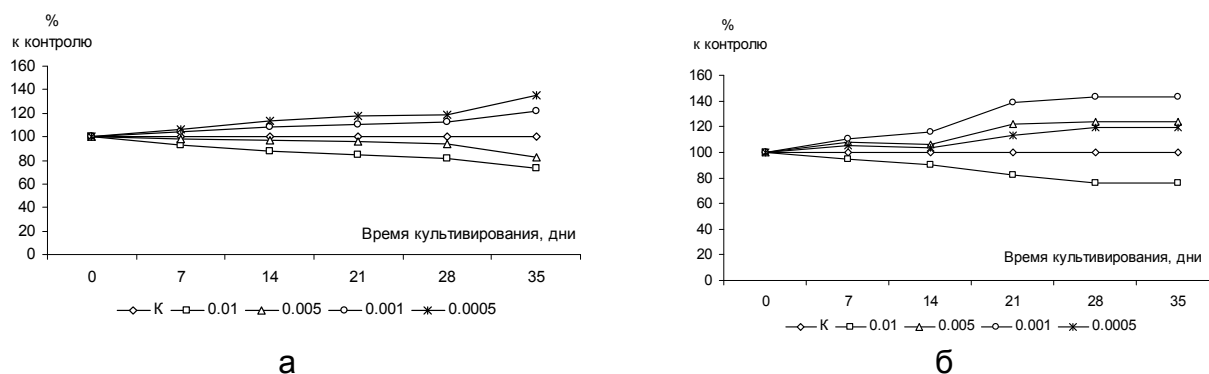


Рисунок 1. Динамика развития красного калифорнийского червя (а) и русского московского гибрида (б).

Результаты исследования показали (рис.1 а), что использование гуминового препарата «Гумилид» в концентрациях 0,0005% и 0,001%, повышает выживаемость ККЧ на 35% и 22% к 35 дню развития. Однако при концентрации 0,005% и 0,01% происходит снижение выживаемости червей относительно контроля на 17% и 26,8%. Введение в питательный субстрат препарата в концентрациях 0,001%, 0,005% и 0,0005% оказывает активирующее действие на вермикультуру РМГ, что проявляется в повышении выживаемости особей на 42,9%, 23,8% и 19% соответственно. Гумилид в концентрации 0,01% угнетает развитие РМГ, так как в этом случае выживаемость особей к концу наблюдения снижается на 23,8% (рис.1 б). Таким образом, в настоящем исследовании установлено, что концентрации Гумилида 0,0005% для ККЧ и 0,001% для РМГ максимально обеспечивают их жизнедеятельность и могут быть использованы в дальнейшем для исследования продуктивных и репродуктивных качеств червей.

\*Научный руководитель – проф. Степченко Л.М., Днепропетр. гос. аграрно-экономический ун-т.

# Application of Research Methods of Soil Organic Matter to Assess the Technical Properties of Biochars

Kamil Giniyatullin, Elena Smirnova, Boris Grigoryan, Albina Valeeva  
Kazan Federal University, Kazan, Russia, Giniyatullin@mail.ru

Currently, there is an increasing interest in the using of biochars produced pyrolysis processing plant residues of different origin as a perspective meliorants. Biochar application allows you to simultaneously solve the two major problems of our time: the long-term improvement of soil fertility and the need sequestration carbon atmosphere. The use of biochar in these aspects determines the need to of develop a set of methods of assessing the technical properties that allow to predict the behavior of biochar in the soils of different origin. The purpose of this study is to evaluate the possibility of using the methods developed for the study of soil organic matter (SOM) for the characterization properties of biochars.

Biochars are made from a variety of woody and herbaceous material, in different modes of heating were kindly provided by Dr. M. for Bayan (Department of Agriculture and Environmental Sciences, Lincoln University, Missouri, USA). Samples were subjected to pyrolysis technology developed by Dr. M. Bayan, in two temperature ranges: «high temperature» - 400-600 °C, «low temperature» - below 400 °C. The total organic carbon content in the samples determined by dry combustion varies from 57,2 to 86,3% (coefficient of variation is  $V = 12,7\%$ ), total nitrogen content is from 0,17% to 0,90% ( $V = 53,9\%$ ). Also ratio of gross carbon to nitrogen varies ( $V = 65,6\%$ ), the meaning of which is much higher than in the poorest nitrogen plant residues in average. Sampling of biochars can be assessed as sufficiently homogeneous according to content of total carbon, but a very different quality of SOM content and mineral elements.

For general characteristics of the properties of biochars they used the method of step oxidative degradation by Chan (Chan et al., 2001), which combines the method of soil oxidation with potassium dichromate at different concentrations of sulfuric acid (modified method of Walkey-Blake) with the determination of total carbon content of dry incineration. The method involves the allocation of 4 fractions of OM by exposure oxidizability. Fractions 1-3 are calculated from the difference between the content of organic carbon oxidized with potassium dichromate at concentrations of  $H_2SO_4$  12 N, 18 N and 24 N. Faction 4 is the difference between the total carbon content determined by dry combustion, and carbon is oxidized with potassium dichromate at a concentration of 24 N  $H_2SO_4$ . To characterize the labile fraction of biochar samples they used method of extraction with hot water extract (Korschens et al., 1990), and rapid method for the determination of organic carbon extracted with a mixture of  $Na_4P_2O_7$ -NaOH (Kononova, Belchikova, 1961). All used methods have been modified and adapted to the characteristics of the physical properties of biochars.

Analysis of the data shows that the content of readily degradable OM (fraction 1 by the method of Chan) and srednerazlagaemogo (fraction 2) is the maximum in the samples obtained by pyrolysis at low temperatures of herbaceous plant residues and willow. The content of these fractions in the samples obtained at high temperatures ( $> 600\text{ }^{\circ}C$ ) is approximately at the same range, but is also highly variable. The coefficient of variation calculated on the options «high temperature» is for a fraction 1 is 55,8%, for a fraction 2 is 34,9%, indicating a high degree of dependence of the content of the active fractions of SOM in the form of biochar from the source material. Any laws could not be detected on the content of fraction 3 (hardly OM). The low content of non-oxidizable by potassium dichromate in 24 N  $H_2SO_4$  (fraction 4) of the biochar is typical for the samples obtained by pyrolysis at low temperatures of herbaceous plant residues and willow. In biochars produced from the same material at high temperatures ( $> 600\text{ }^{\circ}C$ ), the fraction 4 is significantly increased and becomes comparable with other biochars. The coefficient of

variation calculated on the options «high temperature» is for the fraction of 4%, which can be regarded as a lack of significant effect on the content of potassium dichromate non-oxidizable fraction of OM and properties of the raw material using high technology pyrolytic treatment.

The results of determination of carbon content extractable with hot water and extracted with a mixture of  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ -NaOH of biochars of different origin show that the content of labile OM is maximum in samples obtained by pyrolysis at low temperatures of herbaceous plant residues and willow. In the samples obtained by pyrolysis at high temperatures the labile OM is sufficiently homogeneous. It is shown that the organic carbon content of hot water and extracted with a mixture of  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ -NaOH is closely and statistically significantly correlated with each other and with a content of fractions 1 and 2 obtained by the method of Chan. There is a statistically significant inverse correlation of content between tight carbon emitted by boiling and by treatment with  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ -NaOH with the content of non-oxidizable fraction (fraction 4 by the method of Chan).

Conclusion. Chan method developed to evaluate the oxidizability of SOM, can be modified to assess the oxidizability OM biochars. Separation of OM into 4 fractions (easy-, medium-, and hardly a non-oxidizing) can be informative, and used for the technical evaluation of biochars of different origin as promising components for application to the soils. The results of the analysis may be useful for predicting the behavior of biochars in high biochemical activity of soil microflora, since it is assumed that the treatment of SOM oxidizing reagents can be considered as an imitation of biochemical degradation, which largely is also an oxidation process. The content of organic carbon extracted from biochars with hot water and a mixture of  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ -NaOH, which has a close correlation with the content of OM fractions determined by the method of Chan, can be used for indirect, but a quick and easy procedure feasible evaluation of various properties of biochars.

The part of this work was performed according to the Russian Government Program of the Competitive Growth of Kazan Federal University and the part of this work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects № 14-04-01599).

## Применение методов исследования органического вещества почв для оценки технических свойств биоуглей

Камиль Гиниятуллин, Елена Смирнова, Борис Григорьян, Альбина Валеева  
Казанский федеральный университет, Казань, Россия, Ginijatullin@mail.ru

В настоящее время возрастает интерес к использованию биоуглей, получаемых пиролизной переработкой растительных остатков различного происхождения как к перспективным мелиорантам. Применение биоугля позволяет одновременно решать две важнейшие проблемы современности: долговременное улучшение плодородия почв и необходимость секвестрации углерода атмосферы. Использование биоуглей в данных аспектах определяет необходимость разработки комплекса методов оценки их технических свойств, позволяющих прогнозировать поведение биоуглей различного происхождения в почвах. Цель данной работы оценить возможности использования методов, разработанных для исследования органического вещества (ОВ) почв для характеристики свойств биоуглей.

Биоугли, приготовленные из различных древесных и травянистых материалов, в различных режимах нагрева были любезно предоставлены для работы доктором М. Байяном (факультет сельского хозяйства и экологии, университет Линкольна, Миссури, США). Образцы были подвергнуты пиролизу, по технологии, разработанной доктором М. Байоном, в двух температурных диапазонах: «высокая температура» – 400-600 °С, «низкая температура» – ниже 400 °С. Общее содержание углерода в образцах, определенное методом сухого сжигания, варьирует в пределах от 57,2 % до 86,3 (коэффициент вариации составляет  $V=12,7$  %), содержание общего азота от 0,17% до 0,90 % ( $V=53,9\%$ ), так же сильно варьирует отношение валового углерода к азоту ( $V=65,6\%$ ), значение которого в среднем на порядок и более выше, чем самых бедных азотом растительных остатках. Выборка образцов биоуглей может оцениваться как достаточно однородная по содержанию общего углерода, но сильно отличающаяся качеством ОВ и содержанию зольных элементов.

Для общей характеристики свойств биоуглей использовали метод ступенчатой окислительной деструкции по Хану (Chan et al., 2001), который объединяет метод окисления почвы бихроматом калия при различных концентрациях серной кислоты (модифицированный метод Уолки-Блейка) с определением содержания общего углерода методом сухого сжигания. Метод предполагает выделение 4-х фракции ОВ по подверженности окисляемости. Фракции 1-3 рассчитываются по разнице между содержанием органического углерода, окисляемого бихроматом калия при концентрациях  $H_2SO_4$  12 н, 18 н и 24 н. Фракция 4 – как разница между содержанием общего углерода, определяемого методом сухого сжигания, и углеродом, окисляемым бихроматом калия при концентрации  $H_2SO_4$  24 н. Для характеристики лабильной фракции образцов биоуглей использовали метод экстракции ОВ горячей водой. (Korschens et al., 1990) и метод ускоренного определения содержания органического углерода извлекаемого смесью  $Na_4P_2O_7$ -NaOH (Кононова, Бельчикова, 1961). Все использованные методы были модифицированы и адаптированы к особенностям физических свойств биоуглей.

Анализ данных показывает, содержание легкоразлагаемого ОВ (фракция 1 по методу Хана) и среднеразлагаемого (фракция 2) максимально в образцах полученных пиролизом при низких температурах из травянистых растительных остатков и ивы. Содержание данных фракций в образцах полученных при высоких температурах ( $>600$  °С) находится примерно в одном диапазоне, но также сильно варьирует. Коэффициент вариации рассчитанный по вариантам «высокая температура» составляет для фракции 1 - 55,8 %, фракции 2 – 34,9%, что свидетельствует о высокой степени зависимости содержания активных фракций ОВ в биоуглях от вида исходного материала. По содержанию фракции 3



(трудноразлагаемое ОВ) каких либо закономерностей выявить не удастся. Самое низкое содержание неокисляемой бихроматом калия в 24 н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  части ОВ биоуглей (фракция 4), характерно в образцах полученных пиролизом при низких температурах из травянистых растительных остатков и ивы, однако в биоуглях, полученных из данного материала при высоких температурах ( $>600^\circ\text{C}$ ) содержание фракции значительно увеличивается и становится соизмеримым с другими биоуглями. Коэффициент вариации рассчитанный по вариантам «высока температура) составляет для данной фракции всего 4%, что может расцениваться как отсутствие существенного влияния на содержание неокисляемой бихроматом калия фракции ОВ свойств исходного материала при использовании высокотемпературных технологий пиролитической обработки.

Результаты определения содержания углерода извлекаемого горячей водой и извлекаемого смесью  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{-NaOH}$  из биоуглей различного происхождения, показывают, что содержание лабильного ОВ максимально в образцах полученных пиролизом при низких температурах из травянистых растительных остатков и ивы. В образцах полученных пиролизом при высоких температурах содержание лабильного ОВ достаточно однородное. Показано, что содержание органического углерода извлекаемого горячей водой и смесью  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{-NaOH}$ , тесно и статистически значимо коррелирует между собой и с содержанием фракций 1 и 2 получаемых по методу Хана. Наблюдается обратная статистически значимая тесная корреляция содержания углерода выделяемого кипячением и обработкой смесью  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{-NaOH}$  с содержанием неокисляемой фракции (фракция 4 по методу Хана).

Заключение. Метод Хана, разработанный для оценки окисляемости ОВ почв, можно модифицировать для оценки окисляемости ОВ биоуглей. Разделение ОВ на 4 фракции (легко-, средне-, трудноразлагаемое и неокисляемое) может быть информативным, и использоваться для технической оценки биоуглей, различного происхождения, как компонентов перспективных для внесения в почвы. Результаты анализа могут быть полезными для прогнозирования поведения биоугле в условиях высокой биохимической активности почвенной микрофлоры, поскольку принимается, что обработка ОВ почв окисляющими реагентами может рассматриваться как имитация его биохимической деструкции, которая в значительной степени также является окислительным процессом. Содержание органического углерода извлекаемого из биоуглей горячей водой и смесью  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{-NaOH}$ , которое имеет очень тесную корреляцию с содержанием фракций ОВ, определяемых по методу Хана, можно использовать для проведения косвенной, но быстрой и легко выполнимой оценки свойств различных биоуглей.

Работа выполнена в рамках государственной программы повышения конкурентноспособности Казанского (Приволжского) федерального университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров и при содействии Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-04-01599)

## The Features of the Humus Substances of Natural and Anthropogenically Transformed Soils in Urban Landscapes

S.N. Gorbov, O.S. Bezuglova, S.A. Tischenko, M.N. Dubinina  
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia, gorbow@mail.ru

Humus is the basis for the formation of the soil body. It has considerable dynamism and the ability to respond to any changes in the environment or to human interference. At the same time, the humus is a fairly conservative integral part of the soil that is capable to a certain extent withstands external influences. But for all that it retains its protective function. From this point of view the study of organic matter in urban areas provides a unique opportunity to rank soil types in a series of diverse human impacts - from simple mechanical mixing of genetic horizons, to fully saturate with chemicals of natural soil.

The research was made at the territory of Rostov agglomeration which includes Rostov-on-Don, Aksay, Bataysk and Azov cities. In these cities were made 50 soil full profile pits in different functional city zones and selected of soils samples. Determination basic soil diagnostic parameters were carried out by standard methods adopted in the Russian Federation. In some typical soil profile were determined a humus structure and elemental composition of humic acids additionally.

In urban sealed and buried soils was observed a significant transformation of the humus content and humus structure due to changes in the conditions of soil formation. Reducing of humus content is characteristic feature of these soils. In buried layers a sharp decrease of mobile fractions of humic acids with depth was obtained. In the buried *B* horizon these fractions are absent as in buried and sealed chernozems. Whereas the contents of the non-hydrolyzed part of humus decrease, the share of calcium humates was increases. This is for the buried soil is, apparently, a general rule. The humic acid elemental composition of sealed soil is characterized by a greater content of carbon in comparison to arable soil. The humic acid of *UR* horizon of urbostratozem is characterized by a lower content of carbon due to its anthropogenic origin and unfavorable for the humification of the situation caused by the sealing.

In woodland park substantial humus growth (the average value  $7,0 \pm 0,9$  %) in topsoil is observed. This significantly exceeds the humus content of arable chernozems of an agricultural region (3.5-4 %). The humus profile acquires similar characteristics as in forest soil: a sharp reduction of humus content with depth is noted. The change of fraction-group structure was obtained too. The decrease of the calcium humates of top horizons and the reduction of amount of humic acid were observed. The content of fulvic acids in this horizon is significantly higher. The ratio of  $C_{HA} : C_{FA}$  is lower unit. In the humus composition the high content of alkali-soluble forms, especially fulvic acids, polymeric related to HA-1 was marked. Down the profile the share of acid-soluble forms (FA-1a) increases while the ratio of  $C_{HA} : C_{FA}$  increases more than 1.5 times and then sharply decreases. It is reminiscent of the humus profile of gray forest soils. The humic acid elemental composition is characterized by a lower proportion of the aromatic part, and, respectively, more developed peripheral part of the molecule. Transformation of plant residues is accompanied by the processes of methylation of humic acids. Humic acids of chernozem of city recreational areas are distinguish also a higher enrichment by nitrogen and sulfur.

## **Impact of a Subsoil Tillage and Zero Technology on the Black Soil of Organic Matter Soils of Northern Kazakhstan**

Zheksenbay Kaskarbayev, Nataliya Zueva

A.I. Barayev, SPC for grain farming, Kazakhstan, tsenter-zerna@mail.ru

Studies were conducted to determine the effects of cropping systems of pea in the soil conditions of southern black soil, which are located in northern Kazakhstan. In A. I. Barayev center, four options for cropping systems was studied: deep subsoil tillage (1) which consisted of a deep fall tillage on 25-27 cm + a spring harrowing and sowing planter with a cultivator paw of the subsoil tillage fine (2) – a small subsoil tillage processing 12-14cm + a spring harrowing and sowing planter with cultivator paw, minimum (3) - slotting autumn + spring + glyphosates seeding drill seeding and seeding (4) (+ glyphosates spring sowing drill zero technology).

The final draft of the Strategy to combat a global warming by reducing carbon dioxide emissions into the atmosphere separately awarded the task of reducing the area of clean steam (Rattan Lal, 2007). According to S. Steggenborg, C. Rice (2006), one of the measures of sustainable agriculture is the use of systems no-Till and least - Till use crops that give a lot of leftovers, and the reduction of clean steam. According to M.K. Suleymenov (2009) in Kazakhstan for the future direction of the main resource farming systems should combine the following farming practices: crop rotations, the permanent ground cover plants or residues, minimum or zero tillage.

We have identified the indicators of soil fertility: the total humus, detritus and a qualitative composition of carbon. Studies have shown that a variant of zero technology of pea cultivation, the total amount of carbon in the layer 0-20 cm was the highest in all the years of the research and varied in the range 1.65 - 2.09% by the weight of soil. The content of a total soil carbon at the deep subsoil tillage was the least, and varied in the range of 1.48 - 1.76% by the weight of soil. An intermediate position in the total content of carbon occupies the options with a minimal technology of cultivation and processing subsoil tillage shallow, 1.50-1.75 and 1.58-1.79% by the weight of soil, respectively. According to Rolf Derpsch (1993) states that in no-Till, the way of the formation organic substances considered differently that alters the dynamics of accumulation of organic matter in the soil and nitrogen cycle. Therefore, after 5 years of no-Till offers to take samples from a depth of 0-10 cm, but no deeper than 0-20 cm. Due to this, we have carried out studies on the accumulation of organic matter in the soil 0-5 cm, 5-10 cm and 10-20 cm at the three technologies of cultivation after harvesting peas. It was found that the total carbon content was the highest in the soil 0-5 cm regardless of the technologies of cultivation and ranged from 1.61 to 2.14% by the weight of soil. There is some a differentiation in the horizons 0-5cm and 5-10 cm, with a gradual decrease in the 10-20 cm of the soil layer. The higher the rates of the total carbon were at zero cultivation technologies that can be attributed to the large accumulation and gradual decomposition of plant residues. The maximum accumulation of carbon occurs in the upper 0-5 cm layer, where the largest number of plant residues and mort mass.

The most active fraction of soil organic matter is the detritus, which are not completely humified fragments of plant and animal origin. Studies have shown that deep subsoil tillage processing in the cultivation of peas accumulation of detritus in the layer 0-40 cm 0-20 cm and was the smallest. Its amount ranges between 0.24 - 0.35% and 0.18-0.36%, by the weight of soil, respectively. Accumulation of detritus was the highest at zero cultivation technology, somewhat less at the minimum and subsoil shallow tillage, cultivation technology for all its accumulation in the upper layer (0-5 cm) of the soil was the largest to 0.31 - 0.72% by weight of the soil. On the rate of decomposition of organic residues and primarily affects detritus complex causes it and the chemical composition and structure of plant residues, as well as the degree of hydration and aerobiozise. In a

relatively wet year of 2013 had marked the lower levels of detritus, as precipitated in the summer rainfall that accelerated in the process of mineralization of soil organic matter easy to mineralize.

According to the research a quality of the organic carbon in crops of peas showed that the soil has a fulvate-humate type of humus (Cha/Cfk 1.0-1.5 [Eskov et al., 2005]) for all the versions of cultivation technology. According to the content of the labile humic substances of subsoil tillage options with a deep and minimal technology of pea's cultivation in the 0-20 cm of a soil layer characterized by an increase in its share of the composition of humic acids and was 0.36-0.43% and 0.34-0.42% by the weight of soil. When a humification of plant residues, nitrogen-rich, mineral elements, easily degradable organic matter is produced more substances such as humic acids. In the upper layers of soil humic substances is decomposed more intense than in the lying below of the horizon, despite the large supply of fresh organic residues in the upper part of the soil profile.

Work had performed under the grant funding of MES RK.

## **Influence of Humic Preparation "Extra" on the Absorption and Migration of Copper in Soil**

K.A. Kolchanova, V.A. Kiseleva, A.A. Stepanov, N.Yu. Barsova, M.M. Karpukhin,  
G.V. Motuzova

Moscow, Lomonosov Moscow State University, kolchanovakseniia@yandex.ru

One of the modern ways to improve the state of metal contaminated soils is handling their preparations humates. There are published many works showing the positive detoxifying effect of humic substances on plant growth and condition of the biota. The aim of this study was to study the effect of humic preparation "Extra" on nonbiotic absorption and migration of copper in the soil. There were carried out series of model experiments. The object of the analysis was artificial organic substrate (engineered soil) Field experiments were carried out in 10-liter plastic containers, stand under the open sky.

In the first experiment the substrate served as the basis for the upper horizon of loamy sod-podzolic soils of the Moscow region. The substrate was prepared from a mixture of loam, sand and organic material (vermicompost), taken in the ratio 1:1:1 by volume. The components used to construct artificial substrate experiments, which had a slightly alkaline reaction. They are their pH levels : loam - 8.25; sand - 8.36; vermicompost - 7.33. Under the substrate a layer of loam was placed. Below lay a layer of gravel beneath them was posted lysimeter.

Prepared organomineral substrate served in the experience with the control variant. Artificially contaminated with copper variants were obtained by depositing copper sulfate ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) in an amount of 17 g per vessel in a dry pulverized state in the upper layer. This dose of copper corresponds to 15 critical levels of Cu for neutral loamy and clayey soils. It was an option "control +  $\text{Cu}^{++}$ ". The third option was "control +  $\text{Cu}^{++}$  humic product (GP)." Humic preparation (potassium humate "Extra") was introduced in liquid form by spraying the substrate with the surface 250 ml GP on the vessel. Each version of the experiment performed in duplicate.

The first model field experiment was conducted from July to October 2013. in the natural moisture of vessels with samples precipitation, the second experiment was carried out from July to October 2014 with additional simulated precipitation due to the dry summer and fall. Determination of copper content in the extract 1N.  $\text{HNO}_3$  and extract ammonium acetate-buffered saline (AAB) at pH 4.8, from soil samples of the first field of modeling experience has shown, most of the copper is introduced into the contaminated soil in the loosely bound state. But, despite this, 73 - 96% of introduced copper found in the hood of 1N  $\text{HNO}_3$  in the upper layer, and only about 9% - in the lower layer. Analysis lysimetric table indicates that 3.5 months of experience in lysimeter water received trace amounts of copper (they are hundredths of a percent of copper from its payment amount). Statistically significant effect on the migration of humic preparation of copper in the first field experiment was revealed. For the second model experiment was used samples with weak acid and neutral pH The pH  $\text{H}_2\text{O}$  loam - 5.34; peat -5.50, -7.4 sand.

In the second field modeling experience from other pH and the content of copper in lysimetric waters (Table 1). The highest concentration of copper was in lysimetric water option with the introduction of humic preparation. These samples had a high chromaticity, especially in vessel No. 6. Almost all the copper in them is connected with water-soluble organic substances.

Table 1. Content of Cu and pH levels in the first portion of the lysimetric waters of the model experiment of 2014 year.

| №<br>Vessel | Variant | pH   | Cu <sup>2+</sup> | Cu total |
|-------------|---------|------|------------------|----------|
|             |         |      | мг/л             |          |
| 1           | Control | 6.86 | <0.01            | 0.012    |
| 2           |         | 6.80 |                  | 0.018    |
| 3           | Cu      | 6.14 | 0.03             | 0.22     |
| 4           |         | 5.73 | 0.13             | 0.46     |
| 5           | Cu +ГП  | 5.63 | 0.03             | 1.00     |
| 6           |         | 5.90 | 0.02             | 3.14     |

Second portions lysimetric water color water and the copper content of the vessels 5 and 6 is slightly reduced. In laboratory conditions were carried out tests on the assessment of the absorption capacity in relation to copper substrates used in the bookmark field experiments. For this purpose, 300 g of substrate (loam and mixed organic substrate) were incubated week with the addition of water (control) and humic drug (dose similar to that which was in the field experiment). After drying, sieving through a sieve of 1 mm mixing, the soil sample was brought into equilibrium with solutions of copper sulfate at concentrations of 50 and 250 mg/l After 12 hours of standing was determined by the copper concentration in the equilibrium solution.

The results of laboratory experience in good agreement with the field results. For samples of soils that have a weakly alkaline reaction (first experience) due to the presence of carbonates in source components (loam, sand and orcomposite) influence of SE on the uptake of copper have been identified. The range of values of pH of about 8.0 favorable for the resultant deposition rates of copper sulfate in difficultly soluble form (copper hydroxide). soluble potassium humate in such a situation partially transformed into soluble calcium humate.

For samples of soil with a slightly acid reaction (second experiment) the presence of soluble humate potassium contributes to the conservation of copper in the liquid phase of the soil. Copper concentration in the equilibrium solution after interaction with the original solution C (50 mg/l) Cu 2.5 - 4 times higher than that in versions with application of humic drug compared to the control variant.

### Conclusion

Slightly alkaline environment is the determining factor in the absorption of copper by soil. In the first variant it provides the low migration ability of copper. In slightly acid substrates the influence of humic drug on absorption and migration of copper takes place. This conclusion is worrying since the increased migration ability of copper under the influence of humic drug poses the threat of groundwater contamination.

## Влияние гуминового препарата «Экстра» на поглощение и миграцию меди в почве

К.А. Колчанова, В.А. Киселева, А.А. Степанов, Н.Ю. Барсова, М.М. Карпухин, Г.В. Мотузова  
Москва, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
kolchanovakseniia@yandex.ru

Одним из современных способов улучшения состояния загрязненных металлами почв является обработка их препаратами гуматов. Опубликовано много работ, в которых показан положительный детоксицирующий эффект гуминовых препаратов на рост растений и состояние биоты. Целью данного исследования было изучить влияние гуминового препарата «Экстра» на абиотическое поглощение и миграцию меди в почве. Для этого была проведена серия модельных опытов. Объектом анализа в обоих случаях был искусственный органоминеральный субстрат (сконструированная почва). Полевые опыты проводили в 10-ти литровых пластиковых сосудах, выдерживаемых под открытым небом.

В первом варианте основой субстрата служил верхний суглинистый горизонт дерново-подзолистой почвы из Московской области. Субстрат был приготовлен из смеси этого суглинка, песка и органического материала (вермикоспост), взятых в соотношении 1:1:1 по объему. Компоненты, использованные для конструирования искусственного субстрата опытов имели слабощелочную реакцию. Уровни рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> их таковы : суглинок - 8.25; песок - 8.36; вермикомпост - 7.33. Под субстратом был помещен слой суглинка. Ниже лежал слой гравия, под ним был размещен лизиметр.

Приготовленный органоминеральный субстрат служил в опыте контрольным вариантом. Искусственно загрязненные медью варианты были получены путем внесения сульфата меди ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) в количестве 17 г на сосуд в сухом растертом состоянии в верхний слой. Такая доза меди соответствует 15 ОДК меди для нейтральных суглинистых и глинистых почв. Это был вариант «контроль + Cu». Третьим был вариант «контроль + Cu+ гуминовый препарат (ГП)». Гуминовый препарат (гумат калия «Экстра» (производитель ООО НВЦ «Агротехнологии»)) был внесен в жидком виде путем опрыскивания субстрата с поверхности 250 мл ГП на сосуд. Каждый вариант опыта выполнен в двух повторностях.

Первый модельный полевой опыт был проведен с июля по октябрь 2013г. при естественном увлажнении сосудов с образцами атмосферными осадками, второй опыт был проведен с июля по октябрь 2014 г. с дополнительной имитацией осадков ввиду сухого лета и осени.

Определение содержания меди в вытяжке 1 н.  $\text{HNO}_3$  и в вытяжке ацетатно-аммонийного буферного раствора (ААБ) с рН 4.8, из почвенных образцов первого полевого модельного опыта показало, основная часть внесенной меди оказывается в загрязненной почве в непрочно связанном состоянии. Но, несмотря на это, 73 - 96 % внесенной меди обнаруживается в вытяжке 1 н.  $\text{HNO}_3$  в верхнем слое, и всего около 9% - в нижнем слое. Анализ лизиметрических вод свидетельствует о том, что за 3,5 месяца опыта в лизиметрические воды поступили ничтожные количества меди (они составляют сотые доли процента меди от ее внесенного количества). Статистически значимого влияния гуминового препарата на миграцию меди в первом полевом опыте выявлено не было.

Для второго модельного опыта были использованы образцы со слабокислой реакцией и нейтральной реакцией Уровень рН  $\text{H}_2\text{O}$  суглинка - 5.34; торфа -5.50, песка -7.4.

Во втором полевом модельном опыте получены другие величины рН и содержания меди в лизиметрических водах (Табл.1). Самая высокая концентрация меди оказалась в лизиметрической воде варианта с внесением гуминового

препарата. Эти пробы имели и высокую цветность, особенно в сосуде № 6. Почти вся медь в них связана с органическими водорастворимыми веществами.

Таблица.1. Содержание меди и величины pH в первой порции лизиметрических вод модельного полевого опыта 2014 г.

| № vessel | Variant | pH   | Cu <sup>2+</sup> | Cu total |
|----------|---------|------|------------------|----------|
|          |         |      | мг/л             |          |
| 1        | Control | 6.86 | <0.01            | 0.012    |
| 2        |         | 6.80 |                  | 0.018    |
| 3        | Cu      | 6.14 | 0.03             | 0.22     |
| 4        |         | 5.73 | 0.13             | 0.46     |
| 5        | Cu +HP  | 5.63 | 0.03             | 1.00     |
| 6        |         | 5.90 | 0.02             | 3.14     |

Во вторых порциях лизиметрических вод цветность вод и содержание меди из сосудов 5 и 6 немного снижается.

В лабораторных условиях были поставлены опыты по оценке поглотительной способности по отношению к меди субстратов, используемых при закладке полевых опытов. Для этого 300 г субстрата (суглинка и смешанного органоминерального субстрата) инкубировали неделю с добавлением воды (контроль) и гуминового препарата (доза аналогична той, которая была в полевом опыте). После высушивания, просеивания через сито 1мм перемешивания, навески почвы приводили в равновесие с растворами сульфата меди с концентрациями 50 и 250 мг/л. После 12-часового стояния определяли концентрацию меди в равновесных растворах.

Результаты лабораторного опыта хорошо согласуются с результатами полевого. Для образцов почв, имеющих слабощелочную реакцию (первый опыт), обусловленную присутствием карбонатов в исходных компонентах (суглинке, песке и веркомпосте) влияния ГП на поглощение меди выявлено не было. Область значений pH около 8.0 благоприятна для переосаждения сульфата меди в трудно растворимый форме (гидроксид меди). Хорошо растворимый гумат калия в такой обстановке частично переходит в малорастворимый гумат кальция.

Для образцов почв имеющих слабокислую реакцию (второй опыт) присутствие хорошо растворимого гумата калия способствует сохранению меди в жидкой фазе почвы. Концентрация меди в равновесных растворах после взаимодействия с исходными растворами Cu (50 мг/л) Cu в 2.5 – 4 раза превышала таковую в вариантах с внесением гуминового препарата по сравнению с контрольными вариантами.

#### Заключение

Слабощелочная среда является определяющим фактором поглощения меди почвой в 1-ом полевом опыте, обеспечивающим низкую миграционную способность меди. В слабокислом субстрате влияние гуминового препарата на поглощение и миграцию меди проявляется. Такой вывод настораживает, т.к. повышение миграционной способности меди под влиянием гуминового препарата создает угрозу загрязнения подземных вод.



## **Microbiological Activity and Humic acids of Alluvial Meadow and Meadow-Marsh Soils of the Delta of the Selenga River**

Ts.D. - Ts. Korsunova<sup>1</sup>, N. D. Baldanov<sup>2</sup>, G. D. Chimitdorzhieva<sup>1</sup>, E.E.Valova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of the common and experimental biology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Ulan-Ude, Russia, zinakor23@yandex.ru

<sup>2</sup>The Buryat state agricultural academy of V. R. Filippov, Ulan-Ude, Russia

<sup>3</sup>Buryat state university, Ulan-Ude, Russia

Fertility and ecological stability of soils depends not so much from the quantitative content of organic substance how many from qualitative characteristics. Therefore question of study of microbiological activity of soils and physical and chemical parameters of humus matters in soils of delta of the river Selenga, the main waterway of the lake Baikal, has the special actuality for the estimation of their capacity for implementation of water-protection functions.

In this regard, the goal of our study - to assess the microbiological activity of the soil and to identify the structural features of humic acids of soil of delta of Selenga, using modern non destructive methods.

Preparations of humic acids (HA) are abstracted from humus horizons of the probed soils (layer of 0-20sm) extraction of 0,1 n. NaOH on the method of D.S. Orlova – L.A. Grishina. Elemental composition of HA was probed on the automatic element analyzer of ChNS/O Perkinelmer 2400 Series II, the content of oxygen is calculated on a difference. The content of acidic functional groups were determined by A.F. Dragunova's method. Spectrums of nuclear-magnetic resonance <sup>13</sup>S-NMR were taken off on the spectrometer of Bruker of AM-400 with frequency 100,614 Mhz.

Microbiological researches were conducted on the generally accepted methods (Zvyaginsev and others, 1980). Used the followings nourishing environments: microbial incurrence – MPA; aktinomicety – KAA; mushrooms are an environment of Chapeka.

Were used the following culture media: total microbial number - IPA; actinomycetes - KAA; mushrooms - Chapek. Intensity of decomposition of cellulose in environmental conditions was determined an oplikacionnym method.

Microbiological and biochemical indexes of soils, llying to basis of their potential fertility, considerably below, and parameters of their vibrations higher as compared to the analogical types of soils of other territories, that predetermines the unstable level of potential fertility.

Despite the different figures the total number of microorganisms, group composition and their content in humus studied automorphic and hydromorphic soils, enriching them with microorganisms on graduation Zvyagintsev (1978) for organic food sources is estimated as the average for the mineral springs feeding predominantly poor and very poor.

Microbiological transformation of organic matter in these soils occurs with varying intensity, which is reflected in the composition and structural characteristics of humic acids.

Humic acids of studied soils of the delta of part of the Selenga River on element composition are similar to similar soils of Western Siberia. The amount of acidic functional groups reflects the degree of reactivity and adsorption properties of HA. Humic acid alluvial meadow and meadow-swamp soils are characterized by high total content of these groups, which is 775 and 828 meq/100 g, respectively.

A considerable proportion (504 and 435 meq / 100 g, respectively) is on in the carboxyl groups is typical for most mature black soil HA (375-530 mEq/100g).

The considerable share of reactive functional groups as a part of group of HA gives to soils a high adsorption capacity and is a defining factor by their consideration as biogeochemical natural drens in the delta of Lake Baikal.

## **Микробиологическая активность и гуминовые кислоты аллювиальных луговых и лугово-болотных почв дельты р. Селенги**

Ц.Д.-Ц. Корсунова, Н.Д. Балданов, Г.Д. Чимитдоржиева, Е.Э.Валова  
Институт общей и экспериментальной биологии, СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия,  
zinakor23@yandex.ru

Плодородие и экологическая устойчивость почв зависят не столько от количественного содержания органического вещества, сколько от его качественных характеристик. Поэтому вопрос изучения микробиологической активности почв и физико-химических параметров гумусовых веществ в почвах дельты р. Селенги, главной водной артерии оз. Байкал, имеет особую актуальность для оценки их способности к выполнению водоохраных функций. В связи с этим цель нашего исследования – дать оценку микробиологической активности почв и выявить структурные особенности гуминовых кислот почв дельты р. Селенги, используя современные не деструктивные методы.

Препараты гуминовых кислот (ГК) выделены из гумусовых горизонтов исследуемых почв (слой 0-20см) экстракцией 0,1 н. NaOH по методике Д.С. Орлова – Л.А. Гришиной. Элементный состав ГК исследовали на автоматическом элементном анализаторе CHNS/O PerkinElmer 2400 Series II, содержание кислорода рассчитано по разности. Содержание кислых функциональных групп определяли методом А.Ф. Драгуновой. Спектры ядерно-магнитного резонанса  $^{13}\text{C}$ -ЯМР были сняты на спектрометре Bruker AM-400 с частотой 100,614 МГц.

Микробиологические исследования проводились по общепринятым методам (Звягинцев и др., 1980). Использовали следующие питательные среды: общее микробное число – МПА; актиномицеты – КАА; грибы – среда Чапека. Интенсивность разложения целлюлозы в природных условиях определялась опликационным методом.

Микробиологические и биохимические показатели почв, лежащие основе их потенциального плодородия, значительно ниже, а параметры их колебаний выше по сравнению с аналогичными типами почв других территорий, что предопределяет нестабильный уровень потенциального плодородия.

Несмотря на разные показатели общей численности микроорганизмов, группового состава и содержания их в гумусе изученных автоморфных и гидроморфных почв, обогащенность их микроорганизмами, по градации Звягинцева (1978), на органических источниках питания оценивается как средняя, на минеральных источниках питания преимущественно бедная и очень бедная.

Микробиологическая трансформация органического вещества в исследуемых почвах протекает с разной интенсивностью, что отражается на составе и структурных особенностях гуминовых кислот.

Гуминовые кислоты исследуемых почв придельтовой части р. Селенги по элементному составу сходны с ГК аналогичных почв Западной Сибири.

Количество кислых функциональных групп отражает степень реакционной способности и адсорбционных свойств ГК. Гуминовые кислоты аллювиальной луговой и лугово-болотной почв характеризуются высоким общим содержанием этих групп, которое составляет 775 и 828 мг-экв/100 г соответственно. Значительная часть (504 и 435 мг-экв/100 г соответственно) приходится на карбоксильные группы, характерно для наиболее зрелых ГК черноземов (375-530 мг-экв/100г).

Значительная доля реакционно-способных функциональных групп в составе ГК придает почвам высокую адсорбционную способность и является определяющим фактором при рассмотрении их в качестве биогеохимических природных дренаж в дельте озера Байкал.

## Humic Acid Elemental Composition of Sod Podzolic Gley Soils under the Impact of Municipal Solid Waste Landfill

Ekaterina Kovaleva<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Lomosonov Moscow State University, Soil Science Faculty, Moscow, Russia, katekov@mail.ru

<sup>2</sup>Ecoterra Autonomous Non-Commercial Organization (ANO "Ecoterra"), Moscow, Russia

The study of composition and properties of humic substances is important to quality assess of anthropogenic changed soils and establish acceptable norm of pollutants to provide soil system performing its natural functions. Among the parameters of humus, reflecting the the soil condition and fixing processes initiated by anthropogenic loads are the total organic carbon content and humus composition. Humic acid (HA), being a part of humus, are characterized by specificity composition, structure, properties (Orlov, 1974; Dergacheva, 2008), reflecting biothermodynamic soil conditions that potentially allows to use them as an indicator to establish the stability soil limit (Kovaleva, Dergacheva, 2001) and limit capacity of anthropogenic load.

The objective of this work was to study HA, extracted from sod podzolic gley soils (0-20 cm) with different level of contamination, derived from the municipal solid waste landfill. Main pollution substances, entering with filtrate waters from landfill body to adjacent environment, are compounds of chrome, zinc, copper, lead, manganese, ammonium, chloride, nitrate, phosphate and sulfate ions (Kavaleva and et al., 2012, 2013). Element composition and pollutants, found in filtrat, were determined in HA of studied soils under condition of waste landfill impact and its background analogues. Likewise, HA, extracted from sod podzolic gley soils columns of model experiment were studied. Soil columns were poured with filtrate of different concentrations in amount equal to annual precipitation, modelling entering pollutants of landfill body.

The HA carbon content of polluted soils has changed in compare with the background one. The ratio of H/C in HA of background and polluted soils are 1,0-1,3, that indicates to low share of aromatic part in their composition. The oxidation degree of HA has decreased with increasing of pollutant concentration in soils, varying in the range of -0.7 to -1.1, reflecting the biochemical environment deterioration. Graphic and statistical analysis by Vang-Krevelen showed that the reaction providing the HA composition change can be a molecules decarboxylation. HA participate in interactions with heavy metals and the obtained data has shown that pH plays a very important role in their mobility. The largest share of HA associated with metals was characteristic to copper (up to 25%). It can be confirmed that that copper is bound mainly in the unavailable form. The obtained data about HA composition and properties is significant additional information to chemical and biological parameters that allow to find the limit capacity of anthropogenic load.

# Humic Substances of Floodplain Soils of the European North-East of Russia

E.M. Lapteva

Institute of Biology of Komi Science Centre of Ural Division RAS, Syktyvkar, Russia,  
lapteva@ib.komisc.ru

Properties, composition, and ratio of humic to fulvic acids in soil determine soil fertility and closely correlate with living parameters of soil microorganisms. The study covered a large range of floodplain soils formed in river valleys of the taiga zone of the European North-East on carbonate-free alluvial deposits (the Pechora River, the Vychegda River and their first- and second-order tributaries). Virgin floodplain soils formed in middle and north taiga zones have strongly specific zonal features. They are (1) high acidity; (2) base unsaturation; (3) domination of fulvic acids over humic acids (CHAs:CFAs = 0.3 – 0.9). We have estimated composition, structure, and properties of humic and fulvic acids to be closely dependent on alluvial soils genesis, hydrological regime, and vegetation cover characteristics.

Humus resources in floodplain soils overlaid by grassy vegetation (at floodplain meadows) vary within 60-220 t·ha<sup>-1</sup> depending on soil type and ecological soil forming conditions. Soils in the centre of floodplain possess the highest resources of soil organic matter. They are most mature and well-developed floodplain soils of the whole spectrum of mineral alluvial soils. Humus resources in soils of floodplain asp-birch forests are 1.6-1.9 times higher than those in soils of floodplain meadows.

Having studied the structure and properties of HS preparations using up-to-date physical-chemical methods we have identified that alluvial soils and zonal podzolic soils have common features. In both alluvial and zonal soils, humus formation results in a system of humic acids (HAs) which includes hymatomelanic (4-10%) acids and brown (90-96%) HAs. The absence of grey HAs makes alluvial soils and podzolic soils formed on watersheds similar by humus composition. Regardless of soil genesis, all HAs are surely a reduction product (oxidation degree varies from -0.14 to -0.41). Excessive moisture content and low biochemical activity of alluvial soils (formation of alluvial soils in inter-ridge depressions of floodplain terraces) are accompanied by easing HA molecular structure, decreasing the portion of aromatic components, and increasing the portion of periphery structures (amino acids; aliphatic and carbon components) in composition of HA molecules.

Forest growth on flood meadows changes soil formation ecological conditions. Flood plain aspen-birch forests have a decreased plant waste mineralization ratio. In contrast to flood meadow soils, soil litters under flood plain forests store more energy, carbon, nitrogen, and biophile elements. But flood meadow soils undergo a better fixation of humic compounds as lime humates and strongly bounded compounds with clay minerals and minerals formed of iron and aluminum oxides and hydroxides in mineral soil part. The report views how humic substances affect composition of microorganism complexes in flood plain soils.

The study was supported by Program of UD RAS, project № 12-T-4-1006 'Ecological properties of benchmark soils from the European North-East of Russia, their bioorganic potential as a soil fertility criterion and support in preparing the Soil Red Book of the Komi Republic'.

# Influence of Soil Parameters on the Management of Environmental Risks Environmentally Adaptive Agriculture

Galina Larina<sup>1</sup>, Natalia Bogomolova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>State University Of Land Use Planning, Moscow, Russia, galina.larina@mail.ru

The biological activity of the arable layer of farmland depends on the physico-chemical properties of plant protection products used in agriculture, and also determines the behavior of xenobiotics in soil. We have investigated the degradation of herbicides preparations depending on soil properties. Ranking techniques was investigated the influence of independent factors (the content of the clay fraction and humus, pH, CEC, etc.) On the dependent variable (the change of the rate of decomposition of the herbicide - k). The result set different contribution of soil conditions on the degradation of the active substances in the soil herbicide formulations (Table 1).

For imidazolinone herbicides observed binding activity of their protonated molecules soil absorbing complex, regardless of the content of humus in acidic soil. Indicator for sorption imazamox ranged  $K_d = 1,5-2,4$ , and in neutral or alkaline soils not exceed  $K_d = 0,5-0,8$ . For imazethapyr regardless of the acidity of the soil and humus content index  $K_d$  ranged  $0,08-0,76$  and determines the differences in the mineralogical composition of the soil. Found high rates of sorption for atrazine, imazethapyr and other herbicides in the case of worsening of the mechanical composition of the soil (clay mineral content greater than 42%).

In general, increasing the rate of degradation studied herbicides (benzoic acid derivatives tiadiazinony, sulfonylureas, imidazolinones, chloroacetamides) associated with the value EKO, humus soil and silt.

Table 1. The values of pair correlation coefficients ( $r^2$ ) for the dependent variable (k) on soil properties ( $Pa = 0.95$ )

| Active substance   | pH     | Humus  | CEC    | Soil Texture |        |      |
|--------------------|--------|--------|--------|--------------|--------|------|
|                    |        |        |        | clay         | silt   | sand |
| atrazine           | 0,02   | 0,79*  | 0,63** | 0,15         | 0,83*  | 0,15 |
| imazapyr           | 0,65** | 0,61** | 0,32   | 0,12         | 0,75*  | 0,37 |
| imazethapyr        | 0,04   | 0,61** | 0,08   | 0,16         | 0,58** | 0,43 |
| imazamox           | 0,12   | 0,67** | 0,54** | 0,06         | 0,17   | 0,12 |
| metsulfuron-methyl | 0,79*  | 0,67** | 0,35   | 0,03         | 0,80*  | 0,39 |
| chlorsulfuron      | 0,80** | 0,03   | 0,85*  | 0,07         | 0,05   | 0,07 |
| acetochlor         | 0,53** | 0,04   | 0,31   | 0,04         | 0,96*  | 0,03 |
| metolachlor        | 0,20   | 0,81*  | 0,06   | 0,35         | 0,95*  | 0,48 |
| bentazone          | 0,01   | 0,73*  | 0,01   | 0,40         | 0,79*  | 0,23 |
| dicamba            | 0,76*  | 0,41   | 0,85*  | 0,04         | 0,50** | 0,44 |

Note: \*primary load factors ( $r^2 \geq 0,72$ ); \*\*secondary load factors ( $0,49 < r^2 < 0,72$ )

So, especially the influence of different factors on the degradation of herbicides in agro-ecosystems is important to know. With the right choice of adaptive strategies of agriculture can reduce environmental risks in the system of soil-herbicide.

## Влияние параметров почвы на экологические риски при ведении экологически адаптивного сельского хозяйства

Галина Ларина<sup>1</sup>, Наталия Богомолова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия, galina.larina@mail.ru

Биологическая активность пахотного слоя сельхозугодий зависит от физико-химических свойств средств защиты растений, применяемых в сельскохозяйственном производстве, а также определяет поведение ксенобиотиков в почве. Нами был изучен процесс деградации современных гербицидных препаратов в зависимости от экоусловий (свойства почвы). Методом ранжирования было исследовано влияние независимых факторов (содержание илистой фракции и гумуса, pH, ЕКО и др.) на зависимую переменную (изменение скорости разложения гербицида -  $k$ ). В результате установили разный вклад почвенных условий на процесс деградации действующих веществ гербицидных препаратов в почве (табл. 1).

Для имидазолиновых гербицидов наблюдалось активное связывание их протонированных молекул почвенным поглощающим комплексом, не зависимо от содержания гумуса в кислой почве. Показатель сорбции для имазамокса колебался в пределах  $K_d = 1,5-2,4$ , а в нейтральной или щелочной почве не превышал  $K_d = 0,5-0,8$ . Для имазетапира независимо от кислотности почвы и содержания гумуса показатель  $K_d$  варьировал в диапазоне  $0,08-0,76$  и определялся различиями в минералогическом составе почв. Установлены высокие показатели сорбции для атразина, имазетапира и других гербицидов в случае утяжеления механического состава почвы (содержание глинистых минералов превышает 42%).

В целом увеличение скорости деградации исследуемых гербицидов (производные бензойной кислоты, тиадиазиноны, сульфонилмочевины, имидазолиноны, хлорацетамиды) связано с величиной ЕКО, содержанием гумуса и ила в почве.

Таблица 1. Значения коэффициентов парной корреляции для зависимой переменной  $k$  от почвенных свойств ( $P_a=0,95$ )

| Действующее вещество | $pH_{вод}$ | Гумус, % | ЕКО, мг-экв./100 г | Текстура |        |       |
|----------------------|------------|----------|--------------------|----------|--------|-------|
|                      |            |          |                    | пыль     | ил     | песок |
| атразин              | 0,02       | 0,79*    | 0,63**             | 0,15     | 0,83*  | 0,15  |
| имазапир             | 0,65**     | 0,61**   | 0,32               | 0,12     | 0,75*  | 0,37  |
| имазетапир           | 0,04       | 0,61**   | 0,08               | 0,16     | 0,58** | 0,43  |
| имазамокс            | 0,12       | 0,67**   | 0,54**             | 0,06     | 0,17   | 0,12  |
| метсульфурон-метил   | 0,79*      | 0,67**   | 0,35               | 0,03     | 0,80*  | 0,39  |
| хлорсульфурон        | 0,80**     | 0,03     | 0,85*              | 0,07     | 0,05   | 0,07  |
| ацетохлор            | 0,53**     | 0,04     | 0,31               | 0,04     | 0,96*  | 0,03  |
| метолахлор           | 0,20       | 0,81*    | 0,06               | 0,35     | 0,95*  | 0,48  |
| бентазон             | 0,01       | 0,73*    | 0,01               | 0,40     | 0,79*  | 0,23  |
| дикамба              | 0,76*      | 0,41     | 0,85*              | 0,04     | 0,50** | 0,44  |

Примечание: \* - первичные факторы нагрузки ( $r^2 \geq 0,72$ ); \*\* - вторичные факторы нагрузки ( $0,49 < r^2 < 0,72$ )

Итак, особенности влияния разных факторов на процесс деградации гербицидов в агроэкосистеме важно знать. При правильном выборе стратегии адаптивного сельского хозяйства можно снизить экологические риски в системе почва-гербицид.

## **Accumulation of Organic Substance in Soils of the Far North and the Arctic**

V.A. Leontyeva, T.A. Korelskaya, L.F. Popova  
Northern (Arctic) Federal University

Accumulation of organic substance in natural Arctic soil and subarctic soils goes slower than in urban soils of Arkhangelsk industrial agglomeration. The main reasons of it are low temperatures and that there are fewer sources of receiving of organic substance in polar region.

Depending on the type of the natural landscape of the accumulation of organic carbon in the soils decreases in the row: southern tundra > typical tundra > arctic tundra > arctic desert. The most content of organic carbon is in the most northern point of samples selection. It can be connected with the fact that the samples were taken in good moistened places in vegetable associations that were formed for years. In other cases the samples mainly were taken in stony and young associations.

The accumulation of organic carbon in the soils of urban landscapes increases in the row: selitable < forest < industrial < meadow. High content of organic carbon in the soils of meadow landscape is stipulated by big coming of vegetable remains of meadow grasses. In the soils of industrial landscape it is stipulated by bringing of organic carbon which came from industry (soot, oil products). In forest soils the process of humusation goes slower than in the meadow soil at the expense of lignin-cellulose components of wood plants and coniferous fall that decompose slower. The least containment of organic carbon in the soil was found in the selitable landscape. The urban soils are less formed.

In natural Arctic and subarctic soils the containment of organic carbon does not exceed the level of provision of urban soils. It does not depend on the zone. The greatest containment of organic carbon in polar zone is much less than minimum level of its provision in urban soil.

The containment of organic carbon reduces along the profile of the soil both in urban soils and in natural soils of Arctic and Subarctic.

It was not revealed that the containment of organic carbon depends on the granulometric composition in Arctic and subarctic soils. The greatest accumulation takes place in peat soils and the minimum accumulation takes place in clay soils.

In the soils of Arkhangelsk industrial agglomeration the distribution of organic carbon decreases in the row: peat > light loam > sand > sandy loam > heavy loam > clay. Considerable differences in accumulation of organic substance in the soils of different kinds in polar and urban soils can be stipulated by the different degrees of anthropogenic loading.

Containment of organic carbon in all researched soils of Far North and Arctic increases with the rise of their acidity. So, the lower pH the higher the containment of organic substance in the soil.

# Geochemical Barriers in Soils: the Role of Organic Matter and Conditions of Element Concentration

Alexandra F. Makhinova, Alexei N. Makhinov  
Institute of Water and Ecology Problems FEB RAS, Khabarovsk, Russia,  
mahinova@ivep.as.khb.ru

**Abstract:** The paper gives characteristics of geochemical barriers in soils. The mechanisms of organic matter interaction with the chemical elements on geochemical barriers are described. The spatial heterogeneity of chemical element concentrations on geochemical barriers in soils is considered as a function of migration activity of elements.

Geochemical barriers (GBs) are certain soil-geochemical zones, where the rate of geochemical fluxes sharply decreases and remains below the level of migration activity of elements of the geochemical background area. In nature GBs most often appear due to high concentrations of organic and organo-mineral substances in the soil space.

The research objective is to study the mechanisms of element concentrations in the organic and organo-mineral geochemical barriers. The essential condition for GBs is the migration of geochemical fluxes through them and the deposition of certain elements carried with these fluxes. GBs efficiency is characterized by the total potential of organic matter, capable of: a) mechanisms of deposition of elements (sorption phenomena) or b) geochemical transformations (exchange processes, oxidation, etc.). Organic matter is a good sorbent, and in relation to heavy metals has the following properties:

- the ability to absorb heavy metals, as they are easily absorbed by organic matter in soil;
- the ability to form chelate compounds of aggressive fractions of fulvic acids with heavy metals in the soil solution and migrate within soil-geochemical fluxes;
- the ability to form organo-mineral complexes of metals with humic acids (heteropolar salts), which are inactive and insoluble in the acidic environment, thus promoting the accumulation of heavy metals in the organogenic horizon.

These properties of organic matter are functionally related to the content of elements in soils and were used to identify regularities of soil-geochemical flux formation [1].

The downward "reorganization" within the series of the migration activity of elements takes place within geochemical barriers.

If we consider soil-geochemical barriers from the perspective of the molecular chaos hypothesis, the parameters of geochemical fluxes in time and space can be estimated with point moments of random geochemical fields, characterized by the ratio of elements concentrations and their activity.

The description of actual geochemical fluxes and GBs is often difficult due to the heterogeneity in space and irregularity in time of their average characteristics. However, in this case, a priori, soil-geochemical fluxes seem to have a number of universal regularities described by us [2, 3]. If the average flux rate ( $V_{av.}$ ) varies considerably between the points  $m_1$  and  $m_2$  according to the characteristics of differences of filed potentials at two points separated by a distance ( $l$ ), than in this case the structure and composition of a soil-geochemical flux in space is determined by the average rate of the transformation of series of geochemical activity of elements present at the entrance into the GB space (point  $m_1$ ) and the GB space exit (point  $m_2$ ). For example, the migration activity of elements in the series (point  $m_1$ )  $Fe > Al > Cu > Pb > Zn > Co > Ni$  decreases at GB and at the point  $m_2$  another series of geochemical activity is observed  $Al > Cu > Fe > Zn > Pb > Co > Ni$  or  $Fe > Al > Cu > Zn > Pb > Ni > Co$ . Moreover, the migration activity of elements decreases sharply.

The barrier potential ( $G$ ) is the rate of change of soil space parameters at the geochemical barrier (change in the concentration of mobile forms of elements or the content of bound organic matter) in the direction of migration fluxes:



$$G = [(V_1C_1)m_1 - (V_2C_2)m_2]l,$$

where  $l$  – the length of the barrier, and  $(V_1C_1)$  and  $(V_2C_2)$  – the rate of a geochemical flux at the GB boundaries in points  $m_1$  and  $m_2$  (before and after the barrier in the flux direction). The values of the rate of elements migration activity in the soil space are linearly dependent on the redox conditions.

The transformation of series of elements migration activity can be characterized by the degree of geochemical barrier contrasty ( $S$ ) as the ratio of the values of geochemical parameters in the flux direction before and after the barrier:

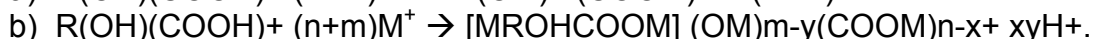
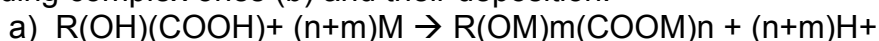
$$S = (V_1C_1)m_1 / (V_2C_2)m_2$$

The intensity of the accumulation of chemical elements in the barrier increases with the increase of its contrasty and gradient.

Mechanisms of element deposition at GBs depend on: 1) mutual molecular adhesion of fine fractions of organic matter smaller than 3.2 microns, which causes their coagulation and aggregation; in particles less than 1 micron the effect of water sorption is sharply evident; 2) chemical transformations in the geochemical flux due to the molecular interaction between macromolecular humic substances of acidic character, active chemical elements and gravitational moisture, providing dissolution of humic substances and elements. Thus, GBs are characterized with the decrease of the chemical activity of elements and the rate of their migration and deposition.

According to the migration flux direction GBs can be lateral and radial. In lateral barriers the element migration is horizontal, from one elementary landscape to another. In radial barriers elements vertically migrate in the soil space.

Mechanisms, which support the geochemical cycle of lateral or radial barriers, are functionally related to natural factors. Overwatering of soils (e.g., during rapid snow melting) facilitates the interaction of polyvalent metals (Fe, Al, Cu, Zn, Ni) with reactive humic acids and, under certain conditions, causes the formation of heteropolar salts (a) including complex ones (b) and their deposition:



Increasing acidity of the solution to a  $pH < 3$  facilitates the dissociation of complex salts to form in the solution  $[FeHSO_4]^{+(+2)} \rightarrow Fe^{2+}$ ,  $[CuHSO_4]^+ \rightarrow Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Sn^{4+}$  and  $HSO_4^-$ ,  $SO_4^{=}$ ,  $H_2AsO_4^{4-}$ ,  $AsO_4^{3-}$ ,  $Sn(OH)_4$ ; the intensification of migration fluxes and the release of certain bonds to maintain natural barrier cycles.

In the lateral barriers dissolved elements from acidic solutions, filtrating downwards, adsorb on the fine fractions of organic matter or enter into an exchange or complex-forming reactions and intra-lateral soil fluxes carry them over long distances.

#### References:

1. Makhinova A.F., Makhinov A.N., 2012. Differentiation of Organic Matter and Major Geochemical Fluxes in the Amur Basin Landscapes //Proceeding of the 16-th International Humic Substances. September 9-14, pp. 141-144.
2. A.F. Makhinova, A. N. Makhinov, V.A. Kuptsova, V.V. Ermoshin. Geochemical Differentiation of Soils in the Amur Basin (Russian Part) / Journal of Geochemical Exploration. Volume 132, September 2013, Pages 140-148.
3. A.F. Makhinova, A. N. Makhinov, V.A. Kuptsova, Liu Shuguang. V.V. Ermoshin. Landscape-Geochemical Zoning of the Amur River Basin (Russian Territory) / Russian Journal of Pacific Geology, 2014, Vol. 8, No. 2, pp. 138–150.

## **Experience of Pow-Humus and Humat Applications during Bioremediation of Oil Polluted Polar Marshy Wetlands in Russia**

Valentina Murygina, Sergey Gaydamaka

Moscow State University, Moscow, Russia, vp\_murygina@mail.ru

In 2002 and 2011 we carried out a bioremediation of two polar bogs polluted with accidental crude oil with application of the oil-degrading preparation Rhoder on a surface of the bog and the subsequent phytoremediation with a Paw-humus or the humate "Extra". In 2002 (Komi Republic) on a site of ~ 2000 m<sup>2</sup> the Paw-humus was applied at the same time with the Rhoder on the surface of the oil polluted bog only once. In preliminary laboratory experiments the Paw-humus had positive impact on degradation of aromatic hydrocarbons and the subsequent phytoremediation by *Avena sativa* and Timothy-grass. In parallel with the Rhoder some other oil-degrading preparations were applied on the same bog, but without application of the Paw-humus.

During the cold and rainy summer 2002 (1.5 months), the level of oil pollution on the site, where the Rhoder was applied three times with the Paw-humus, was decreased by 20-51%, depending on initial concentration of oil (458-738 g/kg of dry matter (DM)). During 2003 and 2004, the Rhoder and the Paw-humus didn't apply any more. Nevertheless, the site was covered by 85% and 95% with a green grasses at the end of August, 2003 and 2004, respectively. And the level of oil contamination was additionally decreased by 29 and 35%, respectively. Most brightly influence of the Paw-humus was shown in the analysis of green material and roots sowed earlier plants in comparison with other preparations and methods of bioremediation (fig. 1).

In 2011 (the Yamal-Nenets Autonomous Distric) a site, about 0,8 hectares, on the riding bog divided by high hummocks into two half was chosen for bioremediation with application of the Rhoder. On hummocks which practically didn't suffer from oil spill, the typical marsh vegetation remained: moss, cloudberryes, Labrador tea. Seeds of plants (oats and mix of long-term herbs) were seeded after triple application of the Rhoder on both half of the bog. The result was a reduction in oil concentration from 32% to 98% depending on the initial concentration of oil in the layers of peat 0-10 cm and 10-25 cm. After the third introduction of the preparation have sown the seeds of oats and mixture of grass treated and not treated with a solution of humate "Extra" in aim to determine the phytotoxicity of soil and for phytoremediation. Humate treated seeds were sown on the right side of the bog, heavily contaminated with oil, on the left - not treated with humate. Two small plots on the right side and on the left side of the bog were allocated and covered with non-woven fabric. Six weeks later the seeds (treated and not treated with humate) on places with very high levels of oil pollution did not germinated.

In areas where contamination below 800-900 g / kg DM, not treated with humate oat seeds were sprouted to 10 cm and the seeds of long-term grass mixtures almost did not germinated. On the right half of the plot, treated humate oat seeds sprouted and humate treated seeds grass mixtures sprouted to a greater extent. Grown seedlings grass mixtures reached lengths of 7 cm and had a strong turf. On plots under nonwoven observed the same pattern. In the left half of the contaminated site (not treated with humate seeds) under the cloth grew mostly seedlings of oats, on the right - thick sprouts grass mixtures and single seedlings of oats. And oats and grass mixture was well grown in places where the level of oil pollution was low. The obtained results suggest that humates containing humic substances and fulvic acids have a positive effect on the germination and establishment of long-term grass mixture, and virtually no effect (or adversely affect) on seed germination and seedling growth of oats.

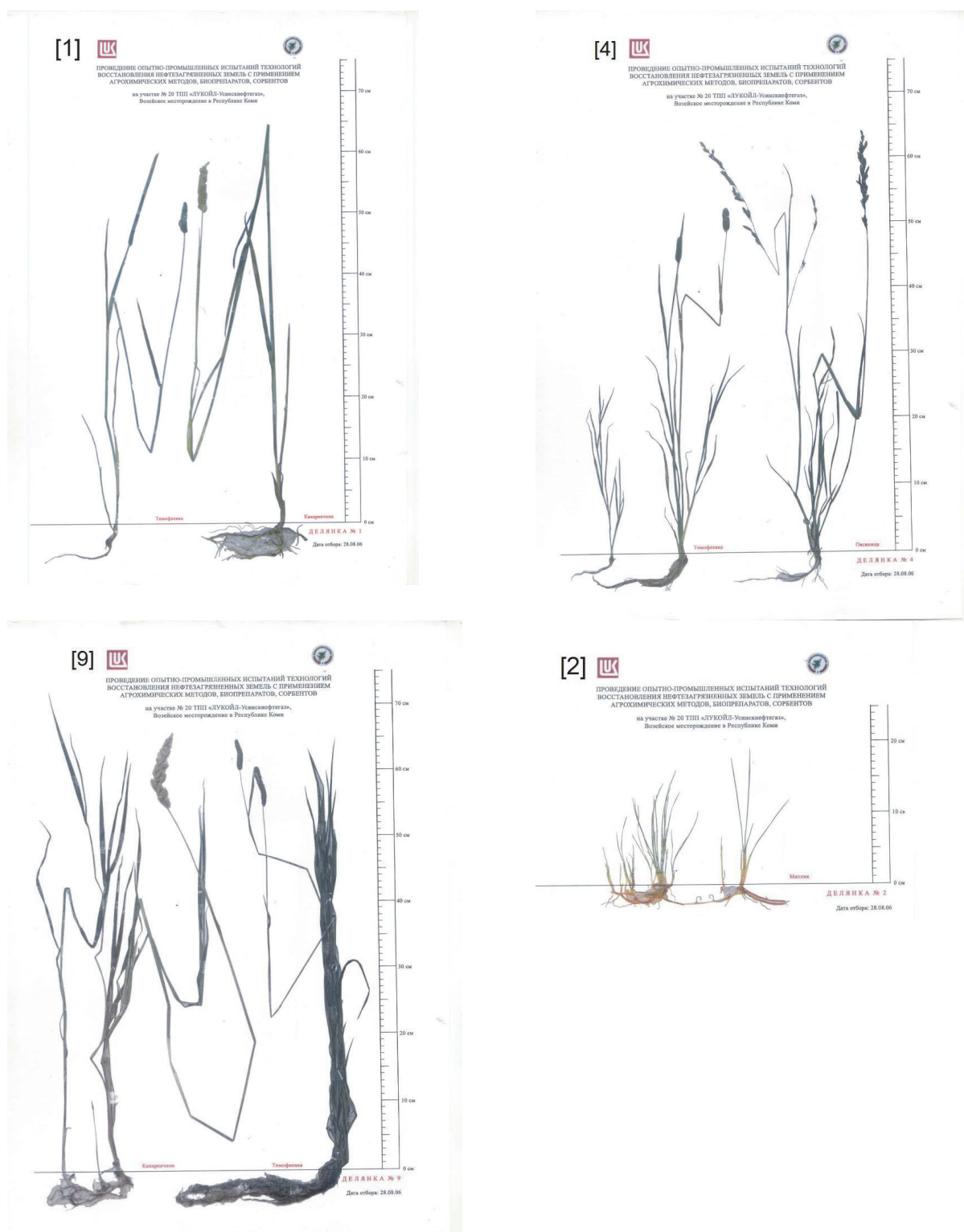


Figure 1. 2004 year. Plants from the sites 1, 2, 4, 9 where various oil-degrading bacterial preparations (1 - petrolan, 2 - control, 4 - universal, 9 - rhoder) were applied.

#### Co-authors list

Valentina P. Murygina: Dept.Chemical Enzymology, Chemistry Faculty, Moscow State University, Leninskiye Gory, 1, build.11, Moscow, 119992, Russia, Phone: +7(495) 939-5083, Fax: + 7 (495) 939-5417, e-mail: vp\_murygina@mail.ru

Sergey N. Gaydamaka: Dept.Chemical Enzymology, Chemistry Faculty, Moscow State University, Leninskiye Gory, 1, build.11, Moscow, 119992, Russia, Phone: +7(495) 9395083, Fax: + 7 (495) 9395417, e-mail: s.gaidamaka@gmail.com

# **Инфильтрация атмосферных осадков, содержание и потери органического вещества при выщелачивании из наиболее распространенных почв Беларуси при изменяющихся климатических условиях (1980–2012 гг.)**

Галина Владимировна Пироговская  
РУП «Институт почвоведения и агрохимии»

В работе приводятся данные по изменению климатических условий в Центральной части Республики Беларусь (1981-2012 гг.), инфильтрации атмосферных осадков из наиболее распространенных почв республики за аналогичный период; изменению содержания органического вещества и потерям при выщелачивании водорастворимого органического вещества в почвах при длительном сельскохозяйственном использовании

## **Постановка проблемы**

Анализ характера изменения климата в глобальном и региональном масштабах и его влияние на инфильтрацию атмосферных осадков в пахотных и луговых почвах, потери элементов питания в окружающую среду, как в мировом масштабе, так и в Республике Беларусь, безусловно, актуальны и имеет важное значение для решения многих теоретических и практических задач при изучении миграции и круговорота веществ в природе.

Оценка изменения состояния климатической системы и ее влияние на окружающую среду проводится на основе сравнения данных ежегодных наблюдений со средними климатическими характеристиками за предшествующие годы, а также климатическими нормами, вычисленными по 30-летним периодам предыдущих рядов наблюдений.

Почвенное плодородие как интегральный показатель свойств и почвенных режимов в значительной степени обусловлено гумусовым состоянием почвы: содержанием, профильным распределением, запасами, качественным составом и функциональными свойствами органического вещества. При этом состояние почвы рассматривается не как конечный результат гумусовой обеспеченности на определенном этапе ее развития, а как непрерывный динамический комплекс взаимосвязанных явлений поступления и трансформации растительных материалов, взаимодействия продуктов трансформации с другими компонентами почвенной среды, их закрепление и миграция в процессе «жизни» почвы.

Целью работы – оценка изменения влияния климата на количество выпадающих атмосферных осадков и температурный режим, инфильтрацию атмосферных осадков из наиболее распространенных почв Республики Беларусь (г. Минск), изменение содержания гумуса и воднорастворимого органического вещества и его потери при выщелачивании за длительный период исследований (1981-2012 гг.).

## **Объекты и методика исследований**

В работе использованы данные по осадкам, инфильтрации и потерям при выщелачивании, полученные на лизиметрической станции РУП «Институт почвоведения и агрохимии» (г. Минск) за 1981-2012 гг. Температурные данные взяты из справочников и в гидрометеорологической службе Республики Беларусь.

Лизиметрическая станция РУП «Институт почвоведения и агрохимии», расположена в южной части г. Минска (53°51'03'' N., 27°30'26'' E), которая введена в эксплуатацию с 1980 года и функционирует по настоящее время, включает 48 насыпных лизиметров, цилиндрической формы из сборных железобетонных колец с глубиной почвенного профиля 1,0 (24 лизиметра) и 1,5 м (24 лизиметра).

Средняя величина атмосферных осадков, температура воздуха определялись в целом за многолетний период 1981-2012 гг., а также для периодов: весеннего (03-05); летнего (06-08); осеннего (09-11); зимнего (12-02), теплого (апрель-октябрь) и холодного (ноябрь-март), поквартально и для годового цикла.

Объектами лизиметрических исследований являлись почвы разных типов, в частности: дерново-подзолистые автоморфные разного гранулометрического состава, используемые в севооборотах; дерново-глеевые и торфянисто-глеевые, используемые под многолетними травами с момента открытия лизиметрической станции; торфяные, используемые, как в севооборотах, так и под многолетними травами.

Закладка лизиметрических опытов (внесение минеральных удобрений, посев сельскохозяйственных культур, уход за посевами, учет инфильтрационных вод и атмосферных осадков, уборку и учет урожая проводили в соответствии с общепринятыми методиками по проведению лизиметрических исследований и технологичным регламентам возделывания сельскохозяйственных культур.

Отбор лизиметрических вод проводился весной – до внесения удобрений и посева культур севооборота, летом и осенью – после их уборки. Анализ лизиметрических вод и осадков выполнялся согласно методикам Алексина О. А., Аринушкиной Е. В. и Новикова Ю. В. и др. В инфильтратах лизиметрических вод и осадков определяли водорастворимое органическое вещество (ВОВ) – по Тюрину [1, 2].

Почвенные образцы в лизиметрических опытах отбирали с пахотного и подпахотных горизонтов в начале закладки опытов (1980 г.) и через каждые 5 лет, т.е. в конце каждой ротации севооборотов. Содержание и состава гумуса в почвах (минеральных и торфяных) анализировались по следующим методикам: общий гумус – по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-84); лабильный гумус – по методике М.А. Егорова с определением С по методу Тюрина в модификации Симакова и др.[3, 4].

Гидротермический коэффициент (ГТК) определялся по формуле Г.Т. Селянинова:  $ГТК = \Sigma X / \Sigma T / 10$ ;

где :  $\Sigma X$  – сумма осадков за период;  $\Sigma T$  – сумма положительных температур воздуха за тот же период.

Результаты исследований обрабатывались статистически с использованием дисперсионного анализа

### **Результаты исследований**

Наблюдения за метеорологическими условиями показывают, что количество выпадающих атмосферных осадков и температура воздуха за последнее тридцатилетие изменялось как по годам, так и по сезонам года и выявлены следующие закономерности.

В течение анализируемого периода 1981-2012 гг., по сравнению с 1961-1990 гг., в Центральной части Республики Беларусь (лизиметрическая станция РУП «Институт почвоведения и агрохимии», г. Минск) уменьшилось количество осадков в целом за год на 92 мм (на 13,2 %), за весенний период – на 21, летний – 50, осенний – 18, зимний – на 3 мм, в том числе за теплый период (IV-X месяц) – на 16,5 %, за летний период (VI-VIII) – на 19,7 %, холодный период (XI-III) – на 2 %. Максимальное количество осадков за этот период также осталось в летний период (33,8 % от годового количества), в весенний и осенний период – осталось примерно на одном уровне (21,2 и 23,8 %), увеличилось в зимний период до 21,2 % (18,0 % в 1961-1990 гг.).

Сумма активных температур воздуха выше 10 °С в период вегетации растений (май-сентябрь) в 25-ти годах (78,1 % лет) из 32 лет наблюдений (1981-2012 гг.) была выше среднемноголетних значений (1961-1990 гг.), в том числе за период 1981-1990

гг. она была на  $51,6^{\circ}\text{C}$  ниже среднегогодежного показателя ( $2272,7^{\circ}\text{C}$ ), а за 1991-2000 гг. – увеличилась на  $86,1^{\circ}\text{C}$  и за 2001-2012 гг. – на  $208,7^{\circ}\text{C}$ .

Гидротермический коэффициент (ГТК) за 5-9 месяцев в годы исследований изменялся в пределах от 0,62 (1999 г.) до 1,84 (2009 г.). На долю влажных годов (ГТК выше 1,6) пришлось 25,0% лет (8 лет из 32 лет наблюдений); оптимальных (ГТК – 1,3-1,6) – 28,1%; слабозасушливых (ГТК – 1,3-1,0) – 28,1%; засушливых (ГТК – 1,0-0,7) – 12,5% и очень засушливых (ГТК – 0,7-0,4) – 6,3% лет. На долю слабозасушливых, засушливых и очень засушливых приходилось 46,9% лет. Гидротермический коэффициент в среднем за 1981–1990 гг. составил 1,41, за 1991–2000 гг. – 1,18 и за 2001-2012 гг. – 1,42.

Величина инфильтрации атмосферных осадков в почвах Республики Беларусь в годы исследований (1981-2012 гг.) также изменялась от интенсивности выпадения осадков и температурного режима, сезонности года и типа и гранулометрического состава почв.

Установлено, что в пахотных почвах при одном и том же количестве осадков, температурном режиме, одинаковом уровне применения минеральных удобрений под культуры севооборотов величина инфильтрации атмосферных осадков в большей степени изменялась в зависимости от типа и гранулометрического состава почв (табл. 1).

Общий объем инфильтрации атмосферных осадков составлял в среднем за год (1981-2012 гг.): на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (лиз. 1-2)  $90,9\text{ л/м}^2$ , на той же легкосуглинистой хорошо окультуренной (агрозем, лиз. 33-34) –  $90,6\text{ л/м}^2$ , почвообразующей породе (лиз. 11-12) –  $115,2\text{ л/м}^2$ , легкосуглинистой, подстилаемой с глубины 0,75 м моренным суглинком (лиз.3-4) –  $143,4\text{ л/м}^2$ , легкосуглинистой, подстилаемой с 0,50 м рыхлым песком (лиз.5-6) –  $126,6\text{ л/м}^2$ , связносупесчаной, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте (лиз.7-8) –  $149,0\text{ л/м}^2$ , рыхлосупесчаной, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлыми песками –  $146,4\text{ л/м}^2$ , песчаных –  $212,1\text{ л/м}^2$  и торфяной (в севообороте) –  $82,1\text{ л/м}^2$ . Если сравнивать инфильтрацию атмосферных осадков в почвах по последним трем десятилетиям, то следует отметить, что за период 1981-1990 гг. она изменялась в зависимости от типа и гранулометрического состава почв в пределах от  $57,1\text{ л/м}^2$  (торфяная) до  $192,1\text{ л/м}^2$  (песчаная), соответственно за 1991-2000 гг. – от  $71,7\text{ л/м}^2$  (легкосуглинистая) до  $204,6\text{ л/м}^2$  (песчаная), за 2001-2010 гг. – от  $128\text{ л/м}^2$  (легкосуглинистая, агрозем) до  $249,1\text{ л/м}^2$  (песчаная). При этом следует отметить, что в последние два десятилетия и, преимущественно, в последнее, инфильтрация атмосферных осадков увеличилась на  $57,0\text{ л/м}^2$  по сравнению с 1991-1990 гг.

Самый большой объем инфильтрации осадков во всех изучаемых почвах наблюдался во влажные годы (1982, 1985, 1990, 1993, 1998, 2006, 2008, 2009), с минимальными значениями в торфяной почве ( $101,8\text{ л/м}^2$ ) и максимальными в песчаной ( $262,8\text{ л/м}^2$ ). Среднегодовая инфильтрация осадков в эти годы по всем почвам была на уровне  $175,8\text{ л/м}^2$ . Наблюдается закономерное снижение инфильтрации осадков в оптимальные по степени увлажнения годы (1984, 1987, 1988, 1989, 1996, 2001, 2004, 2005, 2010), далее в слабозасушливые (1981, 1986, 1991, 1994, 1997, 2003, 2007, 2011, 2012) и засушливые (1983, 1992, 1995, 2000) по сравнению с влажными годами. Что касается очень засушливых лет (1999, 2002), то здесь дальнейшего снижения инфильтрации, даже с засушливыми годами не наблюдается, а на отдельных почвах отмечается даже ее увеличение. Это объясняется, по-видимому, малым объемом выборки данных лет.

Таблица 1 – Изменение инфильтрации атмосферных осадков (слой 1,0-1,5 м) в пахотных наиболее распространенных почвах Республики Беларусь (по данным лизиметрического опыта № 1 РУП «Институт почвоведения и агрохимии», 1981-2012 гг.)

| Название почвы                                                                                                                                               | Инфильтрация, л/м <sup>2</sup> |                      |                      |                      |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                              | 1981-<br>2012<br>гг.           | 1981-<br>1990<br>гг. | 1991-<br>2000<br>гг. | 2001-<br>2010<br>гг. | +, -<br>2001-<br>2010. к<br>1981-<br>1990 гг. |
| 1. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, лиз.1,2                                                                    | 90,9                           | 63,6                 | 71,7                 | 129,9                | 66,3                                          |
| 2. Дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке (агрозем), лиз.33, 34                                                  | 90,6                           | 57,6                 | 80,1                 | 128,5                | 70,9                                          |
| 3. Почвообразующая порода (лессовидный суглинок с глубины 1,5-3,0 м), лиз.11,12                                                                              | 115,2                          | 79,3                 | 113,2                | 146,9                | 67,6                                          |
| 4. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 0,75 м моренным суглинком, лиз.3, 4                 | 143,4                          | 103,2                | 134,3                | 187,5                | 84,3                                          |
| 5. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с 0,5 м рыхлым песком, лиз.5, 6                               | 126,6                          | 82,6                 | 108,9                | 182,4                | 99,8                                          |
| 6. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, лиз.7, 8 | 149,0                          | 107,9                | 137,8                | 194,7                | 86,8                                          |
| 7. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком, лиз.9, 10                                     | 146,4                          | 106,0                | 136,7                | 195,9                | 89,9                                          |
| 8. Дерново-подзолистая песчаная, развивающаяся на мощных песках, лиз.13-16                                                                                   | 212,1                          | 192,1                | 204,6                | 249,1                | 57,0                                          |
| Торфяная                                                                                                                                                     | 82,1                           | 57,1                 | 77,5                 | 156,7                | 99,6                                          |

Одним из важных показателей при оценке экологического состояния почв, изменяющегося под действием климатических и агротехнических приемов, является изменение содержания и запасов гумуса в процессе сельскохозяйственного использования, так как они наиболее четко отражают напряженность биологического круговорота и баланса элементов в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства.

Установлено, что содержание органического вещества в процессе длительного использования (1980-2013 гг.) увеличилось, преимущественно, во всех почвах в пахотных горизонтах на 0,17-1,25%, за исключением агрозема легкосуглинистого (лиз. 33 и 34) и торфяной (в севообороте, лиз.23 и 224), где его содержание снизилось. В подпахотных слоях всех почв отмечено увеличение органического вещества на 0,09-0,47%, в зависимости от гранулометрического состава дерново-подзолистых почв. Минимальное содержание гумуса как в 1980 г. (1,45%), так и в 2013 г. (1,92%), отмечено в дерново-подзолистой песчаной почве. Соответственно максимальное его содержание также сохранилось в дерново-подзолистой

супесчаной, развивающейся на связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте (3,78 и 3,95%, лиз.7, 8) и в дерново-подзолистой легкосуглинистой, развивающейся на легком лессовидном суглинке (2,83 и 2,79%, лиз.33, 34). Среднегодовой прирост органического вещества за указанный период в пахотных слоях дерново-подзолистых почв находился в пределах от 0,005 до 0,038%, а в агроземе легкосуглинистом этот показатель снизился в среднем за год на – 0,001% и в торфяной почве – на 1,191%, табл. 2.

2. – Содержание органического вещества в наиболее распространенных почвах Республики Беларусь (лизиметрический опыт № 1), 1980-2012 гг.

| Название почвы                                                                                                                                               | Содержание гумуса, % |                 |                 |                        |                                |                               |      |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------|---------------------------|
|                                                                                                                                                              | Апах                 |                 |                 |                        |                                | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> |      |                           |
|                                                                                                                                                              | 1980<br>(осень)      | 2008<br>(осень) | 2012<br>(осень) | +,-,<br>2012 к<br>1980 | +,-,<br>в<br>среднем<br>за год | 1980                          | 2012 | +,-,<br>2012<br>к<br>1980 |
| Почвы, используемые в сельскохозяйственном производстве                                                                                                      |                      |                 |                 |                        |                                |                               |      |                           |
| 1. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, лиз.1,2                                                                    | 1,50                 | 2,12            | 2,28            | 0,78                   | 0,024                          | 0,22                          | 0,59 | 0,37                      |
| 2. Дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке (агрозем), лиз.33, 34                                                  | 2,83                 | 2,76            | 2,79            | -<br>0,04              | -0,001                         | 0,56                          | 1,00 | 0,44                      |
| 3. Почвообразующая порода (лессовидный суглинок с глубины 1,5-3,0 м), лиз.11,12                                                                              | 0,36                 | 1,37            | 1,61            | 1,25                   | 0,038                          | 0,09                          | 0,44 | 0,35                      |
| 4. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 0,75 м моренным суглинкам, лиз.3, 4                 | 1,59                 | 1,87            | 2,21            | 0,62                   | 0,019                          | 0,39                          | 0,48 | 0,09                      |
| 5. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с 0,5 м рыхлым песком, лиз.5, 6                               | 1,60                 | 1,84            | 2,12            | 0,52                   | 0,016                          | 0,12                          | 0,47 | 0,35                      |
| 6. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, лиз.7, 8 | 3,78                 | 3,92            | 3,95            | 0,17                   | 0,005                          | 0,39                          | 0,78 | 0,39                      |
| 7. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком, лиз.9, 10                                     | 1,72                 | 2,00            | 2,44            | 0,72                   | 0,022                          | 0,36                          | 0,50 | 0,14                      |
| 8. Дерново-подзолистая песчаная, развивающаяся на мощных песках, лиз.13-16                                                                                   | 1,45                 | 1,68            | 1,92            | 0,47                   | 0,014                          | 0,14                          | 0,61 | 0,47                      |
| 9. Торфяная (в севообороте), лиз.23, 24                                                                                                                      | 62,4                 | 45,9            | 23,1            | -<br>39,3              | -1,191                         | -                             | -    | -                         |
| Выборка, n                                                                                                                                                   | 6                    | 6               | 6               | -                      | -                              | 6                             | 6    | -                         |



Запасы гумуса, характеризующие поступление органического вещества в почву и интенсивность использования минеральных и органических удобрений в слое 0-50 см исследуемых почв изменялись в зависимости от типа и гранулометрического состава почв. В дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, развивающихся на легких лессовидных суглинках они увеличились с 90 (1980 г.) до 100 т/га (2012 г.); в хорошо окультуренной дерново-подзолистой связносупесчаной почве остались практически на том же уровне около 230 т/га; в рыхлосупесчаной и песчаной почвах – увеличились на 19,1 и 17,2 т/га и составили в 2012 г. 105 и 87 т/га, соответственно. Содержание подвижных, или так называемых лабильных гумусовых веществ и их долевое участие в составе общего гумуса составило: в пахотных горизонтах дерново-подзолистых легкосуглинистых почв 18,1 (агрозем) – 30,7% от общего содержания гумуса, в почвообразующей породе – 19,4, на связно-, рыхлосупесчаных – в среднем 25,4, песчаных – 32,6%. Соответственно, в подпахотном слое (до 50 см) эти показатели составляли на легкосуглинистых почвах – 22,3-43,4%, в почвообразующей породе – 28,7, супесчаных – 44,2-49,6, песчаных – 47,6%.

Содержание и состав водорастворимых органических веществ в почвах является одним из показателей «подвижности» почвенного гумуса. По данным ряда исследователей водорастворимые комплексы органических веществ обладают высокой миграционной способностью и оказывают существенное влияние на рост и развитие растений. По данным за 1980-2012 гг., полученным на лизиметрической станции г. Минск, потери водорастворимого органического вещества из слоя почв (1,0-1,5 м) при выщелачивании из дерново-подзолистых почвах изменялись в зависимости года исследований и гранулометрического состава почв. Среднегодовые его потери были следующие: на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах (лиз. 1, 2, 33, 34, , 12, 3, 4, 5, 6) они находились в пределах от 10,3 до 17,5 кг/га; связно-, и рыхлосупесчаных (лиз. 7, 8, 9, 10) – 20,1-23,2; песчаных (лиз. 13-16) – 26,7 и торфяных (лиз. 23-24) – 65,1 кг/га.

### **Заключение**

Приведенные данные, полученные на лизиметрической станции РУП «Институт почвоведения и агрохимии» (г. Минск, 1980-2012 гг.) показывают, что инфильтрация атмосферных осадков (слой почвы 1,0-1,5 м) значительно различается от типа и гранулометрического состава почв и количества выпадающих осадков; содержание и накопление органического вещества (в слое 0-50 см наиболее распространенных почв Республики Беларусь), потери при выщелачивании водорастворимого органического вещества, также существенно различаются в зависимости от типа и гранулометрического состава почв и их сельскохозяйственного использования.

### **Литература**

1. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина.- Москва: Изд-во Московского университета, 1962. – 489 с.
2. Новиков, Ю.В. Методы исследования качества воды водоемов / Ю.В. Новиков, К.О.Ласточкина, З.Н Болдина; под ред. Ю.В. Новикова.- Москва: Медицина, 1990. – 400 с.
3. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах (минеральных и торфяных) / В.В. Понаморева, Т.А. Плотникова; Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева. – Ленинград., 1975. – 105 с.
4. Оценка гумуса почв по характеристике его лабильной части / А.М. Лыков, В.А. Чернигов, Б.П. Боинчан // Известия ТСХ . - Москва, 1981.- Выпуск 5.- С. 65-69.

# Humic-Assisted Synthesis of Gold Nanoparticles: Submicron Intermediates and Enhanced Resulting Sol Stability

Alexander Polyakov<sup>1</sup>, Vasily Lebedev<sup>1</sup>, Eugene Goodilin<sup>1, 2</sup>, Irina Perminova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Materials Science, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, a.yu.polyakov@gmail.com

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Gold nanoparticles (AuNPs) are extensively used in chemistry, physics and biomedical technologies due to a set of unique properties. For safety and cost reasons, there is a tremendous interest in “green” techniques for AuNPs preparation using harmless and eco-friendly chemicals. Recently, AuNPs syntheses based on reduction of Au<sup>III</sup> species by natural and synthetic humic substances (HS) were reported [1]. Such particles were shown to be effective colloidal mediators for SERS detection of eco-pollutants [2, 3]. However, the mechanism of AuNPs formation in presence of natural HS is still debatable.

In the present research, we used *in situ* UV-visible absorption spectroscopy and transmission electron microscopy (TEM) to study formation of AuNPs by direct reaction of leonardite HS and HAuCl<sub>4</sub> in hot (70°C) aqueous solutions. It was found that evolution of SPR peak (corresponding to AuNPs) with the reaction time cannot be explained by the well-known LaMer nucleation-growth theory. At the beginning of the synthesis a low-intensity and wide peak at 540-640 nm range exists only, indicating the presence of large intermediates or anisotropic nanoparticles. Then, the SPR peak position shows an abrupt leveling off at 523-525 nm. TEM study corroborated the presence of submicron branched structures just after addition of HAuCl<sub>4</sub> into the hot HS solution (Fig. 1a) as well as gold nanoworms (Fig. 1b) until ca. 2.5 h of the synthesis. Finally, spherical AuNPs (15-20 nm in diameter) were formed. Steady-state UV-visible absorption measurements of the gold sol just after humic-assisted synthesis and 2 month later have shown an excellent stability of the prepared colloids which allow their storage and commercial distribution.

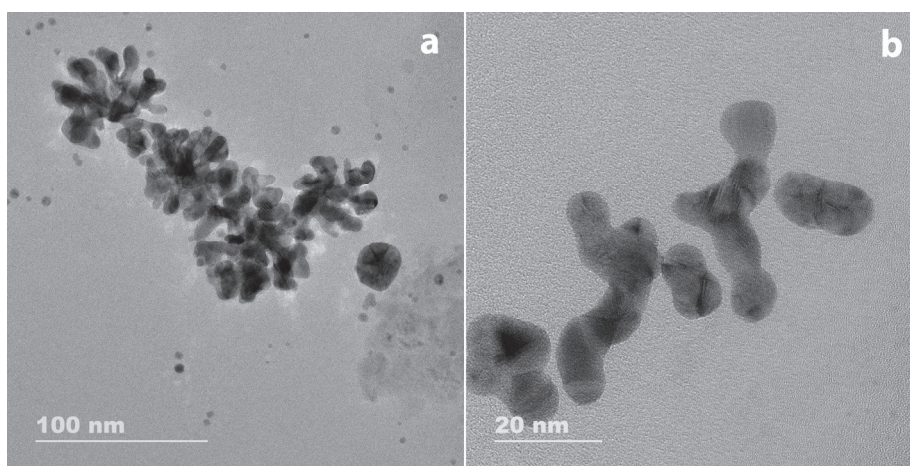


Figure 1. TEM images of the intermediates formed in humic-assisted synthesis of AuNPs: a – submicron branched structures formed just after addition of AuCl<sub>4</sub> into HS solution; b – gold nanoworms existing during the first 2.5 h of the synthesis.

This work was supported by M.V.Lomonosov Moscow State University Program of Development. The authors are grateful to Russian Foundation for Basic Research (grant №13-04-01853).

1. Materials Chemistry and Physics 2014, 144, 1-2, 168-178.
2. Analyst 2007, 132, 12, 1210-1214.
3. Chem. Mater 2008, 20, 4, 1516-1521.

# Role of Humic Acids in Morphological Diversity of Maritime Burozems of Primorsky Krai (Russia)

Boris Pshenichnikov<sup>1</sup>, Nina Pshenichnikova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia, [bikinbf@mail.ru](mailto:bikinbf@mail.ru)

<sup>2</sup>Pacific Institute of Geography FEB RAS, Vladivostok, Russia

Our research in the past decade shows that the maritime and insular zone of Primorsky Krai is characterized by burozems with a deeply and intensely humified profile and with diagnostic features, indicative of humus-illuvial pedogenic process. Humic acids (HA) play a significant and rather varied part in burozem profile formation. To disclose HA role in morphochromatic differentiation of burozem profiles, we studied humus composition and dynamics in burozems of various biogeocenoses within Ostrovnoy Cape and the bordering territory (the Japanese Sea coast of the Eastern offshoot of Sikhote Alin, 43° NL, 133° EL). The burozems under study include 1) cinnamon-brown humus-illuvial burozems with a soil profile, comprising genetic horizons A0-AY-BM<sub>f,hi</sub>-BMC, found under secondary oak forests; 2) dark humus-illuvial burozems with genetic horizons A0-AU-BM<sub>hi1</sub>-BM<sub>hi2</sub>-BMC, found under grass-shrub thickets, replacing cut-down oak forest; 3) dark humus-illuvial pyrogenic burozems with genetic horizons A0-AU<sub>pyr</sub>-BM<sub>hi</sub>-BMC, found under lime forests in fire-damaged territories. The soil nomenclature, used for the research, is based on the Classification of Soils of Russia and our own findings.

Humus composition of the burozems, found under oak forests, is of humate-fulvate type ( $C_{\text{humic acid}}$  to  $C_{\text{fulvic acid}}$  ratio – 0.78), while that of the pyrogenic burozems under lime forests and the dark burozems under grass-shrub thickets is of fulvate-humate type. In these burozems,  $C_{\text{humic acid}}$  to  $C_{\text{fulvic acid}}$  ratio increases considerably (1.15 and 1.20 respectively). The characteristic and distinctive trait of group composition of pyrogenic burozem humus under lime forests is fulvate-humate type of humus in structural-metamorphic humus-illuvial horizon BM<sub>hi</sub> ( $C_{\text{humic acid}}$  to  $C_{\text{fulvic acid}}$  ratio – 1.09). In the burozems of the other biogeocenoses, humus composition in this horizon is of humate-fulvate type ( $C_{\text{humic acid}}$  to  $C_{\text{fulvic acid}}$  ratio – 0.53 and 0.67).

The burozems of the three biogeocenoses differ considerably in humic acid levels and humic acid fractional composition and mobility. The dark humus-illuvial burozems have higher absolute levels of humic acids in general and higher levels of humic acid fractions – brown humic acids, black humic acids, and black humic acids combined with fulvic acids of fraction two. All the said fractions are characterized by high rates of mobility as illustrated by profile distribution of their absolute levels.

The distinctive trait of the burozems of the three biogeocenoses is specific profile distribution of black humic acids. In the burozems under grass-shrub thickets, absolute levels of black humic acids are high both in humus-accumulative horizon AU (0.35%) and in structural-metamorphic humus-illuvial horizon BM<sub>hi</sub> (0.30%). Also, high levels of black humic acids combined with fulvic acids of fraction two are typical for the whole profile of these burozems. In the burozems under oak forests, most black humic acids are found within humus-accumulative horizon AY (0.20%), while in horizon BM<sub>hi</sub> the level of black humic acids decreases sharply to 0.05%.

Profile dynamics of humus and humus fractions allows us to explain to a certain extent the nature of morphological diversity of the burozems under the different biogeocenoses. Thus, in the burozems under oak forests, most humic acid fractions and their derivatives with fulvic acids demonstrate accumulative type of profile distribution. The cinnamon-brown color of the humus-illuvial horizon is largely due to accumulation of aggressive 1a fulvic acid fraction. In burozems under grass-shrub thickets, individual fractions of humic acids and their derivatives with fulvic acids demonstrate eluvial-illuvial profile distribution which results in dark grey or dark color of the burozem humus-illuvial horizon.

## **Биопрепараты на основе вермикомпостов для растениеводства: получение и применение**

А.О. Сагитов<sup>1</sup>, И.Н. Титов<sup>2</sup>, К.К. Богуспаев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Владимирский государственный университет, Владимир, Россия

<sup>3</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Обзор. В докладе будут описаны способы получения различных типов биопрепаратов из вермикомпостов, механизмы их биологического действия, а также дана критическая оценка феномена применения их в сельскохозяйственной практике с научной и практической точек зрения.

Review. The report will describe how to obtain various types of biological preparations from the vermicomposts, their mechanisms of biological action, as well as a critical evaluation of the phenomenon of the use in agricultural practices with scientific and practical points of view.

В последние десятилетия во многих странах мира, в том числе и в России, некоторые фирмы для получения и производства различных бактериальных и гуминовых биопрепаратов сельскохозяйственного назначения стали широко использовать в качестве исходного сырья конечные продукты аэробной ферментации органосодержащих отходов (компосты и вермикомпосты).

Объемы использования биологических средств контроля численности вредных объектов в сельском хозяйстве во всем мире непрерывно растут. В России за последние годы обработка биологическими пестицидами посевов, плантаций и садов сельскохозяйственных культур сократилась в 6, а производство биопрепаратов – в 20 раз [1].

На первый взгляд это кажется не рациональным, так как эти субстраты по уровню содержания самих гуминовых веществ существенно беднее бурых углей и торфов. Однако все эти виды гумусосодержащего органического сырья стали использоваться для получения различных видов (жидких, пастообразных и сухих) по следующим причинам.

Во-первых, в отличие от бурых углей и торфа, прежде всего, это возобновляемые источники гумусосодержащего сырья (даже, можно сказать, очень быстро возобновляемые виды сырья, так как процессы их биоконверсии длятся от нескольких суток до нескольких месяцев). Более того, повсеместная переработка самых разнообразных органических отходов растительного и животного происхождения с помощью аэробных технологий биоконверсии позволяет получить не только высокоценные виды органических удобрений и кормовых добавок для животных из низко качественных органических отходов, но и снизить антропогенную нагрузку в городах от вывоза и захоронения органической части твердых бытовых отходов на полигоны и свалки [2-5].

Во-вторых, конечные продукты аэробной биоконверсии органосодержащих отходов содержат в себе кроме гуминовых веществ очень широкий набор биологически активных веществ и богатую по видовому составу микрофлору полезных почвенных микроорганизмов-антагонистов самых различных патогенов, в частности фитопатогенов, а также и микроорганизмы-продуценты различных биологически активных веществ.

Поэтому, используя различные технологические приемы, из такого сложного по составу органического сырья возможно получать не только гуминовые биопрепараты, содержащие в себе очищенные и концентрированные соли гуминовых кислот и фульвокислот, но и более сложные по составу комплексные биопрепараты, содержащие в себе кроме гуминовых веществ ряд биологически

активных веществ, антибиотики, продукты метаболизма самих дождевых червей и почвенных микроорганизмов и живые почвенные микроорганизмы. То есть такие препараты более правильно было бы называть комплексными микробиологическими гуминовыми биопрепаратами. Такие биопрепараты в отличие от гуминовых препаратов на основе бурых углей или торфов обладают априори более широким спектром действия как на почву, так и на растения.

Сейчас минеральные удобрения стали дорогими, а органических удобрений производится недостаточно. Поэтому необходимо практически повсеместно внедрять технологии утилизации отходов растениеводства и животноводства с целью получения компостов и вермикомпостов. Эти два аэробных процесса способны превратить низкоактивные органические отходы в ценнейшие органические высокогумусированные удобрения, которые в свою очередь являются возобновляемым источником и уникальным сырьем для получения различных биопрепаратов для сельскохозяйственной практики [6].

Для получения жидких биопрепаратов из вермикомпостов используют три типа способов обработки исходного сырья [6]:

- биологические (ферментация водных суспензий);
- химические (экстракция щелочными или кислотными реагентами)
- физические (экстракция с помощью ультразвука и кавитации).

Однако при производстве таких биопрепаратов возникают две проблемы: проблема их стандартизации, так они содержат в себе широкий спектр действующих веществ, и проблема стабилизации микроорганизмов в жидких и пастообразных формах биопрепаратов.

Экстракты из вермикомпостов различного типа уже давно признаны потенциально ценными биопрепаратами для ускорения роста и развития растений, а также для биологической защиты от насекомых-вредителей и фитопатогенов. Последние зарубежные исследования и инновации в их производстве и применении популяризировали использование этих биопрепаратов среди производителей продуктов питания, у ландшафтных дизайнеров и фермеров, заинтересованных в выращивании здоровой сельскохозяйственной биопродукции.

Интерес к применению биопрепаратов для защиты растений от болезней и вредителей уверенно растет во всех странах мира. В последнее время в связи с ужесточением правил использования химических пестицидов возрастает спрос на экологически безопасные продукты сельского хозяйства и поэтому производители сельхозпродукции склоняются к применению именно биопестицидов.

Применение биопрепаратов из вермикомпостов - важный инструмент для органических производителей и фермеров, которые не желают использовать минеральные удобрения и агрохимикаты при выращивании сельскохозяйственной продукции. Комплексное применение вермикомпостов и жидких гуминовых и бактериальных вермикомпостных биопрепаратов позволит сельскохозяйственным производителям от садовода и огородника до крупного фермера выращивать экологически безопасную продукцию, так называемые «биоовощи» и биофрукты», которые имеют высокий спрос у потребителя. Можно предполагать, что такие биопрепараты в скором времени составят достойную конкуренцию химическим препаратам.

#### Литература

1. Бабенко А.С., Ван Джа Нин. Перспективы использования вермикомпоста в защите растений // Вестник Томского государственного университета. Биология, 2010. №1(9), стр. 105-110.
2. Титов И.Н. Способ получения биостимулятора роста и развития растений из гумусосодержащих веществ. Патент России RU 2253641 от 25.12.2002 г.
3. Титов И.Н. Вермикомпост – основа приготовления почвогрунтов для тепличных хозяйств и залог высококачественных урожаев // В сб.: Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения. Тр. Междун. науч.-практич. конф. Минск, 4-8 июня 2007 г. Минск: УП Камет, 2007, с. 151-152.
4. Титов И.Н. Способ получения комплексного биопрепарата для обработки растений и почвы из гумусосодержащих веществ. Патент РФ № 2009126851 от 15.07.2009 г.
5. Titov I.N., Konin S.S. Vermiculture as a source for preparations of bioactive substances // Vermi Technologies for Developing Countries. Proceedings of the International Symposium-Workshop on Vermi Technologies for Developing Countries. Nov. 16-18, 2005, Los Baños, Laguna, Philippines. Philippine Fisheries Association, Inc.
6. Титов И.Н. Секрет двойного урожая // Журнал «Настоящий хозяин», 2013, 2, стр. 48-50.

## Soil Modifier on the Base of Modified Peat

Anna Savelyeva, Elizaveta Maltseva, Natalya Yudina

Institute of petroleum chemistry SB RAS, Tomsk, Russia, maltseva2@gmail.com

Humic acids (HAs) contained in different environments (natural water, soil, peat, coal) have important ecological functions in the biosphere. The interest in the study of the HA, which can accumulate nutrients and microelements and form the stable complexes with metal ions, is increasing [1, 2].

There is a need to transfer the humic substances into a soluble state and increase the reaction activity to use HAs more efficiently in plant or industry. Currently, the most effective method of processing of raw materials can serve as a mechanochemical activation.

The aim of this work is the study of the influence of mineral additives in the mechanical activation of peat on the chemical composition and properties of humic acids.

Objects of study were the peat HAs of Tomsk region (the degree of expansion is 10%, an ash content is 5%). Method of mechanical activation (MA) in a laboratory mill activator AGO-2C in the presence of biophilic elements and salts of different metals has been used to change the composition and properties of HA. Evaluation of the modifying action of additives carried instrumental physicochemical methods.

Analysis of the data showed that the mechanochemical activation of HAs with copper sulfate contributes to an increase of the oxygen-containing groups by 1.4 times, which is caused by the process of oxidation and the formation of the stable complex with copper ions. This composite HA is the carrier of the copper ions which provides bioavailability for plants.

The process of mechanical activation in the presence of reagents containing biophil elements increases the total acidity of peat HAs. The exceptions are samples with  $K_2CO_3$  and  $KNO_3$  where are dominated with the reducing processes.

The stimulating effect of humic substances was observed at the germination of seeds of winter wheat ("Samurai" variety, developed in the Kursk region). This seeds were not genetically modified samples. As a result, humic composites stimulated the germination of wheat seed, and the maximum number of seedlings observed using HAs-rich sodium phosphate.

Also humic composites containing potassium ions increase the degree of germination and root development by 20-25%, which allows us to recommend these substances as growth stimulants in agriculture.

On the base of this results plant growth stimulator "Gumopit" was developed. This is an organic-mineral soil modifier increasing soil fertility, productivity, enhancing growth properties of plants and protecting the plants from adverse external factors.

The preparation can serve as a cytokinin and can be used in biotechnology as phytohormones for initiation of morphogenetic processes at the cellular level (*in vitro*).

### References

1. Naumova G.V., Kosobokova R.V., Kosonogova L.V., et al. Humic substances and processing methods for their preparation. Collected papers "Humic substances in the biosphere". 1993: 178-189.
2. Tomson A.E., Naumova G.V. Oxidation-hydrolytic degradation of peat as an effective method for its chemical processing. 2012. Natural resources, 22: 83-89.

## **Biocadastre of Peats of Ukraine as the Basis for Manufacturing of New Humic Preparations of Directed Action**

Nina Syedykh, Liliya Stepchenko

Research Laboratory on Humic Substances of the Name of Prof. L. Christeva, Department of Physiology and Biochemistry, Dnepropetrovsk State Agro-Economic University, Dnepropetrovsk, Ukraine, stepchenko@rambler.ru, humicconf@ukr.net

Despite the large number of humic nature preparations for agriculture and medicine, unresolved issues remain the lack of standards of the biological activity of the peat used raw materials, standardization of preparations themselves, the differences of resulting biological effects. One of the directions areas of standardization may be the use of previously developed a screening system of evaluation of the biological activity of raw peat and derived himic preparations (2008). This system includes data on the botanical composition structure of the raw peat, physical and chemical properties (moisture content; ash content; the degree of decomposition; active, exchange and hydrolytic acidity, etc.), the humic acids and microelements levels; potential toxicity of raw peat (tests using paramecium as a test object, parabiotic test, the content of heavy metals and radionuclides) phytobioproductivity (growth-stimulating activity, the effect on biometrics plant vigor seeds, germination energy, yeast dough, etc.) adaptogenic properties; antistress activity (tests for resistance to temperature extremes); antioxidant activity, antitoxic properties; enzymes- and immunomodulatory activity. Developed screening system was used to estimate peats of Ukraine as a basis for obtaining humic nature preparations of directed action. The obtained results became the information basis to create a fundamentally essentially new type of cadastre - Biocadastre of peats of Ukraine.

The analysis of the data of Biocadastre confirms that indexes of biological activity of peats in different geographical regions and peat regions of Ukraine is largely dependent on their botanical composition and physical and chemical properties, which is caused by a different set and the ratio of biologically active substances, molded in the genesis of peat. Furthermore, different types of biological activity of the same peat can be significantly different in magnitude and even the direction of differently oriented. Peats can also affect both activated factor for some types of activity, and inhibition – for others.

Currently, the information base of Biocadastre of peats successfully used in the development of new humic preparations, such as Humilid, Lygnohumate, Lukis-humate, obtained in the Laboratory of humic substances of the name of Christeva of Dnipropetrovsk State Agro-Economic University. In this case, at the development of technologies for the manufacturing of such preparations the most important thing after selecting of raw material was to select the method of extractions of essential biologically active substances from peat. Field tests of the Lygnohumate in crop production and Humilid, Lukis-humate in the meat and poultry industry have confirmed their pronounced adaptogenic properties.

We believe that the use of the information base of Biocadastre of peats in the selection of raw materials is not only a significant step in the issue of standardization of humic substances derived from peat, but also a prerequisite for the creation of humic preparations of directed action.



## **Биокадастр торфов Украины как основа для получения новых гуминовых препаратов направленного действия**

Нина Седых, Лилия Степченко

Научно-исследовательская лаборатория гуминовых веществ им. проф. Л.А. Христовой, кафедра физиологии и биохимии, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, Днепропетровск, Украина, stepchenko@rambler.ru, humicconf@ukr.net

Несмотря на большое число препаратов гуминовой природы для сельского хозяйства и медицины, нерешенными проблемами остаются отсутствие стандартов биологической активности используемого торфяного сырья, стандартизация самих препаратов, различия получаемых биологических эффектов. Одним из направлений стандартизации может быть применение разработанной нами ранее скрининговой системы оценки биологической активности сырьевых торфов и получаемых препаратов (2008). Эта система включает данные о ботаническом составе сырьевого торфа, физико-химических показателях, содержании гуминовых кислот и микроэлементов; токсичности сырьевого торфа (тесты с использованием парамеций в качестве тест-объекта, парабитический тест, содержание тяжелых металлов и радионуклидов) фитобиопродуктивности (ростостимулирующая активность, влияние на биометрические показатели растений, энергию прорастания семян, дрожжевой тест и др.); адаптогенных свойствах; антистрессовой активности (тесты на устойчивость к действию экстремальных температур); антиоксидантной активности, антитоксических свойствах; энзимо- и иммуномодулирующей активности. Разработанная скрининговая система была применена для оценки торфов Украины как основа для получения препаратов гуминовой природы направленного действия. Полученные результаты стали информационной базой для создания принципиально нового типа кадастра – Биокадастра торфов Украины.

Анализ данных Биокадастра подтверждает, что показатели биологической активности торфов разных географических и торфяных областей Украины в значительной степени зависят от их ботанического состава и физико-химических свойств, что обусловлено разным набором и соотношением биологически активных веществ, сформированных в процессе генезиса торфа. Кроме того, разные виды биологической активности одного и того же торфа могут быть существенно разными по величине и даже разновекторными по направлению. Торфа также могут влиять как активирующий фактор на одни виды активности, и ингибирующий – на другие.

В настоящее время информационная база Биокадастра торфов успешно использована при разработке новых гуминовых препаратов Гумилид, Лугогумат, Лукис-гумат, полученных в Лаборатории гуминовых веществ им. Христовой Днепропетровского государственного агроэкономического университета. При этом при разработке технологий получения таких препаратов важнейшее после выбора сырья значение придавалось способу экстракции необходимых биологически активных веществ из торфа. Производственные испытания препарата Лугогумат в растениеводстве, Гумилида, Лукис-гумата в животноводстве и птицеводстве подтвердили их выраженные адаптогенные свойства.

Считаем, что использование информационной базы Биокадастра торфов при выборе сырья является не только существенным шагом в вопросе стандартизации получаемых из торфа гуминовых препаратов, но и предпосылкой для создания препаратов направленного действия.

# The Effect of Low Molecular Weight Organic Acids on Properties and Processes in Permafrost-Affected Soils of Peatlands

E. Shamrikova, D. Kaverin, A. Pastukhov, E. Lapteva, O. Kubik, V. Punegov  
Institute of Biology, Komi Science Center, Ural Branch, RAS, shamrik@ib.komisc.ru

Large areas (about 10 %) of weakly drained watershed terraces and lacustrine-alluvial valleys of South Bolshezemelskaya tundra are occupied with peatlands covered by permafrost-affected soils. Terms of soil formation determine the complexity of the soil cover of permafrost peatlands where organogenic soils of fens, mounds and peat circles are developed. The influence of permafrost affects the processes of transformation and movement of substances in the soils. Information about the component composition of water-soluble organic compounds (WSOC) in permafrost peat soils is still missing.

Soil survey was carried out within the permafrost-affected peatland (67°03' N, 62°55' E, 100 m a.s.l.). We study oligotrophic peat soils (Soil Classification of Russia, 2004). The peat soil of the peat circle belongs to subtype of oligotrophic peat destructive soils (I). Further along the trench – oligotrophic soil of the edge zone of peat circle (II) and oligotrophic peat soil of the peat mound slope (III). All the soils are characterized as Cryic Histosols (WRB, 2006). Soil profiles were studied according to the structure of two-component system “active layer (AL) - permafrost layer (PL). The samples were taken at different depths: 0-10, 10-30 cm (respectively, AL-1, AL-2) and 50-80, 220-250 cm (PL-1, PL-2). Mass concentration of low-molecular-weight organic acids (LMWOA) was estimated by method of GC/MS, relative error of measuring is  $\pm \delta < 3 \%$ .

Expressed increase in  $pH_{water}$  values down the profile and pH of active layer is 0.7-1.0 more in comparison to underlying permafrost (Table). This difference is less marked in the soil of the peat circle because of higher decomposition degree of the peat on the circle surface. At all four depths from the first profile to the third one the acidity is increasing by 0.4-0.6 pH units. Thus the most WSOC occur at the early stages of decomposition of organic substrate in the surface horizon, and in a higher degree in the soil occupying the lowest position. The total carbon content of WSOC is 70-190 mg/dm<sup>3</sup> in all the studied objects. A single regularity is marked in each profile: a decrease in WSOC content from top soil up to a depth of 100-130 cm. A general pattern of gradual decrease in  $C_{WSOC}$  is disturbed deeper than 2 m and a slight increase of this indicator is revealed.

Table 1. Characteristics of soil water extracts

| Soil                                 | Horizon, cm | $pH_{water}$ | Acids                       | $C_{WSOC}$                  | $C_{LMWOA}$  |              |
|--------------------------------------|-------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|
|                                      |             |              | $\rho$ , mg/dm <sup>3</sup> | $\rho$ , mg/dm <sup>3</sup> | $\omega$ , % | $\omega$ , % |
| Peat soil of the circle              | AL-1        | 0-10         | 4.36                        | 0.4                         | 80           | 0.2          |
|                                      | AL-2        | 20-30        | 4.78                        | 0.2                         | 44           | 0.1          |
|                                      | PL-1        | 105-122      | 5.20                        | 0.2                         | 40           | 0.1          |
|                                      | PL-2        | 201-214      | 5.46                        | 0.1                         | 68           | 0.1          |
| Peat soil of edge zone of the circle | AL-1        | 0-10         | 4.25                        | 5.9                         | 160          | 2.4          |
|                                      | AL-2        | 20-30        | 4.36                        | 0.3                         | 76           | 0.1          |
|                                      | PL-1        | 106-120      | 5.30                        | 0.4                         | 48           | 0.1          |
|                                      | PL-2        | 220-240      | 4.94                        | 0.2                         | 68           | 0.1          |
| Peat soil of peat mound              | AL-1        | 0-10         | 3.94                        | 20.3                        | 188          | 8.6          |
|                                      | AL-2        | 10-20        | 4.12                        | 3.3                         | 172          | 1.3          |
|                                      | PL-1        | 108-127      | 5.76                        | 0.1                         | 56           | 0.03         |
|                                      | PL-2        | 225-241      | 4.98                        | 0.2                         | 72           | 0.1          |

Still, the total carbon content of WSOC in PL-2 horizon is invariable within the all studied complex (68-72 mg/dm<sup>3</sup>). This layer was preserved earlier perhaps in the period of its formation the territory had similar conditions of peat formation such as homogeneous microrelief and similar composition of the biota. In other layers (AL -1, AL-2, PL-1) on the

contrary, at the landscape level, significant variability of this indicator is revealed: from the first profile to the second one and then to the third one the consistent growth of  $C_{WSOC}$  on average 1.5-2 times is noted. In active layer this is a consequence of the obvious differences in microtopography, hydrothermal regime and composition of the biota. Variations of this indicator in PL-1 can be defined by a variety of paleogeographic conditions against periodic thawing of the horizon during the subatlantic period.

The proposed method identified 0.1-20.3 mg/dm<sup>3</sup> low molecular weight organic acids (0.4-14.5 % of the total carbon WSOS). The exception is the surface layer of the third profile where both rates are many times higher. In all the soils hydroxy-propanoic acid (30-50 %), propanoic acid (10-20 %) and hydroxy-acetic acid (approximately 10 %) are of high content. In all the profiles maximum diversity and acid content as well as total carbon content of organic compounds, which are for the surface layer decreases down the profile. In the soil of peat circle this trend is less seen in contrast to the second and more in the third section, in which the total content of certain acids within the active layer is 7 times less, then in permafrost 30 times less. Most of spatial variability in the content of acids is typical for seasonally-thawed horizons where the content of these compounds along the trench from the circle to the slope increases as much as 15. Thus, the acid content is more variable characteristic compared to the total carbon content of organic compounds - both in time (organic substrate of different age) and in space (microtopography).

Figure 1 shows a dendrogram of the similarity of soil and permafrost layers. For all the profiles the uniformity of all studied characteristics have been obtained at the landscape level both for permafrost at depths of 2 m and 100-130 cm, these two strata differ significantly. The "lifting" the surface of the underlying peat layers of soil of the circle and the "removal" of its surface horizon due cryogenic processes have been evidenced. First, the presence in the group horizons PL-1 of three soils of lower active layer of the soil. Secondly, the similarity of the AL-1 circle and the AL-2 of the edge zone of peat circle. Features of genesis of soil under shrub vegetation contribute to the formation of the surface layer, distinct from all other objects. Thus, by the dendrogram on experimental data it is shown that the active three horizons of soils find are maximally variability among themselves. For these depths is typical frequency of cycles of freezing-thawing, the magnitude of the temperature and average annual temperature in organogenic profile of peat soils that confirms the previously obtained results.

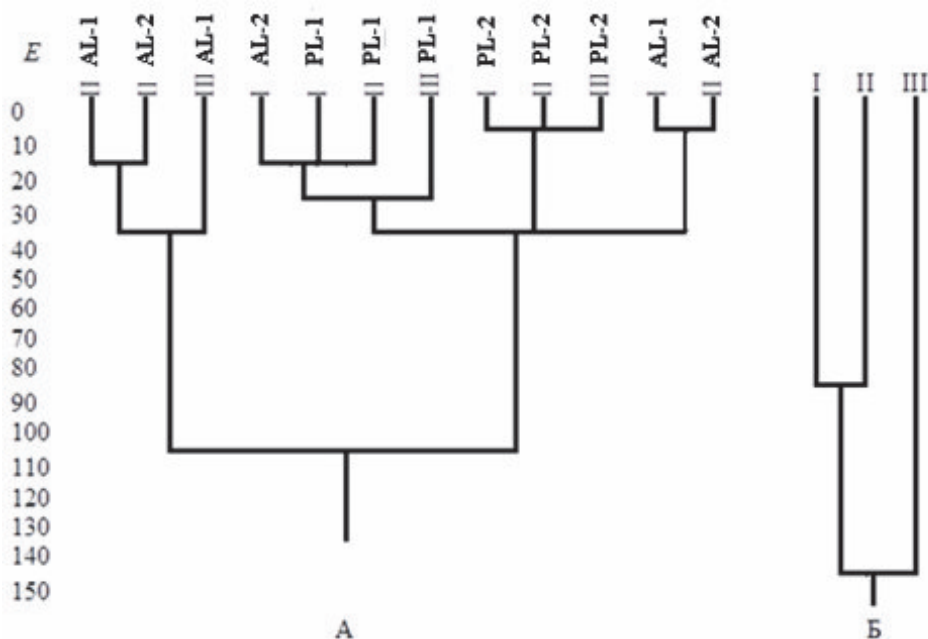


Figure 1. Dendrogram of the similarity of horizons (A), soil (B),  
E - Euclidean distance.

The significant relief-forming role of cryogenesis is shown it determines the direction of soil formation processes and has a substantial impact on soil cover structure as well as properties of water-soluble organic compounds. Active layer is characterized by the greatest contrast in the composition structure of water-soluble organic compounds the.

Financial support was provided by the RFBR "Permafrost peatlands of Bolshezemelskya tundra: ecological state of soil-permafrost complex under climatic warming in XXI century", № 14-05-31111mol\_a and Ural Branch RAS, program "Biogeochemical bases of soil acidity in cryolithozone: analysis of scientific heritage 1950-2010, application of modern applied methods", № 12-Y-4-1013.

# Pasture Degradation Modifies Soil Organic Matter Properties, PLFA Profiles and Enzyme Activities of Tibetan Grassland Ecosystems

Sandra Spielvogel<sup>1,2</sup>, Laura Steingraber<sup>3</sup>, Per Schleuß<sup>4</sup>, Yakov Kuzyakov<sup>2,4</sup>, Georg Guggenberger<sup>3,5</sup>

<sup>1</sup>Institut für Integrierte Naturwissenschaften, Universität Koblenz-Landau, Koblenz, Germany, spielvogel@uni-koblenz.de

<sup>2</sup>Department of Agricultural Soil Science, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Germany

<sup>3</sup>Institut für Bodenkunde, Leibniz Universität Hannover, Hannover, Germany

<sup>4</sup>Ökopedologie der Gemäßigten Zonen, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Germany

<sup>5</sup>VN Sukachev Institute of Forest, SB RAS, Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation

*Kobresia* pastures of the Tibetan Plateau represent the world's largest alpine ecosystem. Moderate husbandry on *Kobresia* pastures is beneficial for the storage of soil organic carbon (OC), nitrogen (N) and other nutrients and prevents erosion by establishment of sedge-turf root mats with high OC allocation rates below ground (Hafner et al. 2012). However, undisturbed root mats are affected by freezing and thawing processes, which cause initial ice cracks. As a consequence decomposition of root mat layers will be accelerated and current sedentarization programs with concomitant increased grazing intensity may additionally enhance root mat degradation. Finally, cracks are enlarged by water and wind erosion until bare soil surface areas without root mat horizons occur.

We investigated the mineral soil below *Kobresia* root mats along a chronosequence of degradations stages ranging from 1 (intact root mat) to 4 (mats with large cracks and bare soil patches). Vertical gradients of  $\delta^{13}\text{C}$  values, neutral sugar, cutin and suberin contents as well as microbial biomass estimated by total phospholipid fatty acid (PLFA), microbial community composition (PLFA profiles) and activities of six extracellular enzymes involved in the C, N, and P cycle were assessed. The aim of this study was to understand the impact of the root mat layer on SOM stabilization and microbial functioning in different soil depths and to predict future changes (OC, N and nutrient losses, soil microbial functioning in SOM transformation) by overgrazing and climate change.

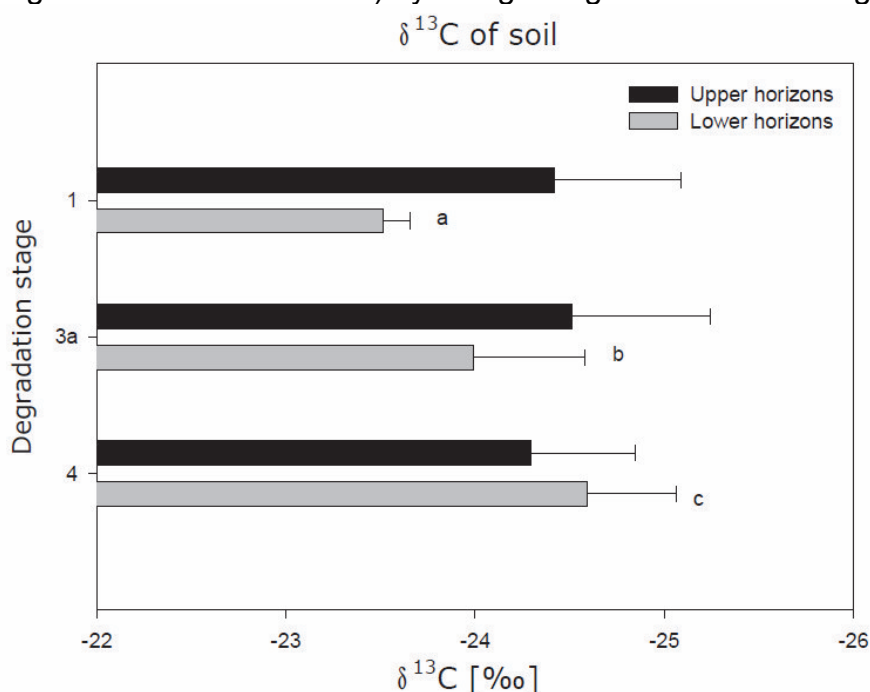


Figure 1.  $\delta^{13}\text{C}$  values with increasing depth and degradation stage. Differences significant at  $p \leq 0.05$ .

Soil OC and N contents as well as C/N ratios indicate an increasing illuviation of topsoil material into the subsoil with advancing root mat degradation. The incorporation of OC and N rich topsoil material into the subsoil with enhanced root mat decomposition was confirmed by more negative  $\delta^{13}\text{C}$  values (Figure 1) as well as significantly ( $p \leq 0.05$ ) increasing contributions of cutin derived hydroxy fatty acids to OC in the subsoils from degradation stages 1 to 4. PLFA profiles were surprisingly similar in the subsoils of degradation stages 1, 2 and 3 although OC contents and composition in the subsoil changed progressively from stage 1 to 4. Only the PLFA profiles of stage 4 differed considerably from those of the other subsoils, suggesting that PLFA profiles were mainly controlled by other factors than carbon and nitrogen contents and SOM composition. These findings are also confirmed by the activities of  $\beta$ -glucosidase, xylanase, amino-peptidases and proteases, which were highest in the subsoil of degradation stage 4 whereas degradation stages 2 and 3 showed restrained enzyme activities in the subsoil if related to soil OC amount and composition.

Hafner, S. et al. (2012) *Effect of grazing on carbon stocks and assimilate partitioning in a Tibetan montane pasture revealed by  $^{13}\text{CO}_2$  pulse labelling*. Global Change Biology. 18, 528–538.

## **Of the Possibility a Continuous Cropping of a Spring Wheat in Northern Kazakhstan**

Mekhlis Suleimenov, Zheksenbay Kaskarbaev, Aldabergen Kiyas

A.I. Barayev, Research and Production Center for Grain Farming, Shortandy, Kazakhstan,  
tsenter-zerna@mail.ru

The field of stationary for the study of crop rotation was founded in Shortandy in 1961. It initially has studied a double, three-field and quarter-field of the fallow-wheat rotations. Later, a fifth-field and six-field of crop rotation was introduced. A continuous cropping of spring wheat was studied in the sample without fertilization. In the crop rotations the phosphate fertilizers were used since 1961 at the rate of 15 kg/ha  $P_2O_5$ . The nitrogen fertilizers began to make a stubble backgrounds at a dose of 35 kg/ha N in 1984.

A yield of spring wheat was depended not only on the location in the crop rotation, but also on the frequency of a fallow. It has increased with lengthening a crop rotation. In the first field after a couple wheat an yield of the wheat in the six-field crop rotation improved by the comparison to a two-field of crop rotation by 11%. This can be explained by the fact that the frequent fallow applied had led to decrease the soil fertility.

If we take a control of the alternation of the fallow-wheat, the yield of spring wheat at an elongation rotation decreased by only 7%. It has not changed, because the yields of the individual fields of crop rotation increased with the extension of the rotation. At the same time, a grain yield per hectare of a crop rotation significantly increased as lengthening the rotation, reaching the highest level in the permanent crops of a spring wheat in 1961, amounting to 188% with respect to the two-field rotation of fallow-wheat.

At a first glance, the advantage of the continuous wheat over the crop rotations by the yield of grain per 1 ha of crop rotation seems to be too large. However, a comparison of our data with a data of the Canadian Experimental Station called Indian Head for the 1958-2007 years, located on the southern border and common black soils, shows very similar numbers (Lafond et al., 2012).

In our experience of over fifty years, the humus content in the 0-20 cm layer in permanent crops decreased from 3.90% to 3.26%, and in two-field of crop rotation -wheat to 2.48%. This is a reduction of soil fertility and was the main reason falls of the soil productivity. For a comparison, the experimental station at Indian Head in 50 years after the layout of the experiments of organic carbon in the content 0-15 cm layer in the two-field crop rotation fallow-wheat and in the crop of continuous wheat was respectively 32.84 and 38.24 t/ha.

# The Biotesting of Compost Obtained by Biotechnological Processing of Sewage Sludge of Urban Wastewater Treatment Plants

I.V. Tatarkin, D.V. Demin, S.M. Sevostyanov

Institute of Basic Biological Problems, RAS, Pushchino, Russia, ivantatarkin2005@rambler.ru

The large volumes of produced sewage sludge urban sanitation is a problem of many cities. They are often contaminated with heavy metals and other pollutants and contain pathogenic microorganisms. Their recycling the most reasonable way - as an organic fertilizer - can lead to contamination of soil, surface water and groundwater, plant products. Their utilization by other methods associated with a number of economical and technological problems. At that time, storing the sewage sludge in the territories of treatment facilities creates a serious danger to the environment.

In this regard, there is an acute problem of finding a new methods processing of sewage, allowing to reduce the toxicity and mobility of the heavy metals by the use of sewage sludge as an organic fertilizer.

It is known that getting into the soil, the heavy metals interacting with soil organic matter form the complex compounds - chelates. In this case the heavy metals are becoming the less available for absorption by plants. The simple organic compounds, such as certain amino acids, fulvic and humic acids contained in soils in their natural state, are active chelating agents for micronutrients. In the institute of Basic Biological Problems RAS has tested the technology of processing of sewage sludge in the organic fertilizer, by their detoxication and decontamination by agents on the basis of the amino acids, which are then subjected to composting.

At the treatment of sewage sludge by reagents there is a destruction of pathogenic organisms, the heavy metal ions bind in the stable and non-toxic amino acid complexes, irreversibly inhibited the toxins, herewith the products of interactions are becoming chemically stable. The substrate obtained by processing (organicmineral composition) is a good material for the preparation of composts. In composting, neutralized in this method of sewage sludge with various fillers are occurs improvement physico-chemical and agro-chemical properties of the substrate. Herewith formed the fulvic and humic acids, which have the added detoxifying and structural impacts and improve the quality of compost.

The composts obtained by this technology can be used as soil-additive and organic fertilizer. However, this raises the question about the influence of amino acid complexes of heavy metals, and metal complexes with fulvic and humic acids on the growth and development of plants.

Was carried the estimation the impact of sewage sludge contaminated with heavy metals and compost on its basis after treatment with reagents on the plants. The estimation was made by the seed germination rapidly growing higher plant by the standard procedure.

This method allows to estimate the effect of the contained ingredients on the growth and development of higher plants, and it is a qualitative measure of phytotoxicity of test environments. The results of testing on plantlets are presented in the Table.

Table. Results of testing the organomineral composition on plantlets of cress

| Indicator                           | Control | Organomineral composition, before composting | Compost |
|-------------------------------------|---------|----------------------------------------------|---------|
| The average length of plantlets, mm | 16,7    | 6,8                                          | 17,0    |
| The average length of the roots, mm | 51,8    | 5,4                                          | 22,5    |

As a control was used the suspension of gray forest soil.



By results of testing established that the compost resulting by organic-based composition is not toxic. In seedlings germinated on compost there was no effect in the form of stunting in comparison with the control plants. This fact indicates that the composting process under the influence of microorganisms, there was no destruction of complexes of heavy metals and the release of their ionic forms in concentrations which could have a toxic effect.

In addition to this we also carried out biological testing composts on aquatic organisms, soil invertebrates, and identifies genotoxic effects on mammalian cells (mouse). It was shown that extracts from the compost do not have acute toxic effects on aquatic organisms (*Daphnia magna*). Survival and fecundity earthworm in treated sediments and compost is higher than in untreated. Experiments performed counting method the cells with micronuclei of the red bone marrow of mice showed that the compost introduced in animals, has no genotoxic effects, while unprocessed sludge renders such action.

The results of tests show that contaminated by heavy metals sediments have toxic effect on the test objects while compost prepared from sewage sludge processed of reagents based on the amino acid does not possess toxic effects.

## **Liquid Preparations Based on the Vermicomposts: Preparation, Application and Prospects**

Igor N. Titov<sup>1</sup>, Evgeny V. Belik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute Innovative Technology, Vladimir State University, Vladimir, Russia, tit42@mail.ru

<sup>2</sup>Company BIOHIMRESURS, Vladimir, Russia, belik1@yandex.ru

In recent decades, many countries around the world, including in Russia, some companies to obtain and produce a variety of bacterial and humic preparations for agricultural purposes have been widely used as a raw material end products of aerobic fermentation of organic wastes (composts and vermicomposts).

At the first blush it does not seem rational, since these substrates in terms of the content of the humic substances significantly poorer than the leonardites and the peats. However, all these kinds of humic organic materials have been used to produce various types (liquid, paste and dry) for the following reasons.

Firstly, in contrast to the leonardites and the peats, above all, it humic renewable raw material (one might even say very quickly renewable raw materials as well as processes for their bioconversion last from several days to several months). Moreover, the pervasive processing a wide variety of organic wastes of plant and animal origin by means of aerobic bioconversion technology provides not only high-value species of organic fertilizers and feed additives for animals of low quality organic wastes, but also reduce the anthropogenic load in the cities of removal and disposal of the organic part of municipal solid wastes to landfills and dumps.

Second, the end-products of aerobic bioconversion of organic wastes contain humic substances besides a very wide range of biologically active substances and rich microflora species composition useful soil microorganisms antagonistic variety of pathogens, in particular of phytopathogens, as well as micro-organisms producers of various biologically active substances.

Therefore, using a variety of technological methods of such a complex composition of organic raw materials is possible to obtain not only humic preparations, containing the purified and concentrated salts of humic and fulvic acids, but also more complex in composition preparations, containing the humic substances in addition to a number of biologically active substances, antibiotics, metabolic products of the earthworms and soil microorganisms and living soil microorganisms. That is, these preparations can more accurately be called complex microbial humic biological preparations. These biological preparations unlike humic substances on the basis of the leonardite or the peat a priori have a broader spectrum of action both on the soils and the plants.

Now fertilizers have become expensive, and organic fertilizers produced enough. It is therefore necessary to introduce technologies is almost universally waste crop and livestock to produce the composts and the vermicomposts. These two aerobic process can turn low-level organic wastes into valuable organic humic fertilizers, which in turn are a renewable sources and a unique raw materials for producing various biological preparations for agricultural practices.

To produce liquid biological preparations from the vermicomposts use three types of processing methods of the vermicomposts:

- biological (fermentation of aqueous suspensions);
- chemical (alkaline or acid extraction reagents);
- physical (extraction by means of ultrasound and cavitation).

However, the manufacture of such preparations are two problems: the problem of standardization, because they contain a wide range of active ingredients, and the problem of stabilization of microorganisms in liquid and paste forms of the preparations.

Extracts from the vermicomposts various types have long been recognized as a potentially valuable biological preparations to accelerate the growth and development of

the plants, as well as for the biological control of insect pests and phytopathogens. Recent research and innovation in their manufacture and use have popularized the use of these biological preparations of food manufacturers have landscapers and farmers interested in growing healthy agricultural products.

Currently, a number of Russian companies produces and sells liquid humic preparations based of the vermicomposts: Humisol, Superhumisol, Ideal, Humistar, Humistim, Humiver, Furor and others. According to its basic qualities, they can not and should not be significantly different from each other, as are used in almost similar technology for their production. The difference can be only one - is used for a different quality of the vermicompost.

The authors of this report in 2014 patented a more efficient way of obtaining liquid humic preparation based on the vermicompost using alkaline extraction in the presence of potassium pyrophosphate, which can significantly increase significantly in the final end product content of humic substances and increase the content of total phosphorus and potassium. This preparation under the brand name "Univermbio" produses by company "BIOHIMRESURS" (Vladimir, Russia). He has the following properties:

- improves germination of the seeds;
- stimulates root formation of the plants;
- promotes rapid rooting of cuttings;
- stimulates growth and accelerates the development of the plants;
- improves the immune system of the plants;
- reduces the concentration of nitrates in agricultural products;
- impedes the flow of heavy metals and radionuclides in the plants;
- increases the content of sugars, proteins and vitamins in fruits and vegetables;
- eliminates chlorosis and stimulates flowering of the plants.

The preparation is intended for the treatment of the seeds, as well as for the root (irrigation) and foliar treatments of the plants (spraying). The most effective use of this medication in a greenhouse for growing vegetables. The preparation is compatible with all types of herbicides, fungicides and insecticides, which allows to make it together with them without disturbing the process. The optimal dose for treating seeds 1-3 l/ton; for the treatment of crops at different stages of the growing season - 6-10 l/ha. Disposable preparation treatment "Univermbio" increases the yield of vegetable crops by 40-50%, cereals - by 7-15%. The use of this preparation can reduce the conventional dose of mineral fertilizers and agrochemicals by 30-50%.

Application of biological preparations from the vermicomposts - an important tool for organic producers and farmers who do not want to use chemical fertilizers and agrochemicals for growing agricultural products. Integrated application of the vermicompost and liquid humic and bacterial preparations will allow agricultural producers from the gardeners to large farmers to grow more environmentally friendly products, the so-called organic "biovegetables" and "biofruits" that have a high demand from the consumer. It can be assumed that these biologic preparations will soon make a worthy alternative to the competition and mineral fertilizers and agrochemicals.

# Application of Humic Substances for Stabilization of Organic Carbon Pool in Soils Subjected to High Technogenic Contamination in Kola Subarctic

Polina Tregubova, Valeria Turbaevskaya, Andrey Zakharenko, Maksim Kadulin, Irina Smirnova, Andrey Stepanov, Galina Koptsik  
Faculty of Soil Science, Moscow State University, Moscow, Russia, tregubova\_polin@gmail.com

Northwestern part of Russia, the Kola Peninsula, is one of the most heavy metals (HM) contaminated area in the northern hemisphere. There are active mining-and-metallurgical integrated works, “Pechenganikel” and “Severonikel”, located in Murmaskaya oblast’, which nearby areas are highly damaged ecosystems required in remediation (Koptsik et al., 2014). The main contaminating metals are Ni and Cu.

At present time there are a lot of remediation ways, but most of current methods are usually quite expensive, demand complicated technical support and cause other ecological problems. Using of exogenous humic substances could be possible solution of HM contamination problem (Park et al., 2011). Rational application of humates (Na-Ca salts of humic acids) can result in improvement of soil properties, localization of contamination and decreasing bioavailability through binding HM in relatively immobile organic complexes.

The research aims to evaluate influence of increasing doses of different origin humates on i) basic properties of contaminated soils including organic carbon pool; ii) mobility and bioavailability of HMs; iii) vegetation state and chemistry.

In summer 2013 a model field experiment was conducted in natural conditions of the Kola Peninsula. The investigation was realized on Al-Fe-humus abrazems dominated in the barren area in the vicinity of “Severonikel” work. The soils of the technogenic barrens were strongly acid:  $pH_{H_2O}$  was 3.7–4.1;  $pH_{KCl}$  was 3.4–4.0 (Koptsik et al., 2014). The exchangeable acidity was low (0.8–1.6 cmol(+)/kg) due to the depletion of fine particles and organic matter, being the carriers of exchange positions. The abrazems of the barrens lost organic horizon and were depleted in organic matter. 12 sites, 0.8x1.0 m<sup>2</sup>, were created in 1 km from the work. In those sites, except 2 controls, various amendments were added (with combination or without):

- two different by it's origin types of humates: peat-humates and coal-humates, the last were in concentrations 0,5% and 1%;
- lime;
- NPK-fertilizer;
- biomates (organic degradable cover for saving warm and erosion protection).

There was grass mixture with predominance of *Festuca rubra* and *Festuca ovina* sowed out on all the sites. The number of replication for each site was 4.

As a result we concluded that humates of different origin have unequal influence on soil properties and case decreasing as well as increasing of HMs mobility.

Peat-humate application cases insignificant enrichment of soil by organic material, has low influence on pH and microbiological activity. Although, in combination with lime, it raises pH and immobilizes Ni and Cu.

Coal-humate application attended with high enrichment of soil by organic material and it's soluble forms, changes in molecular-mass distribution, decreasing of acidity, and growth of microbe biomass. Mobilization of HMs was low at 0.5% coal-humate concentration and increased with humate dose. It can be explained by mineralization of organic material because of microorganism activity stimulation. Those low-molecular organic acids formed in process of mineralization in binding with HM can create highly mobile metal-humic complexes.

Application of humic substances does not prevent uptake of HM by roots, but it limits Cu uptake and prevents transport of HM to sprouts.

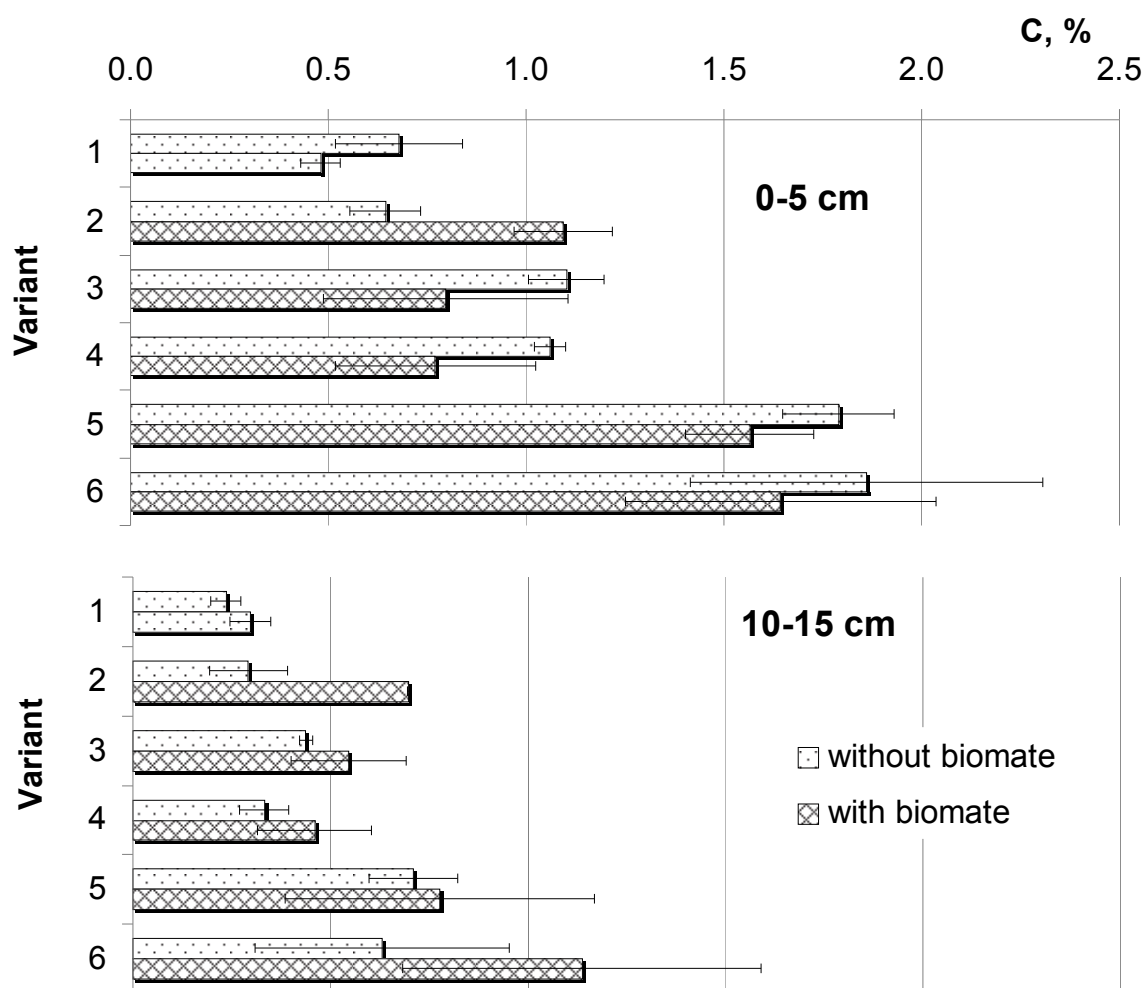


Figure 1. Total carbon content (mean and 95% confidence interval) in upper (0-5 cm) and lower (10-15 cm) soil layers with different amendments: 1 – control, 2 – NPK-fertilizer, 3 – peat-humate and NPK-fertilizer, 4 – peat-humate, lime, and NPK-fertilizer, 5 – 0.5% coal-humate and NPK-fertilizer, 6 – 1% coal-humate and NPK-fertilizer.

Also, the influence of biomate is not clear. It can favour microbiological activity, so organic material mineralization, so, as a result, HM mobilization in soils.

In conditions of 6-weeks field experiment, application of peat-humate with lime and biomate together was most successful for amendment of acid Kola Peninsula soils, contaminated by HM. Application of 0.5% coal-derived humate was the best treatment for organic matter accumulation in poor eroded sandy soils.

Promising results obtained in short-term experiments should be supported by further investigations. Proper evaluation of humates efficiency and selection their optimal doses for remediation of contaminated soils and stabilization of organic carbon pool require long-term field experiments under the influence of multicomponent contamination and diverse physical, chemical, and biological factors.

#### Literature

Koptsik G.N., Koptsik S.V., Smirnova I.E. Efficiency of remediation of technogenic barrens around the Pechenganikel works in the Kola Subarctic // Eurasian Soil Science. V. 47. No. 5. P. 519-528.

Park J.H., Lamb D., Paneerselvam P., Choppala G., Bolan N.S., Chung J.W. Role of organic amendments on enhanced bioremediation of heavy metal(loid) contaminated soils // Journal of Hazardous Materials. 2011. V.183. No. 3. P. 549-574.

## Effect of Technogenic Pollution and Remediation on Organic Carbon Pools in Soils of Kola Subarctic

Valeriya Turbaevskaya, Andrey Zakharenko, Irina Smirnova, Galina Koptsik  
Faculty of Soil Science, Moscow State University, Moscow, Russia, demiurgeone@mail.ru

Soil is among of the major reservoirs of carbon in the Earth. Evaluation of the content and variability in carbon stocks in soils is important for understanding and prediction of possible changes in the carbon cycle and global climate change. Since 1930s-1940s, the copper-nickel plants have begun mining and extraction of minerals in the Kola Peninsula and as a result, natural ecosystems were exposed to heavy industrial pollution. Such intensive human impact has disrupted ecosystems for tens of kilometers from the plant, first of all it has affected vegetation, oppressed by air pollution (Koptsik et al., 2003). Oppression and thinning of vegetation of local areas led to a breach of vegetation area in general. Processes of erosion and deflation developed, which are not only led to the degradation of the soil profile, but also to the output of parent rock to the surface. As a result of these processes landscapes, known as "barren lands", were formed.

In addition to the visual changes in the soil profile, such as a change in depth of profile, it's important to pay attention to the processes, which are not always perceptible glance, specifically the transformation of organic matter in the soils. We studied podzols under spruce forests at different distances from the "Severonikel" plant as well as abrazems in barren lands in the immediate vicinity of the plant. In the background spruce forests (64 km from the plant, S64) humus-illuvial podzols are developed, the carbon content of which largely depends on the state of vegetation. The presence of an intact stand with well-developed green moss – dwarf shrub cover provides the full development of the podzol profile with an accumulative-eluvial-illuvial distribution of organic matter. The impact of SO<sub>2</sub> and heavy metals accumulated in the organic horizons leads to gradual thinning and destruction of forest vegetation and developing of technogenic digression. In technogenic sparse forests termination of income of fresh plant litter leads to progressive mineralization of organic matter of soil surface horizons. Degradation of vegetation, termination of performing by vegetation and soil their hydrological functions under the conditions of the dissected relief is accompanied by increased vertical and horizontal substance flow. This in turn leads to increased migration of carbon in soils and landscapes under the spruce forests. Carbon pool in 0-50 cm layer of background podzol was 5.4 kg C/m<sup>2</sup> (Fig. 1), with a maximum in organic horizon O (2.4 kg C/m<sup>2</sup>) and a second maximum in illuvial horizon BHF (1.1 kg C/m<sup>2</sup>). Intense defoliation of spruce forests due to air pollution led to accumulation of plant residues in organic horizon and temporary enrichment of the soil by organic matter (S28). Later on technogenic digression of phytocoenoses due to increased pollution is accompanied by impoverishment of organic horizons in carbon and offset peak of its reserves to the illuvial horizon. So in technogenic sparse forest, which is located 7 km from the plant (S7), carbon pools reach to 10 kg C/m<sup>2</sup>, of which 1.9 kg C/m<sup>2</sup> accounts for the organic horizon and 3.6 kg C/m<sup>2</sup> – to the illuvial layer. Abrazem of technogenic barren (B1) differs from forest podzols by sharp impoverishment of organic matter as a result of the vegetation's death and heavy erosion. Similar to most of the destroyed ecosystems of the local zone of the "Severonikel" plant (Kashulina et al., 2010), the soils have lost almost all their organic matter and have returned in terms of their properties to the initial parent material. Carbon pools in the 0-50 cm layer of abrazem on technogenic barren is 2.5 kg C/m<sup>2</sup>, which is twice less than in background podzols, and 4 times less than in podzols of sparse forests.

Remediation of the technogenic barrens was started in 2003 by the Monchegorsk Forestry according to the recommendations of the Institute of the North Industrial Ecology Problems (KSC RAS) with support of the Kola Mining and Smelting Company. For remediation of barren lands the bulk layer with different ratios of the components has been

formed, which were wastewater sludge, peat, sand, sawdust. Thickness of a bulk layer for each of the areas has been selected on the basis of the disturbance degree. Besides adding of bulk layer lime and mineral fertilizers were also added to the soil and seedlings taken in abandoned agricultural land were planted.

We examined the effect of meliorates on the content of available nutrients and pollutants, as well as the carbon pools in soils. It should be especially noted that due to natural shrinkage and mineralization processes of peat the sealing of bulk layer is observed. For the remediation site, laid in 2003 (hereinafter referred to R2003), an additive of peat as a mixture component has been excluded, thus the ratio the remaining components of bulk layer in the manner described above, was 1.5:3:1. Carbon pools in the layer 0-50 cm after the measures taken have made 9.9 kg C/m<sup>2</sup> (Fig. 1). On the remediation site laid in 2004 (R2004), by contrast, wastewater sludge was out as components of bulk layer and the ratio of the remaining components constituted 2.5:1:1. Carbon pools in the 50 cm thickness layer were 16.6 kg C/m<sup>2</sup>. On the remediation site laid in 2006 (R2006) sand was the absent compound, but the content of peat was increased. The component ratio was amounted to 1:6:1, carbon pools at the same time have made 12.5 kg C/m<sup>2</sup> in half a meter layer. In 2008, combination of peat, sand and sawdust at the ratio 2.5:1:1 was used for remediation; as a result carbon pool exceeded 10 kg C/m<sup>2</sup> in 0-50 cm soil layer. It should be noted also that the mean thickness of bulk layer for R2003 and R2004 was approximately 40 cm, while in the R2006 area – nearly 10 cm. It is clearly seen that the carbon pools in soils after remediation exceeded the soil carbon pools in barren lands as well as in background forests.

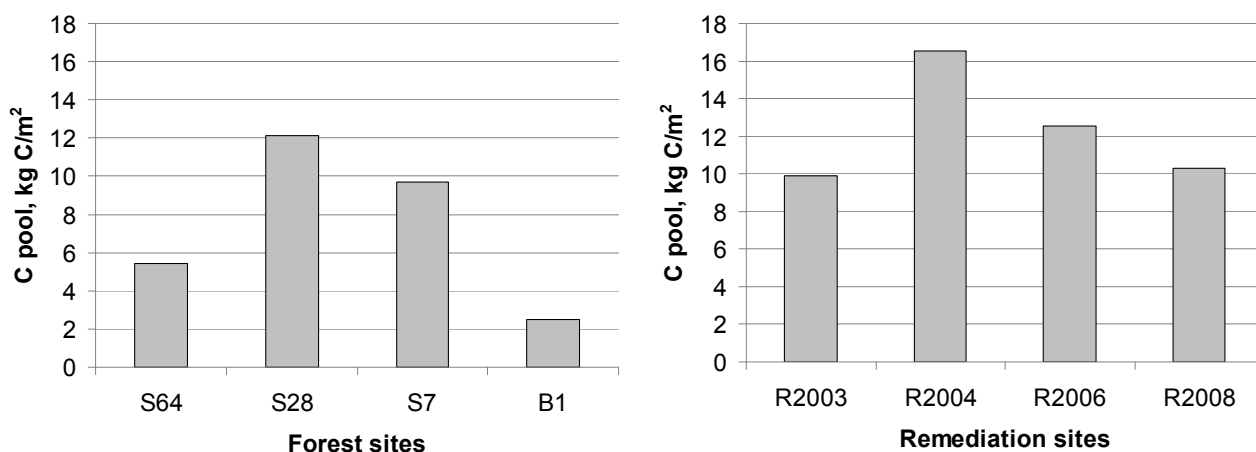


Fig.1. Soil carbon pools in spruce forests at successive stages of technogenic digression (left) and in remediation sites (right). See text for the site notations.

As a result of remediation the evident increase of carbon pools and a trend towards decreasing the mobility of polluting metals were revealed. The most effective method of remediation for polluted soils of barren lands in the Kola Peninsula is creation of bulk layer based on mixture of wastewater sludge, peat, sand, and sawdust in different combination and ratios depending on local conditions and soil properties.

#### Literature

Kashulina G. M., Pereverzev V. N., Litvinova T. I. Transformation of the soil organic matter under the extreme pollution by emissions of the Severonikel smelter // *Eur. Soil Sci.* 2010. V. 43 (10). P. 1174–1183.

Koptsik S., Koptsik G., Livantsova S., Eruslankina L., Zhmelkova T., Vologdina Zh. Heavy metals in soils near the nickel smelter: chemistry, spatial variation, and impacts on plant diversity // *J. Environ. Monit.* 2003. V. 5. P. 441–450.

## The Structure and Properties of Humic Acids from Tundra Soils

Roman Vasilevich

Institute of Biology of the Komi Science Centre of the Ural Division RAS,  
vasilevich.r.s@ib.komisc.ru

Poor knowledge of the structure and properties of humic acids (HA) of tundra soils, their accumulation characteristics to mercury - on the one hand, and the ability of mercury (II) ions to form the most stable complexes with HAs - on the other, are responsible for the choice of this element to evaluate the effectiveness of the geochemical barrier of tundra soils humic acids in a cycle of heavy metals in the biosphere. The studies were conducted on the tundra zone of the European North-East of Russia with massive insular permafrost. The HA preparations were isolated from the organic horizons of the tundra soils in autonomous positions: surface-gleyed tundra soils and cultivated surface-gleyed tundra soils (shrub tundra) and peaty tundra gley and peat tundra gley soils (typical moss-lichen tundra).

According to the  $^{13}\text{C}$ -NMR data, the HAs from the studied soils have similar molecular structures and characterized by a low degree of aromaticity (18.4–28.5%) and a high portion of peripheral molecular fragments: aliphatic groups (24.3–35.5 %), oligo- and polysaccharide fragments (22.1–26.9 %), and amino and methoxy groups (10.2–10.9 %). Based on the elemental analysis and  $^{13}\text{C}$ -NMR data, trends of profile changes in structural and functional parameters of HAs have been revealed: increase HAs aromaticity, leading to the increase of their biochemical stability, decrease in the portion of labile carbohydrate moieties, methoxy and amino groups, as a result of humification and mineralization of the least stable carbon structures polysaccharides and amino acid residues. This leads to a decrease in the degree of aliphatic components oxidation of HAs and share of polar carbon atoms. The content of paramagnetic centers in tundra soils HAs lower by 10-60 % than in the HAs from podzolic and gray forest soils. Weak free-radical activity of HAs is associated with a low degree of aromaticity of tundra soils humic substances. High correlation between the content of paramagnetic centers and the degree of HAs aromaticity and a molar ratio of H:C have been revealed. The hydrolyzates of the HAs from the soils of the tundra zone contain 15–17 amino acids, the total portion of which reaches 18 % (more than 48 % of the total nitrogen). The content of amino acids in the HAs depends on the degree of hydromorphism of the tundra soils and increases in the series peat (peaty) tundra gley soil > cultivated surface-gleyed tundra soil > surface-gleyed tundra soil (the mass portions of the amino acids are 8.0–11.0, 14.1, and 17.7 %, respectively). These peculiarities of the structural and functional HAs parameters determine the ability to bind different classes of pollutants, including heavy metals. Mercury is the most versatile element that allows to reveal the binding of the various functional groups of HAs. The analysis of the kinetic relationships for the sorption of mercury (II) ions by HAs revealed that, at the low concentration of mercury (II) ions, the complexation with HAs can be considered as a heterogeneous chemical reaction of zero order: the sorption of mercury (II) ions is independent of the component concentrations. Because of the system's heterogeneity, the complexation is preceded by the diffusion of metal ions to ligands. In real natural systems, the efficiency of HAs as a geochemical barrier decreases at low mercury concentrations. The portion of mercury (II) ions sorbed by HAs increases with the initial concentration  $c_0(\text{Hg}^{2+}) = 0.025\text{--}5.0 \mu\text{mol/dm}^3$  from 0.43 to 0.92. This reflects the kinetic features of the HAs' interaction with mercury (II) ions. According to the sorption capacities for the mercury(II) ions, the HAs can be subdivided into two groups. The first group includes the HAs from the virgin soils with a sorption capacity of (Q) 0.47–0.49 mmol/g; the second group includes the HAs from the cultivated surface-gleyed tundra soil and the hydrolyzed tundra peaty gley soil (Q) 0.35 mmol/g. The compact location of the sorption isotherms for the HAs from the first group is due to the



similar molecular structures of these HAs. The analysis of the FTIR absorption spectra of mercury (II) complexes with aromatic and aliphatic COOH groups increases the intensity of the lines at 1610 and 1660–1685  $\text{cm}^{-1}$ . Amino acid fragments are the most significant carboxyl groups of aliphatic chains involved in the formation of coordination compounds with maximum at 1550–1580  $\text{cm}^{-1}$ . Notable changes are observed for the intensities of the bands at 1125, 1088, and 1042  $\text{cm}^{-1}$  corresponding to the alcohol OH-groups (predominantly carbohydrate ones), as well as phenolic OH fragments. This work was supported by grants of the Russian Foundation for Basic Research № 13-04-00070a and № 14-04-31303.

## NIPEC-Based Technology for Remediation in Anthropogenic Areas

Alexandr Yaroslavov<sup>1</sup>, Andrey Sybachin<sup>1</sup>, Kamila Kydralieva<sup>2</sup>, Sharipa Jorobekova<sup>2</sup>,  
Alexandr Zezin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Institute of Chemistry and Chemical Technology, Bishkek, Kyrgyzstan,  
kamila.kydralieva@gmail.com

The goal of this study is to develop the technology for fabrication and practical use of polymeric materials for remediation in anthropogenic areas. In order to clean up contaminated soil by high toxic metals/elements, radionuclides the non-stoichiometric interpolyelectrolyte complexes (NIPEC) with an excess of either component, cationic or anionic polymer including natural one - humic acids are proposed. A polymer, taken in excess, is usually referred to as the lyophilizing, and taken in shortage as the blocking. NIPECs are formed in the presence of minimum salt concentration, in the order of  $10^{-3}$  M, that practically has no effect on the water-salt balance of soil. Depending on chemical nature of polymers and linear charge densities in macromolecules, water-soluble NIPECs can be prepared with long sequences of interpolymer salt bridges (hydrophobic blocks) in which up to 50 mol% of the lyophilizing polymer units can be involved. Due to hydrophobic blocks and residual non-compensated charges, NIPECs are effectively bound to soil particles and cannot be washed away with rainfall, or artificial irrigation, or water from melted snow. NIPEC solutions with low salt concentrations are actually "one-solution" formulations without producing a negative effect on the water-salt balance of soil.

Additionally, NIPECs are able to bind effectively a majority of toxic heavy metals: chrome, cadmium, cobalt, copper, zinc and others, due to incorporation of metals inside hydrophobic NIPEC fragments generated by mutually neutralized cationic and anionic units. As a result, thermodynamically stable structures are formed with a central metal ion surrounded by functional groups of both polyelectrolytes. This allows the extraction of heavy metals even from extremely diluted solutions.

Commercially available biodegradable polyelectrolytes - anionic (polyacrylic acid, humics) and cationic (polydimethyldiallylammonium chloride, polyethyleneimine) - are used for NIPEC formation. Anionic groups in polymers are represented by carboxylic (-COOH) and sulfo groups (-SO<sub>3</sub>H), cationic by different amino groups, from primary to quaternary. Molecular mass of polymers is varied from  $2 \times 10^3$  to  $10^5$  kD that approximately equal to  $20 \cdot 10^3$  degree of polymerization. All the above mentioned polymers are soluble in water and water salt media at 1-10 wt% concentrations that are typical for polymer-based soil-stabilizing formulations.

In such polycomplexes, both polymers or either of them can be biodegradable. These formulations ought to be used in combination with sowings of perennial herb seeds. This approach ensures formation of stable grass covering in a shortest period of time which prevents wind and water erosion and suppresses spread of heavy metals. After completing the protection function, the formulation is destructed, being affected by soil microorganisms, and transformed down to simple non-toxic substances that will improve the environment.

Thus, use of NIPEC allows to solve two interrelated problems: extraction and concentration of heavy metals and radionuclides and prevention of their spread by means of wind and water erosion. Formulations are prepared and tested in the lab and in further in the field.

Acknowledgement. This work is supported by the International Science and Technology Center (ISTC Projects KR-2093).

## Fungal Laccases and Humification

Anna Zavarzina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Soil Science, Moscow State University, Moscow, Russia

Humic substances represent a by-product of catalytic transformation of plant-produced phenolics and other precursors. The main humification catalysts are peroxidases and phenoloxidases, produced by fungi. Among these enzymes the most widespread is laccase (EC 1.11.1.14, benzendiol:oxygen oxidoreductase). This multicopper phenoloxidase catalyzes one-electron oxidation of substituted phenols and aromatic amines by O<sub>2</sub> which is reduced to water. Phenoxy-radicals and quinones produced can be further oxidized to quinones and/or polymerize. Alternatively, the semiquinone may react with O<sub>2</sub> to yield superoxide radical that initiate depolymerization processes in a similar way to Mn-dependent peroxidase (MnP) via alkyl-phenyl and C<sub>α</sub>–C<sub>β</sub> cleavage of phenolic oligomers (Guillen et al. 2000). Thus, dependent on initial molecular weight of phenolic substrate laccase can catalyse either polymerization or depolymerization reactions. However, there is an opinion that laccase can not oxidize polymeric substrates directly and needs redox mediators or synergistic action of other enzymes. There is also lack of experimental data that clearly show formation of high molecular weight humic polymers in presence of laccase.

In this work we will demonstrate the results of our experiments which show that:

1) purified laccases of white-rot basidiomycete *Panus tigrinus* and lichenized ascomycete *Solorina crocea* can depolymerize humic acids in vitro without any mediators (Zavarzina et al., 2002; Lisov et al., 2011);

2) laccase of *P.tigrinus* can efficiently depolymerize humic acids in vivo during submerged cultivation of the fungus in nitrogen-rich medium (i.e. under the conditions preventing production of MnP). The effect of laccase on humic acids is similar to that of MnP, the sole enzyme produced by fungus under nitrogen-limited conditions.

3) laccases of *P.tigrinus* (Zavarzina, 2011) and *S.crocea*, immobilized on kaolinite, covered by amorphous aluminum hydroxide, catalyse heterophasic condensation of monomeric precursors into high molecular weight humic-like products.

On the basis of experimental results, mentioned above, we conclude that fungal laccases can be considered as versatile humification catalysts, which are able to synthesize and destruct humic substances. This extends the role of the enzyme in environmental processes and extends our knowledge on humification process.

Financial support from RFBR grant No 13-04-01693 and 13-04-00843-a. Programme No 15 of the Presidium of RAS are gratefully acknowledged.

**Session III**  
**Research on Humic Substances and Natural Organic Matter (NOM)**

**Секция III**  
**Исследования в области гуминовых веществ и природного  
органического вещества**

## Silver Nanoparticles Toxicity Increases in the Presence of Humic Acids

Dmitry Abroskin, Alexander Volikov, Mariya Chernysheva, Natalia Kulikova,  
Irina Perminova  
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, Mr.Mantikor@gmail.com

Due to nanotechnology development inflow of nanoparticles in the environment is constantly increasing. Silver nanoparticles (AgNP) occupy one of the leading places in nanoparticles production. To characterize peculiarities of AgNP behavior in the environment including their toxicity, it is necessary to study their interaction with humic acid (HA) occurring in all kind of the environments and influencing behavior of all toxicants. So, our study was aimed to estimate HA effect on AgNP toxicity.

AgNP and HA-coated AgNP (HA-AgNP) were synthesized according to [1]. Leonardite HA were used for the study. 8-day seedlings of wheat *Triticum aestivum* L. were transferred in the treatment solutions containing AgNP (200  $\mu$ M Ag), HA-AgNP (200  $\mu$ M Ag) or HA (50 mg/L). Distilled water was used as control. After 6 days, the plant biomass was estimated.  $\zeta$ -potential of nanoparticles studied were measured using ZetaSizer Nano (Malvern instruments Ltd., USA) before exposition with the plants (treatments were assigned as “before”) and after it (treatments were assigned as “after”).

Our results demonstrated toxicity of all of the nanoparticles studied. Adding AgNP led to decrease in both roots (8%) and shoots (5%) biomass (Table 1).

Table 1. Influence of HA on AgNP  $\zeta$ -potential and toxicity

| Treatment      | $\zeta$ -potential, mV | Biomass, % of blank |            |
|----------------|------------------------|---------------------|------------|
|                |                        | Roots               | Shoots     |
| AgNP before    | $-40 \pm 1$            | –                   | –          |
| AgNP after     | $-16 \pm 1$            | $92 \pm 4$          | $95 \pm 1$ |
| HA-AgNP before | $-16 \pm 1$            | –                   | –          |
| HA-AgNP after  | $-7 \pm 0,5$           | $87 \pm 2$          | $85 \pm 2$ |

In spite of slight stimulating effect of HA observed (increasing roots biomass by 5%) HA-AgNP introduction resulted in a significant decrease in both roots (13%) and shoots (15%) biomass. Being surface active compounds HA could alter colloidal stability of AgNP [2]. So, one can hypothesize effect of HA on  $\zeta$ -potential of AgNP.

The measurements of  $\zeta$ -potential indicated high colloidal stability of the original AgNP ( $-40$  mV) and their high repulsion forces in relation to negatively charged root surface. Coating AgNP with HA reduces  $\zeta$ -potential to  $-16$  mV indicating both repulsion forces lowering and lower HA-AgNP stability as compared to uncapped AgNP and, as a result, increased ability of nanoparticles to be adsorbed by plant roots. So, HA-AgNP could be assumed to have higher toxicity in comparison with AgNP due to lower colloidal stability and lower repulsion forces in relation to the plant roots.

Acknowledgements: This research was partially supported by the Russian Foundation for Basic Research: grant #13-04-0185313.

### References:

1. Yang R.J., Yin H., Jia J., Wei Y. Facile Synthesis of High-Concentration, Stable Aqueous Dispersions of Uniform silver Nanoparticles Using Aniline as a Reductant, American Chemical Society, 2011, 5047.
2. Skoglund S., Lowe T.A., Hedberg J., Blomberg E., Wallinder I.O., Wold S., Lundin M. Effect of Laundry Surfactants on Surface Charge and Colloidal Stability of Silver Nanoparticles. *Langmuir*, 2013, 29, 8882–8891.

# Corrosion Process of Metal Iron under the Action of Humic Substances

M.M. Anuchina<sup>1</sup>, D.A. Pankratov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Moscow State Pedagogical University, Department of Chemistry, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Department of Chemistry, Moscow, Russia,  
pankratov@radio.chem.msu.ru

It is known that humic substances (HS) are actively involved in geochemical processes of metal transfer in soil and water ecosystems. Humic substances are involved in the formation and erosion of metal-containing minerals and ores. However, questions about mechanisms and kinetics of transfer of mineral-forming metals in soluble form, composition of these forms, mechanisms and conditions for formation of precipitations containing metal in nature, are not fully understood yet. In this paper we are proposing to examine some of these problems by example of iron, which is an important mineral-forming and biologically active metal. Iron is supposed to be included in humic compounds in chelate complexes form, and in highly hydrated oxohydroxo compounds form. Various functional groups present in HS composition can form compounds with iron and stabilize dispersed system. We believe that the same functional groups of HS could also be involved in chemical interaction with dissolved iron compounds contributing to its extraction from solution.

To confirm this hypothesis, we studied kinetics of dissolution of metallic iron in aqueous HS solutions in a lack of air, and iron-containing corrosion products. We placed the weighed quantity of metallic iron in the form of sawdust (~ 58  $\mu\text{m}$ ) into a solution of potassium humate (250 mg/L) and then we were continuously mixing the solution in a sealed container for 28 days. Initial light-brown color of the solution became intensely brown-black, almost opaque. After attaining the maximum optical density (approximately on 10<sup>th</sup>–14<sup>th</sup> day) a precipitate was formed (apparently, iron-humic compound) and in the end of the experiment the solution became almost transparent. We sampled the solution every 55 hours to detect iron concentration (after evaporation of aliquots, and ashing) and HS concentration (by spectrophotometric method, at 254 nm), permanganate index and pH of the solution. Some of the results of these measurements are shown in the figures. The data obtained show that the corrosion of iron in the presence of HS occurs by two mechanisms. The first mechanism involves the interaction between HS and iron with the formation of an organometallic compound, which then precipitates out. The second mechanism probably is the corrosion by atmospheric oxygen.

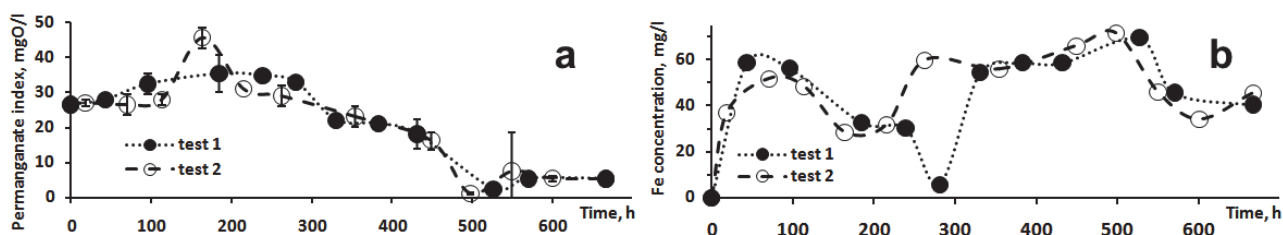


Fig. Evolution of the permanganate index (a) and the iron concentration (b).

Precipitates obtained after the experiment have been studied by Mössbauer spectroscopy, electron microscopy, and magnetic susceptibility. It has been shown that sediment contains organometallic ferromagnetic particles ranging in size from 45 to 90 nm containing iron in the form of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

## Properties of Organic Impurities of Potable Waters in Relation to Copper (II) Cations

Nadejda Belokonova, Yakov Bozhko

Ural State Medical University, Yekaterinburg, the Russian Federation, Yakov-Bozhko@yandex.ru

Evaluation of properties of organic impurities in natural potable waters at present is a fundamental problem. Complexing factor  $K_{\text{cop}}$  was proposed to characterize activity of organic impurities in relation to the process of complex formation with iron (III) [1]. Use of this parameter for monitoring of properties of organic impurities in potable water allowed more substantiated choice of the techniques of disinfection thereof [2].

Many of biochemical processes are followed by change of biometals oxidation degree, including copper (II), so ability for reduction of metals included into composition of complexes shall be regarded as their most essential property.

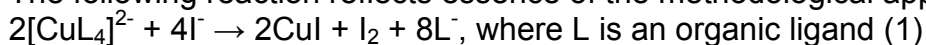
Taking into account high content of amine nitrogen in organic properties which is comparable to the content of carboxyl groups, these organic compounds can be related, at a first approximation, to amino carboxylic acids the most essential property whereof is ability to complex formation with copper (II) cations.

Objective of the work: evaluation of complex-forming influence of organic impurities of potable waters on ability of copper (II) cations reduction.

### Materials and Research Methods

Bottled waters of various trade marks: Akva-Kristall, Novo-Kuryinskaya, Chusovskaya, Ugorskaya, Turan. Solutions of trilon B with concentration from 2 to 5 mg/l, solution of copper (II) with ion concentration  $1.0 \text{ mg/cm}^3$ , of potassium iodide with  $\omega = 45\%$ .

The following reaction reflects essence of the methodological approach here:



The calibrated dependence between iodine content in the system and the value of optic density measured at wave length 285 nm on UV spectrometer Leki (Finland) was plotted for quantitative evaluation of processes.

### Results of Studies and Discussion Thereof

Results of experiments are shown in the table below.

Reviewing the data presented in the table one can come to conclusion that when using trilon B in concentrations from 2 to 5 mg/l per TOC, the percentage of reducing of disengagement of iodine amount in the system will consistently rise from 9.5 to 52% respectively and will be 9.5% per TOC unit, as an average value.

Impurities concentration in natural potable bottled waters will be from 0.76 to 6.48 mg/l per TOC; however, their activity in relation to copper (II) differs substantially: from 0.31 to 1.7 being comparable to trilon B. Activity of organic impurities shall be considerably influenced by treatment of initial water by red light.

It is important that the above mentioned properties be taken into account when conducting analysis of etiologic peculiarities of many types of pathologies. For instance, copper deficit can be provided in alimentary way if one would consume water containing organic impurities with a high complexing factor in relation to this element. Mind that copper is the most important co-factor of heme synthesis in a human organism.

Table. Composition of water solutions and iodine content upon interaction with potassium iodide

| No. | Substance to be present | TOC, mg/l | Copper content, mg/l | Water            | Conc. of dis-eng. iodine, mg/l | Percentage of reducing | Kcop (Cu) |
|-----|-------------------------|-----------|----------------------|------------------|--------------------------------|------------------------|-----------|
| 1   | -                       | -         | 3                    | Distilled        | 6.16                           | -                      |           |
| 3   | Trilon B                | 2         | 3                    | Distilled        | 5.00                           | 19                     |           |
| 4   | Trilon B                | 3         | 3                    | Distilled        | 4.56                           | 26                     |           |
| 5   | Trilon B                | 4         | 3                    | Distilled        | 3.82                           | 38                     |           |
| 6   | Trilon B                | 5         | 3                    | Distilled        | 2.99                           | 52                     |           |
| 7   | -                       | -         | 3                    | Distilled        | 6.16                           | -                      |           |
| 8   | -                       | 2.75      | 3                    | Turan (initial)  | 5.30                           | 14                     | 0.53      |
| 9   | -                       | 2.02      | 3                    | Turan (обп.)     | 4.56                           | 26                     | 1.35      |
| 10  | -                       | -         | 3                    | Distilled        | 5.7                            | -                      |           |
| 11  | -                       | 0.76      | 3                    | Akva-Kristall    | 5.4                            | 5                      | 0.69      |
| 12  | -                       | 1.46      | 3                    | Novo-Kuryinskaya | 4.96                           | 13                     | 0.93      |
| 13  | -                       | 6.48      | 3                    | Chusovskaya      | 4.6                            | 19.2                   | 0.31      |
| 14  | -                       | 1.04      | 3                    | Ugorskaya        | 4.74                           | 16.8                   | 1.7       |

Complex forming properties of organic impurities can be utilized for making benefit as well. The problem of rising copper concentration in blood of patients living in territories where intense excavation and treatment of copper and zinc ores take place is quite topical one in Urals. One of original studies of the [3] shows that use of mineral waters with high complexing activity in relation to copper (II) allows to veraciously normalize elevated copper level in blood as soon as in 14 days. It gave ability to substantiate use of mineral waters with high complexing activity as a medicated product for safe clearance of human organism from heavy metals in form of natural complex compounds.

### Conclusions

1) Complexing properties of organic impurities in natural potable waters as related to copper (II) differ substantially and in some cases are even comparable to trilon B.

2) Treatment of potable waters with light of a certain wave length contributes to change of activity of organic compounds.

3) The method developed allows estimation of reduction ability of most essential metals – microelements from complex compounds, which is important to take into account when realizing monitoring of activity of potable waters.

### References

1. N.A. Belokonova. Method of determination of chemical activity of organic compounds: patent 2267783 Russian Federation / N.A. Belokonova, L.V. Koryukova, I.O. Petukhova// filed on 05.05.04; published on 10.01.06, Bulletin No. 1.

2. N.A. Belokonova. Determination of stability and bio activity of organic compounds of iron (II, III) in water solutions / N.A. Belokonova // Messenger of Ural Medical Academy of Sciences. 2010. No. 2, pp. 86-88.

3. Ya.G. Bozhko. Perspectives of use of natural mineral waters as medicated product for reducing of elevated copper concentration in blood/ Ya.G. Bozhko, N.A. Belokonova, I.A. Plotnikova, I.O. Petukhova // Successes of modern natural sciences. 2013. No. 9, pp. 109-110.



## Assessment of Predictive Capability of the Descriptors of Humic Compounds' Optic Properties in Respect of PAH Fixation

Natalia Grechishcheva<sup>1</sup>, Evgeny Shirshin<sup>2</sup>, Irina Perminova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow, Russia, yanat2@mail.ru

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Department of Physics, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Lomonosov Moscow State University, Department of Chemistry, Moscow, Russia

Oil and its products are of the most common type of contaminants of soil and water medias. Development of environmentally safe and effective ways of minimizing the oily contaminants' negative impact to environmental objects using humic compounds (HC) as an active matrix of organic substances of the soils is assumed the special significance. The above approach should be implemented in technological schemes of oil-contaminated lands remediation. However the variety of the sources for raw materials and technological ways of humic compounds production stipulates the variability of its properties. The absence of systematic investigations on the sorption, detoxification and biostimulating properties of humic compounds in the presence of oil contamination leads to the absence of criterions on selection of humic bioproducts for its application for remediation purposes.

The presence of aromatic skeleton in the humic compounds' structure is a major factor determining its bonding property to PAHs. At that our previous investigations shown that direct descriptors of HC aromaticity, determined from the NMR <sup>13</sup>C spectroscopy data, has the maximum predictive capability on HC affinity to PAHs [Perminova et al. 1999]. However, selection of that descriptor required the high-cost analysis that decrease its practical application. In this case the purpose of the existing work is looking for alternative diagnostic parameters on assessment of bonding properties of HC's, which are hold out on predictive capability but are not required big expenses for its determination. As that parameters it was selected the descriptors of HC optic properties, which are determined with a specific composition of HCs aromatic skeleton.

For carrying out of research it was created the representative sampling of HCs products, including 34 products differed on its origin and fraction composition. The sampling includes the main HCs sources - soils, peat, natural waters and different types of coals. All samples were characterized with the elementary analysis methods, NMR <sup>13</sup>C spectroscopy and gel-chromatography. The absorbance spectrum of HCs water solutions were obtained in 200-500 nm ultraviolet band spectrums. Fluorescence of HCs solutions was registered at the field wave's length of 266 and 355 nm. For the forecasting of HCs bonding properties to pyrene it was used the correlation obtained earlier for another HCs sampling (with n = 20):

$$K_{oc} \times 10^{-5} = 1.26 \times \sum C_{Ar} / \sum C_{Alk} - 0.26 \quad (Py, r^2 = 0.81).$$

The correlation analysis of structural descriptions, determined from the NMR <sup>13</sup>C spectroscopy data and the data on the optical properties of descriptors, shown the connection between the characteristics of aromaticity of optical descriptors, calculated from the absorbance spectrum data, i.e. standard optical descriptor  $\epsilon^*_{280}$ ,  $\epsilon_{600}$  and  $\Lambda$  (the exponent on approximation of long-wave absorbance spectrum) and fluorescence spectrum, i.e. integrated fluorescence intensity of HCs and the degree of asymmetry of fluorescence band. The correlation index between  $\epsilon^*_{280}$  and theoretically-predicted  $K_{oc}$  of HC was 0.57, while the one for descriptor  $\Lambda$  was equal to 0.74. This fact represents the prospective on using the descriptor  $\Lambda$  as an  $\epsilon^*_{280}$  alternative in assessment of HCs bonding properties to PAHs. As far as in case of low value of the samples absorbance the measuring of such optical descriptors as  $\epsilon_{600}$  and  $\Lambda$  could be the difficult task, measuring of HCs fluorescence characteristics could be more effective.

It was shown the correlation between the fluorescence integrated intensity, the degree of asymmetry of fluorescence bands and HCs aromaticity. While the measurement of fluorescence intensity in the real conditions depends on the several factors, it is preferable to use the degree of asymmetry of fluorescence band. The value of correlation index between the HCs asymmetry index and theoretically-predicted  $K_{OC}$  value relative to pyrene is  $R = 0.8$  that point to possibility of application this fluorescent descriptor for assessment of HCs bonding properties.

On the basis of the held investigations it was made a conclusion on the high predictive capability of descriptors on HCs optical properties (both fluorescent and absorbance) concerning to bonding properties of HCs to PAHs. Selection of these descriptors is possible using the routine apparatus. It allows proposing the wide range of highly sensitive optical descriptors for implementation into the remediation practice, i.e. for preliminary screening of commercial humic products on the selection of maximum effective bonding agents in respect to PAHs and other oil hydrocarbons. Thereby it is opened the prospective on significant increasing of effectiveness of HC-based technologies.

## Солюбилизация порфириновых соединений структурированными мицеллами гуминовых веществ

Екатерина Храпова<sup>1</sup>, Любовь Солдатова<sup>1</sup>, Михаил Калашников<sup>2</sup>, Александр Попов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация, hrarov2005@mail.ru,

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Одной из важных проблем современной диагностики почв является поиск таких соединений-индикаторов, которые могли бы отражать направленность почвенных процессов. Такими соединениями являются хлорофиллоподобные соединения и вещества, имеющие порфириновое строение. Эти соединения быстро реагируют на изменения водно-воздушного режима почвы (Козырев, 1991). Однако до сих пор остаётся не до конца выяснено: как сохраняются порфириновые соединения в почве?

Нами было сделано предположение, что ответственными за сохранение порфириновых соединений в почвах могут выступать гуминовые вещества (ГВ). Как следует из обобщения научной литературы (Попов, 2004), ГВ — тёмно-окрашенные природные амфифильные органические азотсодержащие рандомизованные редокс-гетерополимеры арилгликопротеидной природы. Эти соединения — биогеполлимеры, т. е. такие вещества, которые состоят из набора «сходных частей», отражающих характерное поведение полимера, включая свойства, зависящие от третичной и четвертичной структуры (Cook, Langford, 1999). Пространственное строение ГВ обусловлено тем, что они — коллоидные дисперсные системы. Гуминовые вещества, обладая достаточно высокой поверхностной активностью, способны к самопроизвольной ассоциации молекул с образованием таких трёхмерных супрамолекулярных ансамблей, как мицеллы, или «псевдомицеллы» (van Wandruska et al., 1999), в которых молекулы отделены друг от друга гидратными оболочками. Сфероидные структуры ГВ, в свою очередь способны образовывать четвертичные структуры, которые, как предполагала М.М. Кононова (1963), напоминают по форме гроздь винограда. По нашему мнению, именно внутри ассоциатов молекул ГВ (мицелл) и может происходить солюбилизация гидрофобных соединений. Солюбилизация — самопроизвольный и обратимый процесс внедрения лиофобных веществ в мицеллы, образованные поверхностно-активными веществами.

Цель публикации — показать возможность солюбилизации порфириновых соединений структурированными мицеллами ГВ, выделенных из вермикомпоста.

В качестве объектов исследования нами были использованы ГВ, выделенные нейтральным раствором  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  из вермикомпоста. Далее были получены структурированные коллоидные мицеллы ГВ, стабилизированные железом окисным. В водную суспензию, содержащую мицеллы ГВ, вводились порфириновые соединения (вытяжка 90 % водным раствором ацетона из зелёных листьев *Poa sp. L.*). Далее суспензия с порфириновыми соединениями помещалась в чашке Петри под ультрафиолетовый излучатель. Как известно (Досон и др., 1991), под действием ультрафиолетового излучения порфириновые соединения разрушаются. Спустя 1 час суспензию отделяли от раствора центрифугированием. С помощью 90 % водного раствора ацетона из суспензии нами были выделены и количественно определены порфириновые соединения. На основании проведённого эксперимента нами был сделан вывод о том, что порфириновые соединения могут сохраняться в почве под защитой структурированных мицелл ГВ.

# Study of NOM of Mumiyo Samples Originated from Different Regions Using Solution-State NMR Spectroscopy and Size-Exclusion Chromatography

Andrey I. Konstantinov<sup>1</sup>, Mikhail I. Savinykh<sup>2</sup>, Irina V. Perminova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Department of Chemistry, Moscow, Russia, konstant@org.chem.msu.ru

<sup>2</sup>Research-and-production company "Sibdal'mumiyo" Ltd, Novokuznetsk, Russia

Mumiyo (also known as shilajit and several less prevalent regional names) is a complex mixture of natural organic and mineral substances that seeps from rocks in mountain ranges. While mineral composition of mumiyo more likely characterizes the deposit (Frolova & Kiseleva, 1996), its organic part comprising high-molecular humic-like and different low-molecular components is characteristic for the matter (Agarwal *et al.*, 2007; Wilson *et al.*, 2011). The purpose of this work was a structural and molecular-weight compositional study of NOM of mumiyo originated from different regions.

26 mumiyo samples from Altai (Russia and Mongolia), Khakassia and Aldan (Russia), Hoggar (Algeria), Caucasus, Central Asia and Afganistan were studied. The samples were pounded, dissolved in distilled water, centrifugated during 15 minutes at 6000 rpm and dried in a vacuum oven at 40°C. That way dried mumiyo extractions (DMEs) were obtained.

Size-exclusion chromatography (SEC) system consisted of a solvent pump, a packed column and a UV-detector. The UV-absorbance was measured at 254 nm. The SEC column was 15x250 mm packed with Toyopearl HW-55S ("Toso-Haas", Japan). 0.03 M phosphate buffer with pH 6.8 was used as a mobile phase at a flow rate of 1 ml/min. The column was calibrated using sodium polystyrenesulfonates (Polymer Standard Service, Mainz, Germany). All the chromatograms were obtained on the DME samples dissolved in the mobile phase at concentrations about 40 mg/l. Molecular weights of the samples analyzed were calculated from the chromatograms using home-designed software GelTreat.

Solution state <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR spectra were acquired using Avance-400 spectrometer (Bruker, Germany) operating at 400 MHz proton frequency. To exclude the Nuclear Overhauser effect while recording <sup>13</sup>C NMR spectra the pulse program INVGATE were used. All the spectra were recorded on the DME samples dissolved in 99.9% D<sub>2</sub>O at concentration about 60–80 mg/ml.

The size-exclusion chromatograms recorded were characterized by two peaks. The first one corresponded to the high-molecular humic-like part of the sample; the second indicated the low-molecular part of mumiyo. Molecular weights calculated in the „high-molecular“ peaks of the chromatograms (Mp) were from 8 to 15.5 kDa irrespective of the region of the sample origin. Values of column recovery averaged 85%.

The NMR spectra acquired were characterized by broad overlapping bands, that are typical to NMR spectra of humic substances, and intensive sharp signals attributed to low-molecular components of mumiyo including hippuric and quinic acids and lipids.

Aromatic/aliphatic carbon ratios calculated for the samples on a base of <sup>13</sup>C NMR data varied from 0.5 to 0.85. The values obtained were comparable to those for typical hydrophylic NOM, such as dissolved organic matter and peat fulvic acids.

H<sub>alk</sub>/α-H<sub>alk</sub> ratios were calculated on a base of <sup>1</sup>H NMR data. Here α-H<sub>alk</sub> stands for the part of alkyl hydrogen atoms bonded to a carbon atom in a α-position relative to a carboxyl or aromatic group, and H<sub>alk</sub> – for the part of all other alkyl hydrogen atoms. High values of this parameter calculated for mumiyo (from 1.5 to 4.5) as compared to DOM and fulvic samples indicated relatively low degree of biodegradation of mumiyo NOM.

Thus SEC and NMR analytical methods demonstrated that NOM of mumiyo being characterized by relatively low degree of biodegradation consists of two principal parts. The first one is of humic-like nature and the second is composed of different low-molecular compounds.

We thank Professor G.N. Pilipenko from the Russian State Geological Prospecting University for his help in mumiyo sample collection.

References:

Agarwal S.P., Khanna R., Karmarkar R., Anwer M.K., Khar R.K. Shilajit: a review // *Phytother. Res.* 2007. 21:401–405.

Frolova L.N. and Kiseleva T.L. Chemical composition of mumijo and methods for determining its authenticity and quality (a review) // *Pharm. Chem. Journal*, 1996. 30:543–547.

Wilson E., Rajamanickam G.V., Dubey G.P., Klose P., Musial F., Saha F.J., Rampp T., Michalsen A., Dobos G.J. Review on shilajit used in traditional Indian medicine // *J. Ethnopharmacol.* 2011. 136:1–9.

# Effect of Humic Acid on Flocculation of Colloidal Clays by Chitosan and Its Hydrophobic Derivatives

Elena Lasareva<sup>1</sup>, Tatiana Demina<sup>2</sup>, Aksana Parfenova<sup>1</sup>, Genrikh Gabrielyan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, elasareva@ya.ru

<sup>2</sup>N.S. Enikolopov Institute of Synthetic Polymer Materials of RAS, Moscow, Russia

<sup>3</sup>A.N. Kosygin Moscow State University of Design and Technology, Moscow, Russia

Water conditioning and decontamination of wastewater coming from all human activities require persistent search for improved purification approaches. The use of conventional flocculation/coagulation agents, such as inorganic salts and synthetic polymers, could cause secondary pollution due to residual unreacted monomers, additives and reaction by-products in water. Numerous biopolymers (starch, chitosan, alginate) have been studied as bioflocculants and showed a high potential for removing a wide range of contaminants from wastewater.

Chitosan (Ch), obtained by deacetylation of chitin, occurring in crustaceans is widely applied in water and wastewater treatment as flocculant due to its capability to interact with pollutants in water and transfer them in solid forms. Several researches on chitosan chemical modification showed that it could improve the removal performance of chitosan. The effectiveness of chitosan application for treatment of clay suspensions (bentonite, kaolinite) and humic substances has been studied [1]. However poor information exists on the interaction of colloidal part of the clay suspension with Ch, but this component plays important role in the removal of clays from water.

Clay particles do not exist in natural waters in the pure state. Due to their high surface area they interact with dissolved and particulate organic matter (OM). The main components of natural OM in water are humic acids (HA) - anionic polyelectrolytes with high heterogeneity of physical and chemical properties. However, no studies have been performed on the investigation of mechanisms of clay removal in complex systems containing inorganic substances and humic acids.

The work is aimed to evaluate the effect of humic acid presence on kaolinite and montmorillonite flocculation by chitosan and its derivatives.

In our study we used Chitosan 83 kDa with a deacetylation degree of 85% (BioProgress Technology Ltd, Schelkovo) in chloride salt form, and its hydrophobically modified derivatives Hydroxybutyl Carbamate chitosan (Ch-HBC) with different degree of substitution (60, 80 and 90%) as model flocculants. Humic acids (Powerhumus, Humintech Ltd, Germany) were used as a model OM. Montmorillonite (Jebel, Turkmenistan) and kaolinite (Chelyabinsk deposit) in colloidal form were used as model clay minerals. Concentration of clay solutions was 0.3 g/l. The modification of clay particles was made by adsorption of humic acids. The time of adsorption was three days.

Flocculation activity of chitosan and its derivatives was evaluated in a range of polymer concentration of 0.5-10 mg/l and was estimated by the absorbance of suspensions of clay minerals. For that the probes of suspensions (20 ml) were placed in test tubes and different quantities of chitosan were added in these suspensions. The test tubes were mixed manually for several minutes and kept away for the sedimentation of Ch flocs. After 20 minutes an aliquot of suspension was collected from the very top of the test tubes. The absorbance of suspensions was measured by a spectrophotometer Agilent at 535 nm.

Application of chitosan and its derivatives for flocculation of montmorillonite suspensions showed high effectiveness that was linearly depended on polymer concentration, while kaolinite suspension was flocculated by chitosan and its derivatives only in a narrow range of polymer concentration (0.5-1 mg/l). It may be due to the difference in the mineral structure of these clay minerals and different mechanisms of interaction between clay particles and Ch. Montmorillonite has three-sheet clay mineral

structure that determines its swelling properties and Ch molecules may penetrate between their sheets. Kaolinite consists of two sheets, it is not swelling clay and Ch adsorbs only on the surface of particles. The adsorption of positively charged Ch molecules on negatively charged montmorillonite particles was more effective and it worked as flocculant in all range of concentration.

It was shown that flocculation was the main mechanism for removal of kaolinite particles only at the low concentrations ( $<1$  mg/l). The formation of large aggregates and sharp decrease in absorbance of solutions was at that range of concentrations. At higher concentrations ( $>1$  mg/l) the main mechanism of interaction between Ch and kaolinite was adsorption and the modification of the surface of particles. Chitosan molecules interacted with kaolinite surfaces by their hydrophobic parts [2]. At that their hydrophilic parts were oriented to water. The more hydrophobic Ch molecule, i.e. the more the substitution of hydrophobic tails in the Ch molecule the more stable was the system. Ch-HBC at high concentrations behaved not as flocculants but as stabilizers of the system.

Interaction of kaolinite particles covered by humic acid with Ch showed another behavior: it was strongly affected by HA and effectively flocculated by chitosan and its hydrophobically modified derivatives in a wider range of concentrations. In this case Ch molecules interacted with hydrophilic parts of HA modified particles and their hydrophobic parts were directed to water. This kind of system was not stable due to hydrophobic interactions, so coagulation of system took place. In this case the more hydrophobic Ch molecule the more unstable was system. Humic acids played the role of anchors between clay particles and chitosan.

Presence of humic acid had no significant effect on montmorillonite suspension flocculation. Ch was effective flocculant of montmorillonite in both cases - with humic acids and without them. The lack of that distinction determined the impossibility to show the role of HA in presence of Ch in the flocculation of montmorillonite suspensions modified by HA. This role of HA may be shown in another system, more concentrated, where the strength of interaction between clay particles may be estimated.

Previously, investigating rheological properties of montmorillonite paste we determined that whereas the addition of HA to montmorillonite pastes led to a slight increase in rheological parameters, the addition of Ch to montmorillonite modified by HA, just in concentration 0,1 g/l, led to an essential strengthening of the contacts between particles [3]. That may confirm that the same mechanism of the anchor bonding of mineral particles modified by HA and Ch polycation took place.

The investigation of the role of HA in the adsorption-flocculation interactions of clay particles and the value of the hydrophilic-hydrophobic balance of flocculant may be applied not only in water treatment but in the estimation of the transport of clay in natural systems, as the river-ocean barrier and either in the investigation of the mechanisms of soil formation.

1. F. Renault, B. Sancey, P.M. Badot, G. Crini. Chitosan for coagulation/flocculation processes - An eco-friendly approach // *European Polymer Journal*. 2009, v. 45, p. 1337-1348.

2. G.U. Balcke, N.A. Kulikova, S. Hesse, F.-D. Kopinke, I.V. Perminova, F.H. Frimmel. Adsorption of Humic Substances onto Kaolin Clay Related to Their Structural Features // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2002, v. 66, p.1805-1812.

3. E.V. Lasareva, A.M. Parfenova, I.V. Perminova, G.A. Gabrielyan. The influence of chitosan and humic acids on the rheological properties of montmorillonite clay. IV International conference on colloid chemistry and physicochemical mechanics (30 June – 05 July, 2013) Book of abstracts, Moscow, Russia, p. 543.

# Новые подходы для изучения особенностей комплексообразования гуминовых кислот методами флуоресцентной и абсорбционной спектроскопии

Н.Л. Лаврик, Н.У. Муллоев

Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН, Новосибирск, Россия

Гуминовые кислоты ГК в природе выполняют ряд важнейших функций: сохраняют и накапливают элементы питания живых организмов, связывают в малоподвижные соединения токсичные и радиоактивные элементы, регулируют почвенные процессы и сохраняют почвенную биоту и растительный покров в неблагоприятных условиях. Таким образом, ГК определяют устойчивость почв, наземных и водных сред и стабилизируют экологическую ситуацию в биосфере. В основе перечисленных свойств лежат процессы комплексообразования ГК с окружающими элементами. В связи со значением этих процессов их изучению посвящено огромное число работ. При этом значительная часть работ выполнена спектроскопическими методами.

Изучению констант комплексообразования гуминовых кислот с металлами  $K_{Me}$  методами спектроскопии посвящено достаточно много работ. Большинство работ выполнено флуоресцентным методом. Это обстоятельство обусловлено, по-видимому, тем, что константы комплексообразования достаточно просто можно определять из экспериментов при наличии статического тушения флуоресценции. В этом случае константа тушения флуоресценции (константа Штерна-Фольмера) численно равна константе комплексообразования. Метод абсорбции для определения эффективности комплексообразования гуминовых кислот до настоящего времени вообще не применялся. По-видимому, одной из возможных причин такого состояния дел является отсутствие характеристических полос как в спектре поглощения исходной ГК, так и в спектрах поглощения комплексов ГК с лигандами.

В настоящем сообщении мы демонстрируем возможности новых подходов для получения сведений о комплексообразующих свойствах сайтов ГК методами флуоресценции и абсорбции, информации, которая ранее была не известна.

Флуоресцентная спектроскопия. Спектральная зависимость эффективности тушения флуоресценции макромолекул гуминовых кислот как метод изучения их структуры.

В условиях монохроматического возбуждения изучены спектральные зависимости эффективности тушения флуоресценции  $\alpha_\lambda$  образца гуминовых кислот ГК ионами  $Cd^{2+}$  и  $Cu^{2+}$ . Установлено различие зависимостей  $\alpha_\lambda$  для этих ионов. В спектральном диапазоне 400 - 600 нм изменения величины  $\alpha_\lambda$  для иона  $Cd^{2+}$  заметно отличаются от изменений величины  $\alpha_\lambda$ , которые имеют место для иона  $Cu^{2+}$ . Объяснение несовпадения полученных зависимостей  $\alpha_\lambda$  для ионов  $Cd^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  проводится в рамках представлений о различной доступности сайтов, содержащих флуорофоры, из-за различия радиусов ионов ( $1.08 \text{ \AA}$  и  $0.8 \text{ \AA}$  для  $Cd^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  соответственно). На основании большей эффективности тушения спектра флуоресценции в «синей» области спектра, делается заключение о принадлежности флуорофоров, испускающих эту флуоресценцию, сайтам, находящимся на периферии макромолекулы ГК.

Спектры флуоресценции были получены на  $N_2$ -лазерном импульсном флуориметре ( $\lambda_{exc} = 337.1 \text{ nm}$ , частота импульсов света составляла 25 Гц, средняя мощность 80 мкВт). Контроль стабильности интенсивности возбуждающего света



проводился периодическим снятием внешнего стандарта (интенсивность Раман линии ОН колебания в деионизованной воде).

Абсорбционная спектроскопия. Влияние кислотно-щелочного равновесия на спектры поглощения гуминовой кислоты в присутствии ионов металлов.

Методом поглощения зарегистрировано взаимодействие молекул гуминовой кислоты ГК с ионом металла ( $\text{Cu}^{2+}$ ), которое проявляется в виде дополнительной полосы поглощения в спектральном диапазоне 210-350 нм. Установлено, что эффективность взаимодействия возрастает с ростом величины pH. Эти данные интерпретируются в рамках общепринятых представлений о влиянии кислотно-щелочного равновесия на диссоциацию солей, согласно которым увеличение pH раствора способствует увеличению концентрации анионов ГК. Сделано предположение, что дополнительное поглощение связано с образованием комплексов  $\{\text{ГК}-\text{Cu}^{2+}\}$ .

Определены величины весовых коэффициентов поглощения свободной и образующей комплекс с ионом металла  $\text{Cu}^{2+}$  макромолекулы гуминовой кислоты ГК. Это сделано с помощью подхода, заключающегося в измерении величины оптической плотности в спектре поглощения комплексов и использовании известной константы связывания макромолекулы ГК с ионом меди. Величины весовых коэффициентов поглощения комплексов  $\{\text{ГК}-\text{Cu}^{2+}\}$   $\epsilon_c$  на  $\lambda = 250 \text{ nm}$  для  $[\text{ГК}] = 5 \text{ мгл}^{-1}$  составили  $155 \text{ л} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  и  $200 \text{ л} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  для  $[\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}] = 1.25 \cdot 10^{-4} \text{ M}$  и  $2.5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$  соответственно. Полученные величины весовых коэффициентов поглощения в несколько раз больше коэффициентов поглощения свободной формы ГК  $\epsilon_0$ , которая составляла  $46 \text{ л} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ .

Материалы и методы. В качестве образца ГК был использован стандартный образец (Humic Acid Standard IHSS Elliot soil 1S102H). В работе использовали щелочные растворы (NaOH, «Fluka»). В качестве тушителя использовался нитрат кадмия  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и сульфат меди  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  («ЧДА» без дополнительной очистки). Спектры поглощения были получены на спектрометре Hewlett Packard 6041. Использовались кварцевые кюветы с длиной оптического пути 1 см.

Более подробно о предложенных подходах изучения комплексообразования ГК можно прочитать в нижеприведённых публикациях.

1. Лаврик Н.Л., Н.У.Муллов. Изучение влияния ассоциации на структуру ГК по тушению флуоресценции. // Журнал прикладной спектроскопии, 2010, т.77, №4 с. 627-632.
2. Лаврик Н.Л., Муллоев Н.У. Метод изучения полидисперсности гуминовой кислоты по тушению флуоресценции ионами  $\text{Cu}^{2+}$ . // Журнал прикладной спектроскопии. 2011, т. 78, № 5, с. 757-763.
3. Н.Л.Лаврик, Н.У.Муллов. Концентрационная зависимость интенсивности флуоресценции гуминовых кислот. // Оптика атмосферы и океана. 2012, т. 25, №9, С.833-839.
4. Н.Л.Лаврик, Н.У.Муллов. Спектральная зависимость самотушения флуоресценции гуминовых кислот. // Оптика атмосферы и океана. 2012, Т. 25, №10, с.911-918.
5. Н.У.Муллов, Н.Л.Лаврик, Б.Н.Нарзиев. Анализ спектральных зависимостей тушения флуоресценции макромолекул гуминовых кислот и их модельных молекул. // ДАН РТ, 2012, т. 55, №10, с. 800-805.
6. Н.У.Муллов, Н.Л.Лаврик, Б.Н.Нарзиев. Спектральные особенности эффективности тушения флуоресценции макромолекул гуминовых кислот ионами кадмия и меди. // ДАН РТ, 2013, т.56, № 4, с. 290-296.
7. Н.Л.Лаврик., Н.У.Муллов. Влияние кислотно-щелочного равновесия на спектры поглощения гуминовой кислоты в присутствии ионов меди. // Журнал прикладной спектроскопии, 2014, т.81, №1, с. 159-161.
8. Н. Л. Лаврик. Определение коэффициентов поглощения комплексов гуминовой кислоты 1S102H с ионами меди в спектральном диапазоне 210-350 нм. Журнал прикладной спектроскопии. 2014. Т. 81, № 5. с. 800-803.

## Flood Impacts of Organic Matter Distribution in River Waters

Svetlana Levshina

Institute of Water and Ecology Problems, Khabarovsk, Russia, levshina@ivep.as.khb.ru

The object of study was organic matter (OM) in water of the Amur middle reaches (upper Khabarovsk). The research objective was to assess the organic component, humus substances (HS) in particular, in the period of high water content in the river. The studies were conducted in summer in 2010 – 2013.

Water samples (2 liters each) were collected with a bathometer according to international technique ISO 5667-6 (2005) from the surface (0.5 m from the surface) and bottom (0.5 m from the bottom, water was pumped) horizons at the left, middle and right part of the Amur and Ussuri Rivers. Standard methods, used in hydrochemistry, were applied to analyze water colority (by Pt-Co Color scale) and hydrogen indicator (pH). Suspended matter was detected gravimetrically by RD 52.24.468-2005. Total and dissolved organic carbon (TOC, DOC, respectively) was analyzed with carbon analyzer TOC-ve (Shimadzu, Japan) according to the International Standard BS ISO 8245 (1999). To separate suspended matter water samples were filtered (vacuum) using track membrane of 0.45  $\mu\text{m}$  pore size under vacuum conditions. The Tyurin method with photometric termination according to the Orlov and Grindel' method (Bel'chikova 1975) was used to analyze particulate organic carbon (POC). Humus acids (HFA) – humic acids (HA) and fulvic acids (FA) were extracted from filtered water (0.45  $\mu\text{m}$ ) by concentrating and separating humic substance on cellulose anion exchangers – diethylaminoethyl cellulose (DEAE-cellulose), followed by HA and FA separation. Water discharge data were obtained from the Far Eastern Hydrometeorological Service.

It was found out that the OM content is maximal in Amur waters in summer, especially during the flood season, when OM gets into water from the catchment surface with slope, subsurface, and other fluxes of humic nature, and possibly anthropogenic. In contrast to the Amur, most Russia Rivers have maximal OM fluxes during spring floods (Artemiev, 1993).

The following specifics of the OM flux in the Amur River during flood periods were revealed: after a long-lasting drought, when the maximum OM amounts come from the catchment surface (HS in particular) and after long-lasting rains, the so-called “flushing regime”, when river water is diluted with precipitation and the OM content in water is reduced.

Evident extreme content of dissolved and suspended OM in waters of the studied Amur passage is a distinctive feature of the distribution of OM components under the influence of major tributaries. It was found out that the Amur up to the confluence of the Songhua River (the right tributary of the Amur, which flows entirely in China) carries OM mainly as part of dissolved OM, coming from the Zeya and Bureya, big left tributaries of the Amur. The studied water is highly colored (up to 110 degrees and above by Pt-Co Color scale). OM migrates mainly in the dissolved form with a high content of HFA (60% of DOC). The FA content is high and exceeds that of HA 10 times at average. Down the Songhua mouth the portions of suspended matter (over 250 mg/dm<sup>3</sup>) and POC (up to 50% of TOC) significantly increase. The amount of HFA is low (10% and 25% of TOC and DOC, respectively), and the ratio of FA to HA does not exceed 6.

Thus, the OM content in Amur waters depends on the regime of the river water content and natural conditions of the catchment area.

# Properties of Organic Impurities in Drinking Water Concerning Lead

Gleb Moroz<sup>1</sup>, Nadezhda Belokonova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ural State Medical University, Repina 3, 620219 Ekaterinburg, Russia, nadf\_vost@mail.ru

<sup>2</sup>Ural State Medical University, Repina 3, 620219 Ekaterinburg, Russia, belokonova@usma.ru

## Introduction

Humic and fulvic acids, which form part of the organic impurities of drinking water, connect 63-90% of metals in natural waters [1]. Connection is achieved predominantly through the oxygen atoms of carboxyl groups thus with the fragments containing the atoms of nitrogen or sulfur it is considerably less. [2]. As the model of the complex forming properties it is proposed to use salicylic acid [1]. In literature there is some information, that the stability constants of the complexes of humic substances with the metals can be considerably higher than in model solutions with the salicylic acid.

It seems practically important to develop methods of the operational checking of the properties of the natural organic impurities in drinking water for the relation to model systems containing lead ions (II) since it is revealed, that if used in the process of treatment, drinking water substantially influences the effectiveness of the lead elimination process from organism [4]. Furthermore, model system will make it possible to reveal the specific character of the organic impurities' properties in the particular drinking water, since it is known that lead ions (II) possess the increased affinity to sulfur in any forms of it [of 5].

## Materials and methods

The method of spectrophotometry (turbidimetry), volumetric analysis, conductometry, the solutions of plumbum oxalate and sodium oxalate (standard- captions) and several types of drinking water were used for the investigation. The evaluation of the complex forming ability of humic substances was conducted comparing two competing processes: the binding of lead ions into the crystals of insoluble oxalate and secondly into the durable, but soluble complex compounds. "The leader" determination in the competition for plumbum ions was conducted turbid metrically on the spectrophotometer "OF LEKI SS2109UV". Preliminarily based on a series of standard solutions with different solid phase content of lead oxalate calibration curve was designed with the coordinates "the content of solid phase, mg/l - optical density Of d300". With the use of the latter the complex forming ability of drinking water under the investigation was conducted.

## Results and discussion

It is theoretically calculated that being present in the investigated waters chloride ions, sulfate ions carbonate and orthophosphate ions do not create the condition for lead precipitation into the sediment in the forms of lead chlorides sulfates carbonates and orthophosphates due to there concentrations. Moreover, the insignificant concentration of these ions in the waters makes it possible for us to accept the activity coefficient of these ions as a unit.

Model system is based on the obtaining lead oxalate colloid with a negatively charged granule. The colloid is stable so linear correlation between optical density-D(318)-nm-plumbum concentration in the system remains in the range from 0.05 to 0.2 mmole/liter. Both calculation and experimentally obtained data are present in the table.

Table 1. Composition of aqueous medium, the content of the lead oxalate colloid in different systems, total organic carbon (TOC) and activity coefficient (Cactivity). SSA - sulfosalicylic acid

| Sample | Composition of aqueous medium | Pb <sup>2+</sup> , mmol/l | Colloid, mG/l | % decrease | TOC, mG/l | C <sub>activity</sub> |
|--------|-------------------------------|---------------------------|---------------|------------|-----------|-----------------------|
| 1      | Distilled water               | 0.5                       | 319           | 0          | 0         |                       |
| 2      | SSA solution                  | 0.5                       | 247           | 23         | 1         | 1                     |
| 3      | SSA solution                  | 0.5                       | 220           | 31         | 2         |                       |
| 4      | SSA solution                  | 0.5                       | 187           | 41         | 3         |                       |
| 5      | Artesian drinking water       | 0.5                       | 220           | 31         | 0.7       | 1.9                   |
| 6      | Bottled water                 | 0.5                       | 288           | 9.7        | 3         | 0.4                   |

According to the table, natural organic compounds or impurities in drinking water influence the process of colloid formation. If we regard the activity of sulfosalicylic acid solution with the concentration of 1 mG/l as a unit, then the activity of the same amount of Total Organic Carbon in the artesian water will be 2 times higher, but in bottled water the same activity will be 2,5 times lower. It can explain more effective results in lead precipitation from the organism in the case of artesian water consumption of this kind.

### Conclusion

According to the investigation conducted it's possible to make such conclusions:

Model system on the base of lead oxalate can be used for evaluation of properties of natural organic impurities.

2. The activity coefficient, in reference to the unit of total organic carbon, can be used as the criterion of properties evaluation.

### References

1. Данченко Н.Н. Функциональный состав гумусовых кислот: определение и взаимосвязь с реакционной способностью: дис. канд. хим. наук: 02.00.03. М., 1997. 126 с.
2. Моделирование равновесий в растворах фульвокислот природных вод / Г.М. Варшал [и др.] // Химия и технология воды. 1990. Т. 12, № 11. С. 979-986.
3. Маляренко В.В. Природа функциональных групп и сорбционное взаимодействие гуминовых веществ в водной среде / В.В. Маляренко // Химия и технология воды. 1994. Т. 16, № 6. С. 595-606.
4. Мороз Г.А., Белоконова Н.А., Перевалов С.Г., Плотникова И.А. Питьевая вода как фактор снижения токсической нагрузки при лечении детей // Успехи современного естествознания. - 2013. - №9. – стр. 112-114.
5. Барашков Г.К. Медицинская бионеорганика. Основы, аналитика, клиника.- М.:Издательство БИНОМ, 2011.-512с.

## Effect of pH and Irradiation of Visible and Ultraviolet Light on the Interaction of Humic Acid Peat with Naphthalene

L.V. Nechaev<sup>1</sup>, O.N. Tchaikovskaya<sup>2</sup>, I.V. Sokolova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Siberian Physical-Technical Institute, Tomsk, Russia, lvnechaev@rambler.ru

<sup>2</sup>Tomsk State University, Tomsk, Russia

<sup>3</sup>Tomsk State University, Tomsk, Russia

Polycyclic aromatic hydrocarbons are dangerous toxicants that are carcinogenic, mutagenic and teratogenic. Naphthalene - a representative of polycyclic aromatic hydrocarbons. The interaction of polycyclic aromatic hydrocarbons with humic acids changes some properties of these substances such as toxicity and the ability to photo- and biodegradation, significantly affect on the bioaccumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons by aquatic organisms. The ability of humic acids to bind polycyclic aromatic hydrocarbons is changed by modification of their structure and physico-chemical properties. Humic acid modification can be accomplished in various ways: by irradiation with visible or ultraviolet light, mechanical activation.

In connection with the above, the aim of this work is to study the effect of pH and irradiation of visible and ultraviolet light on the interaction of humic acid peat with naphthalene. We have identified the constant binding of naphthalene with humic acids peat at pH 6,86 and pH 12,43 before and after irradiation with visible and UV light. As a source of solar radiation model was used lamp «Solar». As a source of ultraviolet radiation was used KrCl-excilamp. The solutions were irradiated for 32 minutes at a distance of 10 cm from the radiation source. Constant binding of humic acids with naphthalene was determined by Stern-Volmer equation. The results of the study are presented in Table 1.

Table 1. Constants binding of humic acids with naphthalene  $K_b \times 10^{-4}$ , l/kg C

| Sample of humic acid            | pH 6,86 | pH 12,43 |
|---------------------------------|---------|----------|
| humic acid of peat (HAP)        | 46,00   | 24,71    |
| HAP + «Solar» irradiation       | 8,60    | 6,15     |
| HAP + KrCl-excilamp irradiation | 21,80   | 17,86    |

The maximum value of the binding constants was observed for the initial sample of humic acid peat at pH 6,86. Irradiation of humic acid by model sunlight reduces the value of binding constant of about 5-6 times. Irradiation of humic acid by UV light reduces the value of binding constant is approximately 2 times. The binding constant of naphthalene with humic acid at pH 12,43 is almost 2 times smaller than the corresponding values  $K_b$  at pH 6,86. The binding constants of naphthalene and irradiated humic acid at pH 12,43 are almost indistinguishable from similar values  $K_b$  at pH 6,86.

Binding of naphthalene with humic acids is due to intermolecular interactions of aromatic moieties of the macromolecules of humic acids with naphthalene molecules. The change in pH and irradiation leads to conformational conversion of macromolecules and photochemical transformation of humic acids, which results in a variation of binding constants of humic acids with naphthalene.

## Phisycy-Chemical Properties of Lignin-Humic Compounds

Larisa Parfenova, Aleksander Orlov, Svetlana Selyanina, Marina Trufanova,  
Konstantin Bogolitsyn

Institute of environmental problems in the North of Ural Branch of RAS, Arkhangelsk, Russia,  
solombalka@yandex.ru

Humification can be regarded as an important natural process and as method of lignin modification, which allows obtaining of the new products.

Taking into account a similar chemical nature of lignin, humic and lignin-humic biopolymers, their important role in the natural processes and application possibilities it seems reasonable to obtain comparative characteristics of their physical-chemical properties.

Being sampled at the industrial dumps as well as within the territory of Arkhangelsk region correspondingly humified hydrolyzed lignin and peat have been used for extraction of lignin-humic compounds. Peat and hydrolyzed lignin microstructures were studied by the transmitted light microscopy. Thermochemical study of the processes of interaction of hydrolytic lignin and peat with solvents was carried out by using differential microcalorimetric insulated shell at 298,15K. Size distribution of particles in solutions of lignin-humic compounds was studied by the method of dynamic light scattering. Hydrodynamic and the molecular-mass characteristics of lignin-humic substances (LGS) are presented in Table 1.

Table 1. Hydrodynamic and the molecular-mass characteristics of lignin-humic substances (LGS)

| The sample   | $[\eta]$ , $10^{-3}$ l/g | $M_w$ , Da |
|--------------|--------------------------|------------|
| LGS          | 5,1                      | 79000      |
| peat humates | 2,3                      | 19000      |

The behavior in solutions and at liquid-gas phase boundary was characterized by the change of surface tension  $\sigma$  of the solutions measured by Wilhelmi method (Figure 1).

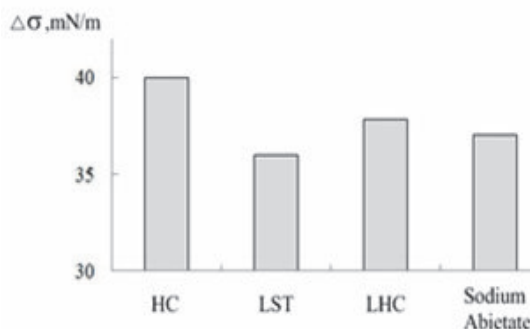


Figure 1. Depression surface tension of water in surfactant solutions: HC – Humic compounds; LST - sodium lignosulfonates; LGS - lignohumic compounds, Sodium abietate

Use of lignohumic substances as components of artificial soil was demonstrated.

Conclusions:

1. The comparative characteristic of hydrodynamic, molecular mass and surface-active properties of lignin-humic biopolymers, isolated from natural and technogenic matrices is provided.

2. It is shown that the extraction of hydrolyzed lignin at the temperature from 25 to 80°C leads to obtaining of macromolecular lignin-humic compounds, bearing surface-active properties comparable to the other natural surfactants of aromatic nature.

The study is supported by of Ural Branch of RAS (project 12-C-5-1017) and the RFBR (project 12-03-90018-Bel\_a).

## Development of Nature-Inspired Soluble Iron-Rich Humic Compounds

Alexander Polyakov<sup>1</sup>, Tatiana Sorkina<sup>2</sup>, Natalia Kulikova<sup>3</sup>, Irina Perminova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Materials Science, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,  
sorkina@org.chem.msu.ru

<sup>3</sup>Department of Soil Science, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Humic substances (HS) being natural polyelectrolyte macromolecules with complex and disordered molecular structures are a key component of the terrestrial ecosystem. They have remarkable influence on environmental behavior of iron, the essential nutrient for plants. HS can be considered as a basic component for development of environmental friendly iron deficiency correctors surpassing synthetic iron (III) chelates efficiency and biocompatibility. The main goal of this study was to obtain water-soluble iron-rich humic compounds (IRHCs) and to evaluate their efficiency as chlorosis correctors.

A facile preparation technique of IRHCs based on low-cost and available parent material was developed. The iron-containing precursor (ferrous sulfate) was added dropwisely into alkaline potassium humate solution under vigorous stirring and pH-control. A detailed characterization of both organic and inorganic parts of the resulting compounds was provided, the iron species identification was carried out jointly by EXAFS and Mössbauer spectroscopy. Bioassay experiments were performed using cucumber *Cucumis sativus* L. as target plants. Plants were grown in modified Hoagland nutrient solution, prepared on deionized water and containing iron in the form of IRHCs. Total iron content in dry plants and the chlorophyll *a* content determined after acetone extraction from fresh plant were used as parameters illustrating plants functional status under iron deficiency condition.

The high solubility (up to 130 g/L) and iron content (about 11 wt.%) of the obtained IRHCs suggest their efficiency for practical applications. A set of analytical methods has shown that the main iron species in IRHCs are finely dispersed iron (III) oxide and hydroxide nanoparticles. Acidification of the precursor solution allows obtaining IRHCs in which a significant part of total iron (up to 30 %) is presented by partly disordered Fe<sup>II-III</sup> hydroxysulphate green rust GR(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Using bioassay on cucumber plants *C. sativus* L. under iron deficiency conditions, the efficiency of the obtained compounds as chlorosis correctors was demonstrated. Application of water-soluble IRHCs led to significant increase of chlorophyll *a* content (up to 415 % of the blank) and iron content (up to 364 % of the blank) in plants grown up on hydroponics.

The authors thank Dr. Anastasia Goldt (Department of Materials Science, Lomonosov MSU; IGIS RAS), Prof. Eugene Goodilin (Department of Materials Science and Department of Chemistry, Lomonosov MSU), Dr. Olga Philippova (Department of Soil Science, Lomonosov MSU), Dr. Alexey Veligzhanin and Dr. Sc. Yan Zubavichus (RRC “Kurchatov Institute”), Dr. Denis Pankratov and Prof. Yury Perfil’ev (Department of Chemistry, Lomonosov MSU).

This research was supported by RFBR No. 10-03-00803, RFBR No. 11-03-12177, the Program of Development of MSU and the government contract no. 16.552.11.7055 of the Russian Ministry of Education and Science.

More information can be found in: T.A. Sorkina, A.Yu. Polyakov, et. al. *Journal of Soils and Sediments* **2014**, 14, 2, 261-268.

## Photochemical Properties of Humic Substances in Water Solutions under Different Excitation

Irina Sokolova, Nikolay Vershinin, Olga Tchaikovskaya, Ksenia Nevolina, Anastasia Nazarova  
National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia, sokolova@phys.tsu.ru

Humic substances representing the main fraction of organic matter receive increased attention because of their reactivity as light absorbers. Depending on their origin and structure, humic substances have a remarkable ability to absorb light and transfer this energy to other substrates and in some cases strongly affect photolysis of xenobiotics. In water and in soils humic substances have been found to act as photosensitisers and they have also been reported to produce oxygen species upon irradiation, and be able to photoinduce the transformation of ecotoxics. The photoquenching effects of humic substances on some chemicals are also known. Also, the possibility of an UV screening by humic substances on chemicals cannot be excluded since the energy-transfer and charge-transfer between the chemical and humic substances can deactivate the excited molecules. Excited singlet and triplet states of dissolved humic acids (HAs), the major component of humic substances, are important players for the transformation of organic chemical contaminants in natural waters. Our knowledge about these processes is still very limited.

The development and use of herbicides have played an important role in the increase of agricultural productivity. On world level, herbicide production accounts for 46% of the total pesticide production. Acidic herbicides are widely used for the control of broad-leaved weeds and other vegetation. They are relatively inexpensive and very potent even at low concentrations. The majority of herbicides is directly applied to soil or sprayed over crops fields and as consequence of large production and high stability, they are released directly on environment. The halogenated phenols are the parent chromophores of a number of widely used pesticides, among them phenoxyacetic acid, and of other biocides. The direct photolysis of these substances in the environment has become a subject of increasing interest. The presence of the chlorine groups causes such compounds to be more resistant to biodegradation than the unsubstituted analogs.

Photochemical processes also play an essential role in agriculture. Nowadays studies of the effectiveness of UV modern sources are still very important. The irradiation of these sources is absorbed by the high-lying electronically excited states of the organic molecules and may lead to the influence of radiation wavelength on optimal canals of the molecule phototransformation. The past decade is evidence for the growing interest in use of exciplex lamps. Exciplex lamps have attracted attention as an alternative to conventional mercury-containing lamps due to their narrow emission band, the lack of mercury, and other advantages. Among the extensive list of applications of exciplex lamps, the most important is degradation (deactivation) of organic pollutants [1, 2]. This degradation can be realized using both direct photolysis, where UV radiation is directly absorbed by the pollutant, or by indirect photolysis, as a result of reaction between the pollutant and a photosensitizer. The role of sensitizers can play humic acids of different origin and modification.

The results in a flow reactor [3] for photodegradation of ecotoxics are presented. A specific feature of the reactor is the use of barrier discharge excilamps (Xe<sub>2</sub>, KrCl, XeBr and XeCl) with different radiation wavelengths ( $\lambda = 172, 222, 283, 308$  nm). The discussion includes comparative analysis of the direct and indirect photolysis.

The samples of HAs fractions were obtained from Aldrich Chemical Co and prepared from peat of Tomsk region.



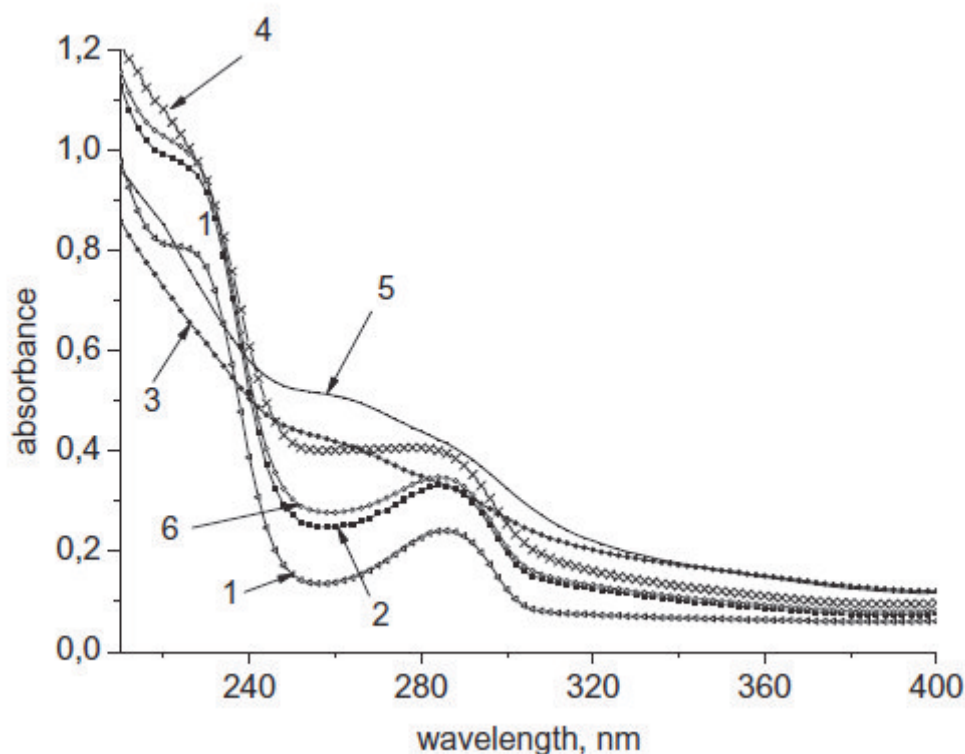


Figure 1. Absorbance spectra of 2,4-D solution in the absence (1) and in the presence of HAs (2) after UV-irradiation treatment for 32 min: 3 - by the Hg lamp; 4 - by the XeBr excilamp; 5 - by the KrCl excilamp; 6 - by the XeCl excilamp.

The degradation of herbicides 4-chloro-2-methylphenoxyacetic acid (MCPA) and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) in water by the combination of UV-irradiation and humic acids has been studied. The 2,4-D phototransformation rate in water and in the presence of HAs was determined by evolution of the initial bands of 2,4-D absorbance at 230, 256 and 285 nm vs irradiation time (Figure 1). The photoreaction rate of all irradiated samples was lowest for the sample irradiated at 308 nm in the absence and in the presence of humic acids, and highest for the sample irradiated at 172 and 222 nm. When 2,4-D was irradiated in the presence of HAs the sets of fluorescent photoproducts were different, than in distilled water. In the presence of HAs the fluorescent products of 2,4-D at 410 and 440 nm were defined. HAs apparently catalyzed the formation some different not toxic photoproducts of herbicides after UV-irradiation treatment by excilamps.

It was also found that the fluorescence quenching ability of HAs in the presence of ecotoxics depends strongly of their origin.

#### Acknowledgements

This work is supported by the Grant of President RF for the Support of Leading Scientific School № 1305.2014.2 and Base Part of State Task of Board of Education and Science RF № 2014/223 (Project 1766).

#### References

1. G. Matafonova, V. Batoev. *Chemosphere*. 89 (2012) 637.
2. Sosnin E.A., Sokolova I.V., Tarasenko V.F. / In Book: *Photochemistry Research Progress* (Eds by A. Sanchez, S.J. Gutierrez). Nova Science Publishers, 2008. P. 225-269.
3. O. Tchaikovskaya, I. Sokolova, V. Artyushin, E. Sosnin, G. Maier. *Instruments and Experimental Techniques*. 54 (2011) 841.

## Synthesis of Zero-Valent Nanoiron Stabilized by Humic Substances

Alexander Volikov<sup>1</sup>, Elizaveta Fedorova<sup>1</sup>, Alexey Veligzhanin<sup>2</sup>, Irina Perminova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,

<sup>2</sup>National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia, ab.volikov@gmail.com

Good quality of soil and groundwater is one of the most important assets throughout World. A lot of research in recent times indicates zerovalent iron (ZVI) is amongst the most promising nanomaterials to have recently been developed and applied to groundwater remediation. These nanoparticles may reduce persistent chlorinated hydrocarbons, nitroaromatics, higher valence metalloids and metals. But because of its great activity nZVI air very quickly aggregate and broken, therefore are necessary methods for their stabilization and delivery. Among such stabilizers are very promising humic substances due to their polyfunctionality and environmental safety. It follows that an important task is to develop nature-inspired ecoadaptive solutions for in situ groundwater and soil remediation by coupling efficacy of nanotechnology to the safety of natural attenuation through synergetic assessment of mobility and reactivity of engineered and natural nanoparticles.

nZVI particles were prepared by liquid phase reduction method. All solvents were degassed and saturated with Ar<sub>2</sub> before use. Into 0.08 M solution of FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O were added different volume of 50 g/l solution of CHS-K in 0.5 M NaOH. After it full dissolving 0.1 M aqueous NaBH<sub>4</sub> solution in 0.1 M NaOH was rapidly added into first solution during vigorously stirring under Ar<sub>2</sub> atmosphere. After the reaction, the solution was kept stirring for 30 min. Then pH were adjusted by 1 M HCl for for complete decomposition of the borohydride and waited another 30 minute.

Study of the composition of the nanoparticles was determined using X-ray Absorption Near Edge Structure (XANES). The study found that the addition of humic substances significantly influence to the composition of nanoparticles. Iron nanoparticles obtained without the using of humic substances consist of 79% of zero valent and 21% of oxidized iron. In the synthesis of nanoparticles of humic substances at concentrations of 0.1, 1, 5 g/l are produced nanoparticles with a zero valent iron content of 61%, 56%, 12% respectively. Thus, humic substances being reduced zero-valent iron content, particularly when high concentrations. However, the use of humic substances at concentrations of less than 1 g/l can be quite an effective method of producing stabilized nZVI.

Efficiency of nanoparticles was determined by using a bath experiments. First one – Cr<sup>VI</sup> reduction, 5 ml of a suspension of nanoparticles is added to 195 ml solution of 0.4 M K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> in water. Then samples collected, centrifuged, and chromium concentration were determined using a spectrophotometer at intervals of 10 minutes until release concentration plateaus. As a result, found that nZVI, synthesized among humic substances and without showed high efficiency, but without humics nanoparticles more fully reduce chrome mean more content of zero valent iron.

Second bath experiment was reduction of azo-dye as one of the possible organic pollutants of water. In this experiment 5 ml of a suspension of nanoparticles is added to 95 ml 500 mg/l solution of azo dye Direct Red 81 in water, then analyzed as in the previous experiment. In contrast to the previous experiment in this more efficient recovery observed on nanoparticles stabilized by humic substances. This can be explained by sorption of molecules azkrasitelya on humic substances that contribute to their local concentration near the iron nanoparticles and faster recovery.

Thus, This studies have shown high prospects for the use of humic substances in the synthesis nZVI.

This research was supported by the RFBR (grant # 13-04-0185313)

# Molecular Space of Coal Humic Acids as Determined by Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass-Spectrometry

Aleksander Zhrebker<sup>1</sup>, Yury Kostyukevich<sup>2</sup>, Alexey S. Kononikhin<sup>2</sup>, Eugene N. Nikolaev<sup>2</sup>, Irina V. Perminova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, zhrebker@gmail.com

<sup>2</sup>Emanuel Institute of Biochemical Physics of RAS, Moscow, Russia

Lignites and, in particular, leonardite, represent the most important raw materials for industrial production of humates, which are widely used in agriculture and household. At the same time, due to poor solubility of coal humic acids (CHA) in polar organic solvents, their molecular composition is very scarcely studied using mass-spectrometry with soft ionization methods. Here, we represent results of Electrospray Ionization (ESI) Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometry (FT ICR MS) analysis of CHA isolated from two different leonardites: CHA-Pow (Germany) and CHA-SH (Sakhalin Island) and CHA-L (from Buryatian lignite).

CHA sample for FT ICR MS analysis was prepared by adding its water solution to methanol or acetonitrile to final concentration of 1 g/L. FTICR mass spectra were acquired using a commercial 7 Tesla LTQ FT Ultra mass spectrometer equipped with Ion Max Electrospray Ion source (Thermo Electron Corp., Bremen, Germany) located at the facilities of the Institute of Biochemical Physics of RAS (Moscow, Russia). The obtained mass spectra of coal humic acids were characterized with much higher complexity and density of peaks as compared to ESI spectra of DOM or peat with more than 8 peaks corresponded to every integer mass.

Molecular compositions were calculated for all CHA using Transhumus software and plotted on Van Krevelen diagrams shown in Figure 1. CHA-Pow is less oxidized as compared to CHA-SH and CHA-L. It includes condensed aromatic and aliphatic parts, whereas other samples were relatively similar to each other and characterized with the presence of condensed aromatic and oxyacids part. It should be noted that CHA-L contained the least amount of aliphatic compounds.

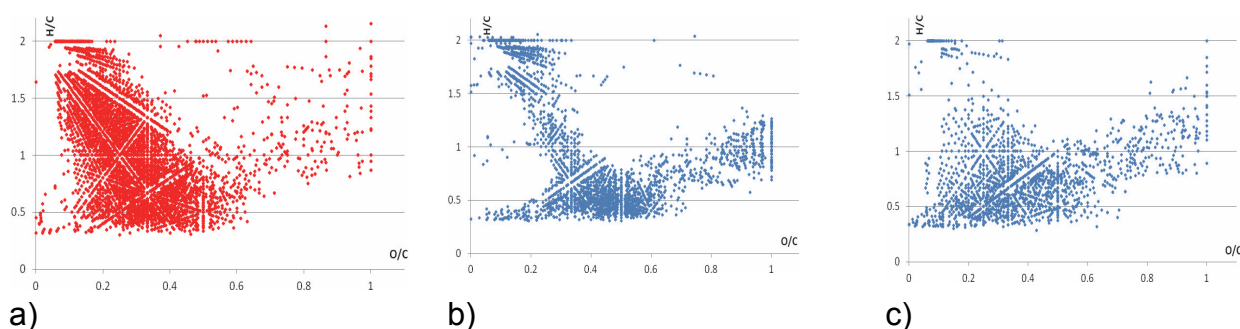


Figure 1. Van Krevelen diagrams for the assigned formulas of  
a) CHA-Pow b) CHA-SH and c) CHA-L

The obtained results can explain the differences in chemical properties of HA isolated from different coals. Hence, they can lay the grounds for molecular systematics of coal organic matter which can be used both in applied studies on standardization of coal humates as well as in theoretical studies on carbon evolution.

This study was partially supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant # 13-04-01853)

**Abstracts Presented at the Young Scientists School:  
“Biotesting Technologies in the Ecological Assessment of Agrocenoses and Humic  
Substances”**

**Тезисы, представленные на школе молодых ученых:  
«Технологии биотестирования в экологической оценке агроценозов и  
гуминовых веществ»**

## Quality Assessment of Drinking Water of Noncentralized Water Supply in Kirillov District of Vologda Region

Anastasiya Baboyedova<sup>1</sup>, Darya Kalinina<sup>2</sup>, Inna Neporozhnyaya<sup>3</sup>, Mikhail Kutuzov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Cherepovets state university, Cherepovets, Russia, kuka170294@yandex.ru

<sup>2</sup>Cherepovets state university, Cherepovets, Russia, kalininadn1995@yandex.ru

<sup>3</sup>Cherepovets state university, Cherepovets, Russia

<sup>4</sup>Cherepovets state university, Cherepovets, Russia

In residential settlements people use water for household and drinking purposes, which rarely undergoes any stages of purification and control. Often such water has the natural origin of pollution. Sometimes the specificity of the water may cause certain chronic diseases, typical for the region. It is important to note that subsoil users do not conduct special work on studying ground-water pollution in most parts of Russia. Quality assessment of ground-water is carried out according to the results of single and multi-temporal tests and the limited set of components.

The aim of the research was to assess the quality of (ground) water of noncentralized water supply in Kirillov district of Vologda region used for drinking according to several chemical indicators (pH, total and carbonate hardness, the content of ammonium ion, iron, chloride, sulfate, nitrate, orthophosphate, carbonate, hydrocarbonate, the quantity of dissolved oxygen) and some organoleptic and microbiological indicators.

The chemical composition of ground-water is formed mainly under the influence of physical and geographical conditions and the composition of water-bearing (absorbing) material as well as aeration zone through which the rainfall is filtered before reaching water mirror.

The practical significance of the work is consideration of the possibility of using water bodies (for drinking, household or other needs), determination of the causes of pollution and the ability of water to self-cleaning.

Kirillov district occupies an area of 5 400 sq km in Vologda region. On the territory of Kirillov district there is the specially protected National Park «Russian North» covering an area of 30 per cent of the region. In the Quaternary the entire territory of the National Park was covered by continental glaciers, last of which – Valdai left a small thickness of the moraine loam, clay and sandy loam formed the Belozersk - Kirillov ridge. Wide distribution of limestone caused the richness of boulder loams by fragments of limestone and their carbonate concentration as well as it influenced the quality of ground-water. Modern sediments are represented by alluvial sand, sandy loam, loam, lacustrine varve clay, small dealluvial thickness in the lower parts of the slopes and widespread peat deposits.

The research was conducted according to the current regulatory and technical documents using standard methods (photocolorimetric, titrimetric, visual and colorimetric methods) and with the use of field laboratory of testing water and soil extracts. Microbiological study was carried out using standard methods. Sources, springs and wells of Kirillov district (34) became the objects of the research.

The research helps draw the following conclusions: 94 per cent of the samples of investigated subterranean springs of noncentralized water supply do not meet hygienic standards in terms of sanitary and chemical indicators. 50 per cent of the samples have the increased hardness that is caused by podzolic and soddy podzolic soil developed on the carbonate moraine. 15 per cent of the samples found an excess of total iron caused by distribution of illuvial-humus and illuvial-ferruginous-humus podzols in the most humid areas of the northern taiga and tundra on the rocks of light granulometric composition (sandy-loam and others). Microbiological analysis shows the excess of sanitary standards of water quality of noncentralized water supply of Kirillov district of Vologda region in 38 per cent of the samples.

The analyses of drinking water in Kirillov district of Vologda region show that each of the studied samples is dangerous for the health considering its chemical composition. And every second sample is dangerous for the human health considering its bacterial composition.

Eco-passports for each of the studied water bodies have been prepared according to the research results, where the physical and chemical composition of the water and recommendations for use has been presented. When using water for household and drinking purposes, the inhabitants of Kirillov district need to purify the water using special filters (water purification from bacteria, removal of hardness salts - water softening). The results of the research have been published in mass media and presented on the site <http://www.ivo35.ru>.

The research has been carried out with the financial support of All-Russian public organization «Russian geographical society», registration number 65/2013-H7.

# Enzyme Bioluminescent Method for the Integrated Assessment of Soil Toxicity

Elizaveta Baigina<sup>1</sup>, Nadezhda Rimatscaya<sup>1</sup>, Elena Esimbekova<sup>2,1</sup>, Valentina Kratasyuk<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia, valkrat@mail.ru

<sup>2</sup>Institute of Biophysics, Siberian Branch of RAN, Krasnoyarsk, Russia

Soil is a vital natural resource for all organisms and for people as well. To identify effects of anthropogenic pollution the chemical analytical methods have used for a long time. In recent decades, fundamentally new methods of environmental assessment, biological ones, are being developed. Only bioassay reflects the impact of a potential threat to living organisms and possible consequences.

Bioluminescent enzymatic method is characterized by stability, high sensitivity and specificity. They are able to provide fast and reliable results.

Therefore, the aim of the research is to assess possibility to analyze soil toxicity by bioluminescent method.

We collected 15 soil samples from different areas in Krasnoyarsk city. Sample preparation was carried out in the accordance with the IPA FT 14.1: 2: 3: 4.11-04 16.1: 2.3: 3.8-04. Soil samples were dried at 105 °C for 1 hour, after cooling the soil sample was triturated in a mortar. Weighed soil portion was poured into fivefold volume of distilled water and the extract was filtered through a paper filter after 24 hours, and then centrifuged.

To analyze the samples we used bacterial coupled enzyme system NADH:FMN-oxidoreductase-luciferase. The residual luminescence T was examined. It is given by  $T = I / I_0 \times 100\%$ , where I was intensity of luminescence in presence the sample and  $I_0$  - luminescence intensity in presence of distilled water as a control sample.

Water extracts of soil had different color and turbidity, therefore, had different absorption properties. To take into account this fact we used the following equation (1):

$$I_0 = \frac{I(L)}{\sum_{i=1}^n \frac{g(\lambda_i)}{D_i(\lambda_i)(L/I)} [1 - \exp(-D_i(\lambda_i)(L/I))]}, \quad (1)$$

where I (L) - experimentally determined intensity of bioluminescence in the sample thickness L; g ( $\lambda_i$ ) - the proportion of bioluminescence intensity at the wavelength  $\lambda_i$  of the total intensity of bioluminescence;  $D_i(\lambda_i)$  - absorbance value of the test extract of the soil at the wavelength  $\lambda_i$  in the cell width l. Soil quality was determined by its toxicological characteristics, using the value of T. There were 3 groups of soil samples (table 1).

Table 1. Toxicological characteristics of analyzed soil samples

| Group number | T, %    | Toxicological characteristics of test soil |
|--------------|---------|--------------------------------------------|
| 1            | > 80    | non-toxic (permissible degree of toxicity) |
| 2            | 50 - 80 | middle toxic                               |
| 3            | < 50    | strongly toxic                             |

The measured parameters and the results of analysis of soils toxicity before and after correction are shown in Table 2.

Three of the analyzed samples were highly toxic. The same numbers of soil samples were not toxic at all, or had a permissible degree of toxicity. The sample N 10 (District Krasnoyarsk thermal power station (KrTPS)) showed the greatest toxicity and samples N1 (District Vetluzhanka) and N 14 (Central District) were the "cleanest" among all analyzed samples. As analyzed soils samples had different colors, it was necessity to clarify the residual luminescent intensity by calculated correction factor.

Table 2. Comparative analysis of individual characteristics and results of the bioluminescent analysis of soil samples.

| №  | Place of sampling                  | pH   | A <sub>420</sub> | T%    | Correction factor | T% corr. | Toxicity       |
|----|------------------------------------|------|------------------|-------|-------------------|----------|----------------|
| 1  | Vetluzhanka (lake)                 | 7,50 | 0,02             | 91,90 | 1                 | 91,90    | non-toxic      |
| 2  | Akademgorodok                      | 8,04 | 0,13             | 65,84 | 1,03              | 70,65    | toxic          |
| 3  | Island Tatyshev                    | 7,77 | 0,08             | 86,23 | 1                 | 86,23    | non-toxic      |
| 4  | Aluminum plant                     | 8,05 | 0,07             | 65,12 | 1                 | 65,12    | toxic          |
| 5  | Railway area (near the station)    | 8,03 | 0,19             | 68,31 | 1,06              | 72,34    | toxic          |
| 6  | Communal Bridge (under the bridge) | 7,89 | 0,44             | 38,43 | 1,06              | 40,92    | strongly toxic |
| 7  | Kirov District                     | 8,27 | 0,29             | 38,26 | 1,05              | 40,15    | strongly toxic |
| 8  | Leninsky District                  | 8,04 | 0,09             | 55,42 | 1                 | 55,42    | toxic          |
| 9  | Nykolaivka                         | 7,93 | 0,09             | 55,91 | 1                 | 55,91    | toxic          |
| 10 | KrTPS                              | 7,88 | 0,25             | 6,62  | 1,06              | 7,00     | strongly toxic |
| 11 | Solontsy                           | 8,12 | 0,15             | 87,17 | 1,03              | 89,35    | non-toxic      |
| 12 | Island Otdyha                      | 8,00 | 0,11             | 59,07 | 1,02              | 60,17    | toxic          |
| 13 | Tire Plant                         | 7,95 | 0,25             | 63,34 | 1,05              | 66,20    | toxic          |
| 14 | Central District                   | 7,98 | 0,09             | 93,31 | 1                 | 93,31    | non-toxic      |
| 15 | Sopka, hill                        | 7,23 | 0,07             | 68,51 | 1                 | 68,51    | toxic          |

A<sub>420</sub> is the value of soil samples absorption on  $\lambda=420$  nm

Bioluminescent assay characterizes by the advantages of high sensitivity and rapidity. We plan to develop universal bioluminescent assay suitable for soil toxicity monitoring.

The work was financially supported by the Russian Academy of Sciences (Program "Molecular and Cell Biology", grant No 6.8) and by the state contract between Ministry of Education and Science and Siberian Federal University, № 1762.



## Test-System for Ecotoxicity Assessment of Pollutants in Soil

Olga Boris

State Enterprise «SPCH», Minsk, Belarus, [olgaboris88@gmail.com](mailto:olgaboris88@gmail.com)

Currently used for agricultural production chemical plant protection, which are often toxic dangerous weapon under the gun which are not so pests as representatives of mesofauna. In this regard, we need to evaluate the toxic effect of the drugs used. Earthworms - a dominant and numerous representatives of soil and soil-forming organisms in all biogeocenoses. By their number and the state can be judged on the extent of soil contamination.

In soils with high humus content (black soil, 10%), the density is  $2.4 \text{ g/cm}^3$ , and in low-humus (sod-podzolic, 2.5%) -  $2.6 \text{ g/cm}^3$ . Lower density (mineral) horizons with a minor amount of organic close to that of the most common minerals:  $2.6 - 2.7 \text{ g/cm}^3$ .

Under the influence of recreational load, the soil is compacted, changed its porosity, aeration is abnormal, change the conditions of life for all inhabitants of the soil - from mesofauna to higher plants and vertebrates.

Need to expand bioindicative methods for assessing the state of the environment dictates the need for new test systems.

Most common in the bioassay are such integral parameters such as survival, growth, reproduction test organisms. The bioassay of pesticides - an assessment of the extent of their toxic effect on the response of the body that are used as test objects. For rapid analysis of the toxic effect of pesticides convenient test object are lumbricids (earthworms) as pollutants cause rapid response of animals, which depends not only on the duration of contamination, but also on the dose of the contaminant.

The purpose of research - development of methods and systems evaluation of ecotoxicity using earthworm *Eisenia foetida*. We plan to apply the methods to assess the crop protections and industrial wastes. There are the conditions of artificial soil pollution in tests.

In experiments using the test for acute toxicity, based on the determination of survival and behavioral responses of earthworms when exposed to the test pollutant. Survival is determined by the average number of test objects that have survived the test soil during the exposure. Toxicity criterion is the death of 50% or more earthworms in 7 days.

Indicator of behavioral responses of animals - their rate of burrowing into the ground. Toxicity criterion is the lack of burying test objects in the soil, the active crawling on its surface, and attempts to leave the dishes.

According the OECD guideline Earthworm reproduction test the adult worms are exposed to a range of concentrations of the test substance either mixed into the soil or applied to the soil surface. The range of test concentrations is selected to encompass those likely to cause both sub-lethal and lethal effects over a period of eight weeks. The limit test corresponds to one dose level of  $1000 \text{ mg/kg}$ . This study includes the observation of unusual behaviour and morphology, the counting and weighing of the adult worms after the four primary weeks, the number of juveniles hatched at the end of the second 4-week period. The reproductive output of the worms exposed to the test substance is compared to that of the control(s) in order to determine the no observed effect concentration (NOEC) and/or EC<sub>x</sub> by using a regression model to estimate the concentration that would cause a x % reduction in reproductive output. The test concentrations should bracket the EC<sub>x</sub> so that the EC<sub>x</sub> then comes from interpolation rather than extrapolation.

The use of these tests will allow to select the least toxic crop protections for the ecosystem. These research will contribute to a more accurate ranking of industrial wastes by hazard class. This will enable to reduce the chemical load on the people.

## Фракционно-групповой состав органического вещества дерново-подзолистой песчаной почвы разной степени ее оптимизации

Е.Е. Гаевский

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, gaevski@rambler.ru

Полевые опыты проводили в 2012-2013 гг. на базе хозяйства «ПМК-16 АГРО» Борисовского р-на Минской обл. (Беларусь) на дерново-подзолистой связнопесчаной почве.

Схема полевого опыта включала 5 вариантов: на опытные деланки площадью 50 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности вносили суглинок из расчета 100, 200, 300 и 400 т/га, а также торфонавозный компост в дозе 200 т/га при соотношении навоза и торфа 1:1.

Изучение фракционно-группового состава гумуса показало, что торфование и землевание оказывало положительное влияние на его качественный состав (табл. 1).

Таблица 1. Изменение фракционно-группового состава органического вещества в пахотном горизонте дерново-подзолистой песчаной почвы при ее окультуривании, % от С<sub>общ</sub>

| Вариант                                          | С <sub>общ</sub> | ГК-1 | ГК-2 | ГК-3 | Сумма ГК | ФК-1а | ФК-1 | ФК-2 | ФК-3 | Сумма ФК | Негидролизуемый остаток | С <sub>гк</sub> :С <sub>фк</sub> |
|--------------------------------------------------|------------------|------|------|------|----------|-------|------|------|------|----------|-------------------------|----------------------------------|
| Многолетние травы 1-го года пользования, 2012 г. |                  |      |      |      |          |       |      |      |      |          |                         |                                  |
| 1                                                | 0.93             | 15   | 3    | 14   | 32       | 6     | 12   | 13   | 6    | 37       | 31                      | 0.8                              |
| 2                                                | 1.74             | 13   | 6    | 15   | 34       | 5     | 13   | 10   | 7    | 35       | 31                      | 1.0                              |
| 3                                                | 1.86             | 14   | 7    | 16   | 37       | 5     | 13   | 8    | 7    | 33       | 30                      | 1.1                              |
| 4                                                | 2.15             | 17   | 6    | 16   | 39       | 2     | 14   | 7    | 8    | 31       | 30                      | 1.2                              |
| 5                                                | 2.32             | 12   | 10   | 18   | 40       | 2     | 14   | 6    | 8    | 30       | 30                      | 1.3                              |
| Многолетние травы 2-го года пользования, 2013 г. |                  |      |      |      |          |       |      |      |      |          |                         |                                  |
| 1                                                | 0.99             | 16   | 2    | 16   | 34       | 5     | 11   | 14   | 6    | 36       | 30                      | 0.9                              |
| 2                                                | 1.86             | 14   | 3    | 18   | 35       | 3     | 12   | 12   | 7    | 34       | 31                      | 1.0                              |
| 3                                                | 2.03             | 13   | 5    | 19   | 37       | 3     | 11   | 10   | 8    | 32       | 31                      | 1.1                              |
| 4                                                | 2.20             | 15   | 5    | 18   | 38       | 3     | 11   | 8    | 9    | 31       | 31                      | 1.2                              |
| 5                                                | 2.38             | 12   | 7    | 21   | 40       | 3     | 10   | 8    | 9    | 30       | 30                      | 1.3                              |

На третий-четвертый год исследований наблюдалась такая же тенденция, как и в предыдущие годы оптимизации: увеличивалась доля гуминовых кислот и уменьшался удельный вес фульвокислот по сравнению с контролем. В результате этого возрастало отношение С<sub>гк</sub> : С<sub>фк</sub>, что свидетельствует о сохранении темпов гумификации органического вещества под действием оптимизации песчаной почвы. Следует отметить, что содержание гуминовых кислот возрастало главным образом за счет ГК-2, т.е. фракции, связанной с кальцием, а также, что немало важно, за счет ГК-3, т.е. фракции, связанной с глинистыми минералами. Важно заметить также и то обстоятельство, что в группе фульвокислот возрастала доля ФК-3, т.е. фульвокислот, связанных с глинистыми минералами. Это свидетельствует о том, что в результате улучшения дерново-подзолистой песчаной почвы органическое вещество превращается в менее подвижные формы. Оно становится более устойчивым против разрушения и вымывания, а, следовательно, более способным к закреплению и накоплению в верхних слоях почвы. И эти качества органического вещества сохранялись на третий-четвертый год после проведенного окультуривания. Усиление устойчивости органического вещества песчаной почвы в условиях ее оптимизации достигается за счет образования органоминеральных комплексов с глинистыми минералами.

В результате наших исследований показана высокая эффективность разового внесения высоких доз торфонавозного компоста и суглинка для оптимизации свойств дерново-подзолистой песчаной почвы. В результате окультуривания дерново-подзолистой песчаной почвы показатели ее плодородия сохраняются на оптимальном уровне на третий-четвертый год при возделывании сельскохозяйственных культур, что обеспечивает существенное повышение урожая и качества возделываемых культур.

## Effect of sim-triazine (S-triazine) herbicides on soil microorganisms

Elena Ivanova<sup>1</sup>, Oksana Ksenofontova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Research Saratov State University, Saratov, Russia, ms.eviv@mail.ru

Pesticides S-triazine group is widely used in agriculture for many years. Violation of the rules and regulations of their use leads to the contamination of soil with agrochemicals. Soil contamination by pesticides sim-triazine group alters the composition and abundance of actively functioning groups of soil microorganisms that provide soil-forming processes.

Determination of the toxic action of the herbicide into the soil and the duration of its impact on soil microorganisms. Determination of physiological groups of soil microorganisms that are resistant to different concentrations of the pesticide. Possibility of adaptation of microorganisms. Soil microbial population dynamics depending on the concentration of the pesticide.

In soil introduced three doses of pesticide: 10 MPC (maximum permissible concentration) (5 mg / kg), 100 MPC (50 mg / kg), and 1000 MPC (500 mg / kg). Research of the samples of contaminated soils has focused on the number of heterotrophic bacteria, actinomycetes and fungi micromycetes.

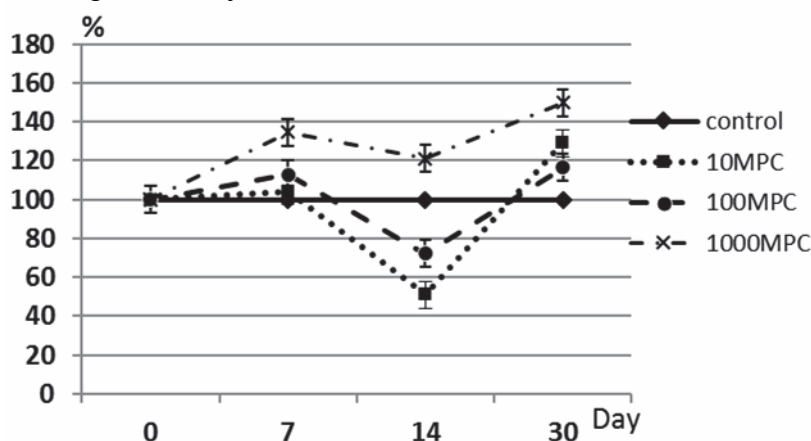


Figure 1. Population dynamics of heterotrophic bacteria in the soil containing pesticide prometrin

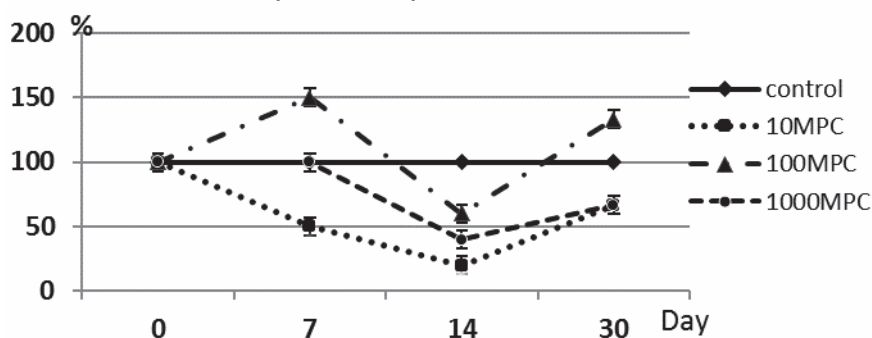


Figure 2. Population dynamics of fungi micromycetes in the soil containing pesticide prometrin

The number of microorganisms in soil containing various concentrations of S-triazine herbicide prometryn, was determined by serial dilutions of the suspension on the soil 7day 14 day and 30 day experiment. Microscopy of isolated cultures showed the qualitative composition of the group of stable soil microorganisms.

Experiments have shown the ability to adapt to Prometryn fungi and heterotrophic bacteria. Dominated position occupied by Gram-negative bacteria of the genus *Pseudomonas*.

## Распространение и некоторые свойства микроорганизмов, выделенных из различных природных субстратов Казахстана

Лилия Сериковна Каримова, Наталья Леонидовна Нечай,  
Валентина Ванифатьевна Ремеле

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции», Астана, Казахстан, microbiol\_lab@mail.ru

Микроорганизмы широко применяются в современной биотехнологической промышленности, поскольку являются продуцентами множества активных биологических веществ.

В ТОО «КазНИИ переработки сельскохозяйственной продукции» создана, изучается и регулярно пополняется коллекция микроорганизмов, которые могут быть использованы при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции.

Проведены микробиологические исследования 30 проб различных природных субстратов (почвы, перегноя, навоза, сена, соломы, древесины и коры сосны, лесной подстилке и др.) Костанайской, Карагандинской и Акмолинской областей Республики Казахстан за период 2012-2013 г.г. В результате установлено, что общее количество микроорганизмов в пробах варьировало в пределах от 198,0 до 1509,0 тыс/г.

Максимальное количество микроорганизмов в пробах было установлено: в навозе до 1509 тыс/г, в лесной подстилке до 1423 тыс/г.

Во всех пробах наиболее распространенными представителями микромицетов были грибы родов *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Alternaria*, количество которых не превышало 60 тыс/г.

Среди бактерий преобладали рода *Micrococcus*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Bacillus* и прочие с количеством до 1500 тыс/г.

Наибольшее количество микромицетов обнаружено в пробах: древесины сосны – до 60,0 тыс/г, сена – 45,0 тыс/г, соломы – 43,0 тыс/г, листовного опада – 43,0 тыс/г, навоза – 39,0 тыс/г, коры сосны – 28,0 тыс/г, перегноя 19,0 тыс/г, почвы – 18,0 тыс/г.

Высокая численность бактерий отмечалась в пробах навоза до 1500 тыс/г, лесной подстилке до 1380 тыс/г, сене – 1100 тыс/г.

На среде Гетчинсона с Na-KMЦ были выделены микромицеты, обладающие высокой целлюлозолитической активностью родов *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Paecilomices* и другие, среди бактерий обнаружены представители рода *Bacillus*.

Максимальное количество микромицетов с целлюлозолитической активностью (9,0 тыс/г) выделено из верхнего слоя почвы агроценоза, минимальное – с коры тополя (0,5 тыс/г).

Известно, что бактерии вида *Bacillus subtilis* широко используются в биотехнологической промышленности, так как являются продуцентом широкого круга веществ, в частности обладают антагонистической активностью, на основе чего создаются биопрепараты фунгицидного действия.

По результатам изучения антагонистической активности бактериальных культур методом агаровых блоков, отобран штамм *Bacillus* № 86, выделенный из пробы перегноя Карагандинской области, который проявлял высокую антагонистическую активность по отношению к фитопатогенным грибам *Fusarium oxysporum*, *Alternaria alternata*, *Bipolaris sorokiniana* и др., зона лизиса мицелия составляла до 20 мм.

Таким образом, штамм *Bacillus subtilis* 86 (В-477 депозитор) запатентован в качестве антагониста фитопатогенных грибов (Инновационный патент РК № 28823), рекомендован как основа для создания биопрепарата направленного действия.

## **Влияние нефтяных загрязнений на физиологическую активность почвенных микробных сообществ**

Л.К. Каримуллин, А.А. Вершинин, А.М. Петров

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия, Karlenar@yandex.ru

Интенсивная техногенная деятельность человека направленная на увеличение добычи, транспортировки, переработки и использования нефти приводит к увеличению масштабов загрязнения окружающей среды. Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов заметно ухудшают экологическое состояние почвенного покрова, снижает плодородие почв.

Несмотря на техногенные воздействия, основным фактором, регулирующим биохимические процессы, происходящие в почве, является физиологическая активность почвенных микробных сообществ.

Именно поэтому уровень физиологической активности является одним из определяющих показателей при установлении последствий влияния нефтяных загрязнений на почвенные микробные сообщества в ходе проведения рекультивационных и иных восстановительных работ. В связи с этим, целью данной работы являлось изучение ферментативной и респираторной активности почв при разном содержании нефтепродуктов.

В работе, в качестве объектов исследования использовались образцы подзолистой супесчаной, дерново-подзолистой супесчаной, дерново-подзолистой среднесуглинистой, серой лесной легкосуглинистой, аллювиальной луговой супесчаной, аллювиальной дерновой тяжелосуглинистой и торфяной «чистых» и загрязненных нефтью почв характерных для центрального региона России. В качестве загрязненных использовались образцы нефтесодержащих почв, предварительно выдержанных в полевых условиях в течение 4-9 месяцев.

Подготовка проб к анализу осуществлялась согласно ГОСТ 29269-91. Определение суммарного содержания нефтепродуктов (НП) в почве проводили согласно ПНД Ф 16.1:2.2.22-98. Опытные варианты почв с содержанием НП в интервале концентраций от 0,025 до 6,4-24,3 г/кг готовились путем смешения весовым методом загрязненных и чистых образцов исследуемых почв. Контролем служила незагрязненная почва.

Ферментативная активность чистых (контрольных) образцов изменялась в широком диапазоне. Каталазная активность варьировала в пределах от 0,18 мг  $H_2O_2$  / г в аллювиальной дерновой до 2,03 мг  $H_2O_2$  / г в торфяной, уреазная от 0,16 мкг N/г·час в подзолистой до 0,90 мкг N/г·час в аллювиальной луговой, а протеазная от 27,98 мкг аминокислот/г·сут. в подзолистой до 161,24 мкг аминокислот/г·сут. в аллювиальной дерновой почве.

Присутствие в подзолистой супесчаной почве НП в концентрации 0,9 г/кг приводило к 1,2-кратному росту каталазной активности. При увеличении содержания поллютанта в почве до 6,4 г/кг наблюдалось ингибирование ферментативной активности - она была в 1,6 раза ниже, чем в чистой почве.

В экспериментах с дерново-подзолистой супесчаной и серой лесной почвами повышение концентрации НП до 1,1 и 1,4 г/кг соответственно, способствовало росту каталазной активности. При дальнейшем увеличении содержания поллютанта в почве уровень активности практически не менялся.

Аллювиальная дерновая почва характеризовалась ростом активности фермента при концентрациях НП до 7,8 г/кг. Дальнейшее увеличение содержания углеводов в почве приводило к незначительному снижению процесса катализа окисления пероксида водорода.

Наиболее чувствительными к присутствию н-алканов, из изученных почв, явились микробные сообщества торфяной и аллювиальной луговой почв. Концентрации НП в торфяной почве выше 1,2 г/кг приводили к ингибированию фермента каталазы, а уровень каталазной активности аллювиальной луговой почвы монотонно снижался при увеличении содержания поллютанта до 9,9 г/кг.

Фермент уреазы, отвечающий за гидролиз мочевины до диоксида углерода и аммиака, в подзолистой супесчаной почве при увеличении содержания НП характеризовался прямо-пропорциональным ростом и при концентрации поллютанта 6,4 г/кг был в 3,5 раза выше, чем в чистой почве.

Увеличение содержания НП в торфяной почве до 8,5 г/кг приводило к незначительному росту активности фермента. Дальнейшее повышение содержания н-углеводородов в почве до 24,3 г/кг сопровождалось 3,9-кратный ростом уреазной активности.

В экспериментах с серой лесной и дерново-подзолистой среднесуглинистой почвами, при содержании поллютанта от 4,2 и 4,6 г/кг уреазная активность росла до значений в 2,0 и 1,3 раза превышающих активность чистых почв.

Концентрации поллютанта 2,5 г/кг и 7,8 г/кг явились предельными, при которых наблюдался рост уреазной активности в дерново-подзолистой супесчаной почве до значений 1,35 мкгN/г\*час и 1,12 мкгN/г\*час - в аллювиальной дерновой почве. Уреазная активность аллювиальной луговой почвы на всем испытанном концентраций загрязнителя была на уровне чистых почв.

Что касается протеазной активности, то в подзолистой, аллювиальной дерновой, дерново-подзолистой среднесуглинистой и серой лесной почвах, увеличение содержания НП приводило к росту активности фермента. В аллювиальной луговой и дерново-подзолистой среднесуглинистой почв не наблюдалось изменение уровня протеазной активности в испытанном диапазоне содержания поллютанта.

Параллельно с определением ферментативной активности, нами были проанализированы содержание углерода микробной биомассы ( $C_{Mic}$ ) и значения коэффициентов микробного дыхания ( $Q_R$ ), производных от скорости базального и субстрат-индуцированного дыхания.

Согласно полученным данным, содержание углерода микробной массы в чистых почвах варьировало от 170 мкгC/г в подзолистой до 875 мкгC/г в торфяной почвах. Значения коэффициента микробного дыхания изучаемых почв изменялось в интервале от 0,14 до 0,33, что указывает на их относительно благополучное состояние.

Проведенные расчеты показали, что внесение дополнительного органического субстрата практически не влияло на концентрацию  $C_{Mic}$  в дерново-подзолистой супесчаной почве. Подзолистая, аллювиальная луговая, аллювиальная дерновая, дерново-подзолистая среднесуглинистая почвы отвечали увеличением содержания углерода микробной массы на повышение концентрации поллютанта в почвах. В торфяной почве  $C_{Mic}$  пропорционально возрастало только при концентрациях НП 8,4 г/кг и выше.

Результаты биохимических исследований нефтезагрязненных почв показывают, что для большинства изученных почв в испытанных диапазонах содержания поллютанта не наблюдается ингибирование каталазной, уреазной и протеазной активности. По воздействию на ферментативную активность наиболее чувствительны к присутствию НП микробные сообщества аллювиальной луговой и торфяной почв. Экспериментальные данные респираторной активности указывают на низкую устойчивость микробного пула аллювиальной луговой почвы к изучаемым токсикантам.

## Biodiagnostics of Soils under Different Farming Systems

T.G. Koltsova, L.M. Sungatullina, B.R. Grigoryan

Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia, t@shmain.ru

The authors have carried out biodiagnostics ecological state of dark gray heavy loamy forest soils in agroclimatic conditions of the forest-steppe province of northern part of the Volga Upland under the conventional system of agriculture, characterized by high pesticide loads, high doses of applied mineral fertilizers, lack of soil conservation agrotechnical measures and methods of biological crop protection; the conversion period (the transitional from conventional to organic farming); organic (ecological) farming system (long-term non-pesticidal adaptive ecological-landscape system of farming with the widespread introduction of soil conservation, erosion control measures, methods of biological crop protection, with low doses of applied mineral fertilizers); perennial mesophytic forb meadow.

According to our data in the soils under the conventional system of agriculture were low percentage of occurrence of free-living nitrogen-fixing microorganisms of the genus *Azotobacter*, which are sensitive indicators of pollution and soil fertility. In soils of organic agroecosystems value of the indicator is in the range of 87-100%, and significantly higher values of total number of soil microorganisms. It is noted that soils in organic agroecosystems in comparison with the soils under conventional farming system have a 1.5-2.4 times higher density of soil mesofauna, in 3.5-6 times higher density of earthworms, higher the number of taxonomic groups of soil invertebrates – an average of 2.3 times, higher the species diversity of herpetobiont beetles – an average of 1.5 times. Organic farming contributes to increase the species diversity, polydominant structure and equalization of communities of soil micromycetes in agroecosystems. In general, the fauna of soil organisms in organic agriculture differs by more stable, diverse and long-lasting composition of the community, contributing to the sustainable development of agroecosystems and the conservation of soil resources. It is determined that pedotrophic coefficient (the ratio of the number of microorganisms grown on the soil agar, to the number of microorganisms grown on the meat-peptone agar), which characterizes the degree of mineralization of soil organic matter, about 2-3 times lower in the soils of organic agroecosystems in comparison with the soils under conventional farming systems, which indicates a high rate of depletion of reserves of humus in the soils under conventional, intensive land use.

For a comprehensive evaluation of the biological activity of the soil we used the method of determining the integral index of ecological and biological condition of the soil. In a set of informative indicators of ecological and biological properties of the soil under agricultural use by us are included microbiological and biochemical parameters (number of soil bacteria, including sporeforming bacteria, actinomycetes, percentage of occurrence of microorganisms of the genus *Azotobacter*, the activity of soil respiration, taxonomic diversity and biomass micromycetes), zoological and some physico-chemical properties of soils.

It is noted that the decrease the value of the integral index in compared with the corresponding parameter for the soil of perennial mesophytic forb meadow the most (up to 46%) in areas under conventional agriculture, the degree of soil degradation which can be described as strong. The low degree of degradation processes (decrease of the index to 16%) is typical for the soils under adaptive ecological-landscape system of agriculture. Ecological and biological state of the soils of conversion areas is intermediate between field areas in conventional and organic farming (decrease of the index to 32%). Thus, the use of the integral index of ecological and biological state of the soil allowed to reveal significant differences between the experimental fields under different farming systems.



## Bioluminescent Enzymatic Assay in Ecology

Valentina Kratasyuk<sup>1,2</sup>, Elena Esimbekova<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup>Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia, valkrat@mail.ru

<sup>2</sup>Institute of Biophysics, Siberian Branch of RAN, Krasnoyarsk, Russia

The problem of how to detect, identify and measure the contents of the numerous chemical compounds is important for environmental monitoring, food product monitoring and medical diagnostics. We proposed Bioluminescent Enzyme System Technology (BEST), where the bacterial couple enzyme system: NADH-FMN oxidoreductase-luciferase (R+L) substitutes for living organisms. In the presence of toxic agents, enzymes from luminous bacteria more closely reflect the toxicity of living organisms than does the use of chemical analysis. BEST was introduced to facilitate and accelerate the development of cost-competitive enzymatic systems for use in biosensors for medical, environmental, and industrial applications.

The main purpose of an enzyme bioassay is to detect toxic properties in tested substances and mixtures by their effect on the bioluminescence parameters of the coupled enzymatic system (L+R) (fig. 1).

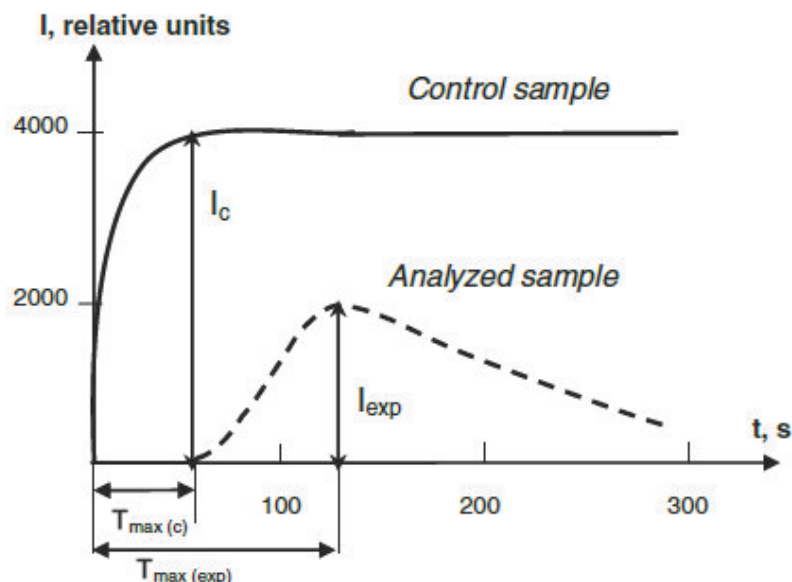


Figure 1. Kinetics of light emission in the control sample and in the presence of toxic compounds or analyzed water.  $I_c$  and  $I_{exp}$  are the values of the maximum light emission intensity for control and analyzed samples correspondingly;  $T_{max}$  is the time when the coupled enzymatic system reached the luminescence maximum.

When analyzing toxicity of the water samples, the luciferase index (LI) or toxicity coefficient (TC) are calculated according to the formulas:

$$LI = (I_{exp}/I_c) \cdot 100\%; \quad TC = [(I_c - I_{exp})/I_c] \cdot 100\%.$$

LI and TC are the residual luminescence and the degree of inhibition of the bacterial coupled enzyme system R+L in the presence of analyzed sample correspondingly and  $TC = 100 - LI$ . The criterion of toxicity is a 50% decrease in the maximum luminescence level of the bacterial coupled enzyme system after the analyzed sample is added, as compared to the luminescence level in the control sample. The water's quality was determined by its toxicological characteristics, using the value of the biologically safe dilution, established by Russian Federation standards, according to Table1.

Table 1. Toxicological characteristics of analyzed water in accordance with its dilution factor.

| Dilution factor of test water | Toxicological characteristics of test water |
|-------------------------------|---------------------------------------------|
| 1                             | Nontoxic                                    |
| 2                             | Slightly toxic                              |
| from 3 to 10                  | Toxic                                       |
| from 11 to 50                 | Highly toxic                                |

For widespread use of BEST, the multicomponent reagent “Enzymolum” has been developed, which contains the bacterial luciferase, NADH:FMN-oxidoreductase, and their substrates, co-immobilized in starch or gelatin gel (fig. 2). Several ways to increase the reagent's sensitivity to toxic substances were suggested; conditions were selected to make it possible to determine, with maximum efficiency, the content of toxic substances corresponding to a certain maximum permissible concentration. Applying the immobilized reagent significantly reduces the time needed for analysis. Indeed, the reagent includes all the components necessary for analysis: enzymes and their substrates; the reagent maintains long-term activity without special storage conditions and resistance to changes in physical and chemical environmental factors, including pH, ionic strength, and temperature. “Enzymolum” can be integrated as a biological module into the portable biodetector– biosensor originally constructed for personal use.

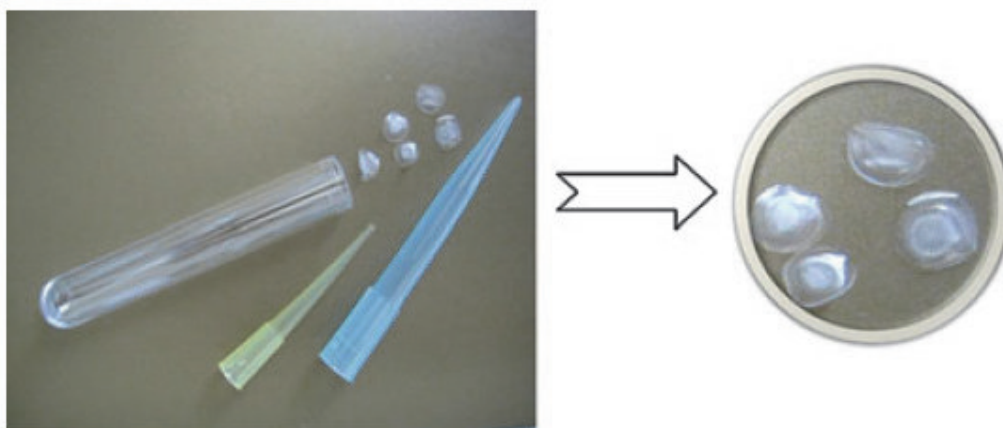


Figure 2. The multicomponent reagent “Enzymolum” is a disk of dried film, diameter 6–7 mm; dry weight  $1.5 \pm 0.2$  mg.

Bioluminescent assays were used also for monitoring of air and soil pollution. The advantages of enzymatic assays are their rapidity (the period of time required does not exceed 3–5 min), high sensitivity, simplicity and safety of procedure, and possibility of automation of ecological monitoring; the required luminometer is easily available.

The work was financially supported by the Russian Academy of Sciences (Program “Molecular and Cell Biology”, grant No 6.8) and by the state contract between Ministry of Education and Science and Siberian Federal University, № 1762.

## Опыт биотестирования природных вод (на примере дельты р. Дон)

Ф.Г. Курбанова<sup>1</sup>, Т.С. Кошовский, А.Н. Ткаченко, О.В. Ткаченко, А.И. Васиуллина, М.В. Шумкова

МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, Nirvana451f@mail.ru

Работа по биотестированию проб воды в дельте реки Дон проводилась в рамках комплексного изучения аквальных ландшафтов дельты в зимний период. Исследования проводились совместно с Южным научным центром РАН в период с 27 января по 6 февраля 2013 года. Пробы воды и льда отбирались в различных водных объектах дельты: на р. Дон в черте г. Ростов-на-Дону, на р. Кагальник, в гирле Свиное (дельта р. Дон), во взморье на акватории Таганрогского залива.

В отобранных пробах воды проводилось биотестирование в лаборатории экотоксикологического анализа почв Почвенного факультета. Выбранные пробы воды анализировались на двух биотест-системах: цериодафний *Ceriodaphnia affinis* и микроводорослей *Scenedesmus quadricauda*.

Биотестирование на цериодафниях проводится 48 часов в климатостате со стандартной температурой и освещённостью. В результате опыта вычисляется процент погибших и выживших особей в изучаемых пробах; таким образом, оценивается степень токсичности воды.

Полученные результаты свидетельствуют о низкой токсичности проб воды, в т.ч. в черте города. Повышенная смертность наблюдается в пробах воде с взморья (Таганрогский залив, точка 1308) и в реке Кагальник (точка 1302). Вероятно, это связано не с повышенной токсичностью воды, а сравнительно высокой минерализацией (3,2 и 2,2 г/л соответственно при среднем значении по дельте 0,9 г/л)



Рис. 1. Результаты биотестирования проб воды

Биотестирование на микроводорослях также проводилось в течении 48 часов; однако, в этом тесте определяется репродуктивная способность (повышение количества экземпляров в сравнении с холостой пробой). Холостая проба помещалась в холодные условия, размножение водорослей в которой не происходит; параллельно ставился контрольный образец в колбе с питательной средой Успенского №1.

Результаты биотестирования с использованием микроводорослей показали сниженные значения количества водорослей в исследуемых пробах по сравнению с контролем (рис. 1). Наблюдается обратная ситуация по сравнению с биотестом на цериодафниях: максимальные количества микроводорослей образовалось в пробе воды с р. Кагальник (точка 1302); велики количества (более 2,5 млн шт/мл) микроводорослей и в пробах воды со взморья. Это объясняется благоприятным воздействием на культуру организмов высокого содержания растворённых минеральных соединений. Наименьшее количество микроорганизмов выросло в пробе 1312, что может являться свидетельством ингибирующего влияния химических соединений, поступающих в воду в пределах города Ростов-на-Дону.

На развитие микроорганизмов-продуцентов среди исследованных показателей основным является уровень минерализации и содержание элементов питания. В водах с низкими значениями концентрации биогенных веществ выявлено снижение уровня роста организмов при биотестировании. Ингибирование роста организмов замечено в пробах, отобранных в черте города Ростова-на-Дону.

## Assessment of Organic Matter Biodegradation as Criterion of Soil Ecological Quality

Julia Kypriyanova, Elizaveta Karavanova, Galina Koptsik

Faculty of Soil Science, Moscow State University, Moscow, Russia, yuli4k.kupryanowa@yandex.ru

Biodegradation (mineralisation) of organic matter is among the most important indicators characterizing ecological quality of soils and biogeochemical cycle of carbon in forest ecosystems. The northernmost forest ecosystems of the Kola Subarctic during half a century experience powerful technogenic impact. The main contribution to environmental pollution is made by gas-and-dust emissions of the mining and metallurgical combines "Pechenganikel" and "Severonikel". Atmospheric pollution by SO<sub>2</sub> and heavy metals, mainly nickel and copper, leads to technogenic digression of forests ecosystems and disturbs fluxes and pools of carbon and other elements (Kashulina et al., 1997; Koptsik et al., 2001). Being on the border of the atmosphere and soil, surface soil organic horizons the first experience the impact of atmospheric pollutants (Koptsik, Koptsik, 2000). Toxic effects of heavy metals are able to slow down the decomposition processes (Bååth, 1989). Despite relevance of the problem mineralisation rate of organic matter in subarctic ecosystems needs specification, and in the conditions of industrial pollution is little studied. The aim of our research is to assess biodegradation (mineralisation) rate of organic matter in surface soil organic horizons and its changes under the influence of air pollution in forest ecosystems of the Kola Subarctic. Biodegradation rate of organic matter in surface soil organic horizons in the background and polluted pine and spruce forests was estimated in incubation experiments with the latest modern method of manometric determination of biochemical oxygen demand (BOD) by OxiTop® Control B6M instrumentation system (WTW, Weilheim; Platen, Gießen-Friedberg, 2000).

In soil organic horizons, consumption of oxygen is limited to amount of the available organic substances capable to be oxidized in the presence of oxygen during the time of the experiment. In such cases at a temperature of incubation of 20±1°C the consumption of oxygen can be interpreted as BOD. It is established that the more available organic substances is contained in a sample, the more oxygen is required for their oxidation, i.e. the BOD (the sum of the consumed oxygen, Δm) is higher. Existence of substances which are slowing down biochemical processes such as heavy metals arriving as a part of gas-and-dust emissions reduces BOD, indicating pollution. Therefore respiratory activity of forest soils can be used as criterion of their quality and pollution.

During a month of incubation the samples of soil organic horizon from background pine forest with lichens consume 3.0 mg O<sub>2</sub>/g on average, and the samples from spruce forest with dwarf shrubs and green mosses consume 2.3 mg O<sub>2</sub>/g (Table 1). Mineralization rate of organic matter in pine forest is rather constant whereas it strongly varies in spruce forest. As a result of technogenic pollution the rate of organic matter mineralization in sparse pine and spruce forests decreases on average to 1.9 and 1.8 mg O<sub>2</sub>/g respectively.

Our results are in line with the previous obtained data on soil respiration in the Kola region. Soil respiration — release of carbon dioxide and absorption of oxygen by the soil — can be considered an integral indicator of the soil biological activity. Release of carbon dioxide from the soil reflects the rate of organic matter mineralization, activity of soil biota, and according to numerous data is directly related to ecological quality of soils and their fertility. In the vicinity of the Severonikel smelter, soil respiration decreases significantly comparing with the background forests (Kadulin, Koptsik, 2013). The intensity of the *in situ* soil respiration in the background spruce forests reaches 120–290 mg C-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> per h. In the impact zone of the smelter, it decreases to 90–140, 30, and 15–30 mg C-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> per h at the stages of spruce defoliation, sparse spruce–birch forest, and technogenic barrens of the technogenic succession, respectively.

Table 1. Properties of soil organic horizons in background and polluted pine and spruce forests at different distances from the pollution sources in the Kola Subarctic

| Forest type                                      | Distance | $\Delta m$           | C    | N    | C:N | pH <sub>H2O</sub> | Ni    | Cu    |
|--------------------------------------------------|----------|----------------------|------|------|-----|-------------------|-------|-------|
|                                                  | km       | mg O <sub>2</sub> /g | %    | %    |     |                   | mg/kg | mg/kg |
| Pine forest with lichens                         | 41       | 3.0                  | 36.2 | 0.62 | 68  | 3.9               | 12    | 2.4   |
| Technogenic sparse pine forest                   | 8        | 1.9                  | 32.8 | 0.71 | 54  | 3.9               | 240   | 86    |
| Spruce forest with dwarf shrubs and green mosses | 64       | 2.3                  | 45.1 | 1.0  | 53  | 4.2               | 9.2   | 2.1   |
| Technogenic sparse spruce forest                 | 7        | 1.8                  | 38.7 | 1.2  | 38  | 4.5               | 250   | 300   |

Intensity of BOD is related to such properties of soil organic horizons as carbon and nitrogen content, C: N ratio, Cu and Ni pollution level. Biodegradation rate is higher in background pine forest testifying the smaller initial decomposition degree of its organic matter in comparison with spruce forest. In connection with digression of forest stands surface soil organic horizons in technogenic sparse forests are practically not updated by fresh litter for a long time and consist of old organic matter. Therefore the biodegradation rate in technogenic sparse forests is less, than in background forests. Delay of biodegradation of organic matter in the polluted forests in comparison with the background can be caused also by toxic impact of heavy metals on microbiota. Thus the obtained data can help in proper estimation of decomposition processes and their changes under the impact of industrial air pollution in forest ecosystems. The newest modern manometric method of BOD determination with OxiTop<sup>®</sup> Control B6M instrumentation system can be used for evaluation of soil ecological quality, for diagnostics and monitoring of technogenic pollution and remediation of polluted soils.

#### Literature

Bååth E. Effects of heavy metals in soil on microbial processes and populations (a review) // *Water, Air and Soil Pollution*. 1989. V. 47 (3-4). P. 335-379.

Kadulin M.S., Koptsik G.N. Emission of CO<sub>2</sub> by soils in the impact zone of the Severonikel smelter in the Kola Subarctic region // *Eurasian Soil Science*. 2013. V. 46. No. 11. P. 1107–1116.

Kashulina G., Reimann C., Finne T.E., Halleraker J.H., Äyräs M., Chekushin V.A. The state of the ecosystems in the central Barents region: scale, factors and mechanism of disturbance // *The Science of the Total Environment*. 1997. V. 206. P. 203-225.

Koptsik G., Koptsik S., Aamlid D. Pine needle chemistry near a large point SO<sub>2</sub> source in Northernmost Europe. // *Water, Air and Soil Pollution*. 2001. V. 130. P. 929-934.

Koptsik S.V., Koptsik G.N. Multivariate Statistical Analysis of Response of Forest Soil Litter to the Air Pollution // *Russ. J. Ecol. - Engl. Tr.* 2000. V. 31 (2). P. 74-81.

Platen P., Gießen-Friedberg F.H. Validation of the OxiTop<sup>®</sup> measuring system for the determination of respiratory activity in soils and other solids // *Biological Degradability: Determination by simplified manometric measuring methods*. 1st Symposium, 26th September 2000. Ludwigshafen, 2000. P. 1-15.

## Способность микроскопических грибов утилизировать углеводороды нефти

Н.Л. Нечай, Т.С. Ермаккалиев, А.А. Какимжанова

РГП «Национальный центр биотехнологии» КН МОН РК, Астана, kakimzhanova@biocenter.kz

На протяжении нескольких десятилетий нефть и нефтепродукты остаются приоритетными загрязнителями окружающей среды.

В современных условиях развития добывающей отрасли в Казахстане актуальным остается вопрос очистки окружающей среды от нефтяного загрязнения.

Биодеградация нефти в природе осуществляется последовательно различными видами организмов, в том числе и консорциумами микробов.

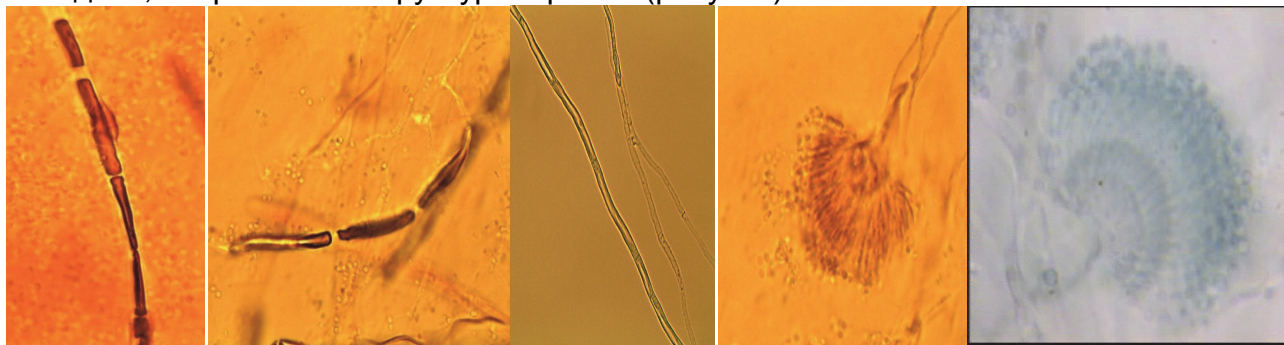
В настоящее время недостаточно информации о механизме деструкции нефти и нефтепродуктов микроскопическими грибами. В научной литературе имеются сведения о способности грибов разлагать алифатические и ароматические углеводороды. В этом отношении наибольшей активностью характеризуются грибы рода *Aspergillus*.

По мнению ряда авторов микроскопические грибы имеют ряд преимуществ в сравнении с бактериями и дрожжами при деградации различных веществ: активный рост, накопление биомассы, особенности роста (распространение гиф) позволяют грибам увеличивать механический и ферментативный контакт с окружающей средой.

В лабораторных исследованиях было изучено влияние сырой нефти на развитие микроскопических грибов, выделенных из почвы подвергнутой нефтяному загрязнению месторождений Атырауской, Мангыстауской областей Казахстана.

В результате опытов было установлено, что углеводороды нефти оказывают влияние на интенсивность роста, спороношение и жизнеспособность микроскопических грибов. Чаще всего отмечалось поступление нефти в мицелий грибов рода *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*. Культурально – морфологические признаки колоний не изменялись.

В результате микроскопирования отмечалось присутствие нефти в мицелии, конидиях, спороносных структурах грибов (рисунок).



А

Б

В

Г

Рисунок - Морфология *Aspergillus terreus* 8/2-10 при культивировании на среде с нефтью. А, Б – присутствие нефти в мицелии, В – мицелий на среде без нефти, Г - присутствие нефти в спороносных структурах, В – спороносные культуры гриба, культивирование на среде без нефти

В ходе исследований было проведено сравнительное изучение радиальной скорости роста штаммов микроскопических грибов рабочей коллекции, культивируемых на питательных средах с различными источниками углеводов (1%).



В результате исследований было установлено, что микроскопические грибы способны расти на средах с углеводородами (сырая нефть, дизельное топливо, гексан, толуол, бензин, мазут).

Практически все штаммы рабочей коллекции проявили высокую скорость роста на 72 ч культивирования. У многих штаммов отмечается прекращение роста после 96 ч культивирования. Было отмечено, что бензин, гексан, толуол замедляли рост микроскопических грибов в первые сутки культивирования.

Высокая скорость роста отмечалась в вариантах с сырой нефтью (0,02 - 0,33 мм/ч в зависимости от штамма). На среде с использованием дизельного топлива скорость радиального роста не превышала 0,2 мм/ч по всем штаммам коллекции. Наибольшая скорость радиального роста была отмечена у штаммов грибов рода *Aspergillus* и составляла 0,041мм/ч-0,33мм/ч.

При культивировании микроскопических грибов на среде с гексаном отмечалось подавление скорости роста впервые 48 часов. При дальнейшем культивировании отмечался активный рост и спороношение микроскопических грибов.

Высокую скорость радиального роста на средах с углеводородами проявили штаммы *Aspergillus* № 12/10-1, №22/10-1, №8/2-10, *Penicillium* № F9-1, 14/10-1, №10-8, *Cladosporium* №21/10-2.

Следовательно, микроскопические грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium* способны активно расти на средах с углеводородами. Высокая скорость роста на всех исследуемых углеводородах проявил штамм *Penicillium* № F9-1.

Для оценки способности микроскопических грибов утилизировать углеводороды нефти штаммы рабочей коллекции культивировали в колбах на жидкой среде Чапека (100мл) с добавлением 1% нефти в течение 28 суток.

Деструкцию нефти в культуральной жидкости определяли гравиметрическим методом. Экстракцию остаточных нефтепродуктов проводили в делительной воронке. В сосуд помещали образец и экстрагировали тремя порциями хлороформа (х.ч.) по 10мл. После испарения растворителя остаток нефтепродуктов взвешивали и по массе определяли остаточное количество нефтепродуктов, степень деструкции рассчитывали по формуле:  $A = a_1 - a_2 / a_1 \cdot 100\%$ , где  $a_1$  - количество внесенной нефти,  $a_2$  — количество остаточной нефти.

Гравиметрический метод учета нефтедеструкции показал, что наиболее активным штаммов был *Penicillium* F9-1- деструкции нефти составила более 34% (таблица).

Таблица – Деструкция нефти микроскопическими грибами

| №п/п | № штамма                 | m(нефти),г | A, %  |
|------|--------------------------|------------|-------|
| 1    | контроль                 | 0,3069     |       |
| 2    | <i>Penicillium</i> F 9-1 | 0,1789     | 34,98 |
| 3    | <i>Penicillium</i> 10-8  | 0,2727     | 0,88  |
| 4    | <i>Aspergillus</i> 418   | 0,2687     | 2,34  |



## Сохранение генофонда микроорганизмов

Наталья Леонидовна Нечай, Валентина Ванифатьевна Ремеле

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции», Астана, Казахстан, [microbiol\\_lab@mail.ru](mailto:microbiol_lab@mail.ru)

Микробиологические ресурсы, в том числе, живые микроорганизмы и их гены являются необходимым материалом для продвижения биотехнологии.

В настоящее время значительно увеличился спрос на коллекционные штаммы микроорганизмов-продуцентов биологически активных веществ.

В мировых коллекциях микроорганизмов сохраняются продуценты ферментов, аминокислот, антибиотиков, штаммы, синтезирующие витамины, цитостатики, ростостимулирующих веществ, противоопухолевые и противовирусные соединения и т.д., штаммы, способные накапливать тяжелые металлы и радионуклиды, являющиеся деструкторами углеводов, органических соединений, штаммы, которые служат источником генов люкс и биологически активных соединений и т.д.

В ТОО «Казахский НИИ переработки сельскохозяйственной продукции» создана и поддерживается коллекция микроорганизмов, которая ежегодно пополняется новыми штаммами, выделенными в результате микробиологических исследований проб почвы, растений, зерна, зернопродуктов, отобранных на территории Казахстана. В течение 2012-2014гг было отобрано 188 проб, в том числе 153 пробы зерна сельскохозяйственных культур урожая 2011-2013г, 16 проб зернопродуктов, 19 др. объектов (почва, перегной, стерня, сено, ризосфера дикорастущих растений и т.д.).

Микробиологический анализ показал, что в пробах почвы Центрально-Восточного и Западного Казахстана численность микроорганизмов составляла 32,7-630 тыс/г абс. сухой почвы. Среди микроскопических грибов преобладали представители *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus* их численность достигала 8,62-39,0 тыс/г абсолютно сухой почвы. В пробах перегноя численность микромицетов достигала 28,0 тыс/г, бактерий – 1120 тыс/г.

В пробах сена число микромицетов составляло 14,5 тыс/г, бактерий – 413,5 тыс/г. Микробиологический анализ соломы показал, что численность микроскопических грибов достигала 23,0 тыс/г, бактерий - 690,0 тыс/г. Общая численность микроорганизмов на стерне и пожнивных остатках варьировала от 3,48 до 24,5 тыс..

Микробиологический анализ ризосферы сорной растительности Центрально-Восточного региона показал, что численность микроорганизмов достигает 59,96тыс/г, среди грибов преобладали представители рода *Fusarium*. В ризосфере сорняков произрастающих на территории Западного региона общая численность микроорганизмов составила 5,27тыс/г. Среди грибов преобладали представители рода *Fusarium*.

На поверхности зерна и в пробах зернопродуктов количество микроорганизмов варьировало в пределах 42,6 тыс./г - 3566,0 тыс./г, в том числе, численность микроскопических грибов составляла 0,03 – 51,5 тыс/г., бактерий – 2,3 – 3550,0 тыс/г. Наиболее часто выделялись грибы родов: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Bipolaris*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Mucor*; бактерии родов: *Erwinia*, *Bacillus* и *Pseudomonas*.

Штаммы микроорганизмов отбирались в коллекцию после изучения культурально-морфологических признаков, физиолого-биохимических свойств, молекулярно-генетической идентификации.

За период существования коллекции в нее вошли 229 штаммов, в числе которых: микроскопические грибы –151, бактерии рода *Rhizobium* – 43 и *Bacillus* – 35. В целом в коллекции сохраняются штаммы потенциальных продуцентов промышленно-ценных ферментов (амилолитических, протеолитических, целлюлозолитических), продуценты лимонной кислоты, фитопатогены, обладающие высокой токсичностью

по отношению к растениям (тест культуры для селекционных, фитопатологических и биотехнологических исследований), антагонисты фитопатогенных грибов (основа для разработки биологических средств защиты растений), азотофиксирующие бактерии (основа для разработки биологических препаратов стимулирующих рост растений), продуценты микотоксинов (объекты для биотехнологических, экологических и медицинских исследований).

## Bioindication of Ecological Conditions of Soil and Air in Region Influences of Gold Mining Factories

N.R. Nizamutdinova, S.G. Ibraeva, I.N. Siraeva, V.I. Safarova

The State RB GBU analytical control, Ufa, Rossiyskaya street, 21, ugak5@mail.ru

One of the important components of ecological monitoring is bioindication. This is due to the fact that condition of living organisms allows detecting changes in the environment, which lead an imbalance of ecosystems. Promising direction of biomonitoring is concerned with evaluating the state of tree vegetation in terms of fluctuating asymmetry (FA) and frequency of occurrence of morphological and anatomical characteristics.

In Russia, the study of FA were held in several regions – Yakutia (2006), Irkutsk region (2006), Murmansk region (2007, 2011), regions of Bryansk and Oryol (2009), Kislovodsk (2010), the Crimea (2011). Abroad, the method used in industrial ecology (1989-2002).

The main substances which determine the sanitary conditions of the environment in the area of influence mining enterprises are heavy metals (HM) and other elements, which are part of gold ore, and also toxic components, which used in technological processes of their recycling. At the same time, plants are a major source of heavy metals in human's and animal's body, and also serve as an indicator of environmental pollution. It is known that the degree of accumulation of heavy metals in plants correlates with the soil pollution by these same elements. At the same time HM are well fixed from the air by plants, therefore they are used for the indirect estimation of air pollution in the areas of influence of industrial enterprises.

We have studied the technogenic influence of heap leaching enterprise of gold (HL) on woody plants in the Republic of Bashkortostan (2011-2014 rr.). In determining the state of disturbance of plantations was used morphological method, because it is simple, economical and available.

For determining the area of distribution of increased content of toxicants from pollution sources was selected warty birch (*Betula pendula Roth.*), because it is a widespread tree on the territory of Uchaly region of the Republic of Bashkortostan. We used samples leaves and shoots of birch, selected on the basis of the wind rose at the end of the growing season on the industrial site of gold mining factory in its sanitary protection zone and within the limits of radius of 1 km. To determine the intensity of aerogenic migration of pollutants in the area of influence of the enterprise were used dusty and washed leaves and shoots of birch. Their separate analysis was conducted and has allowed to reveal aerogenic component overall pollution of tree vegetation. The analysis was carried out on a wide range of elements characteristic of polymetallic ores (Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Co, As, Se, Sb, Hg etc.).

Visual study of leaf shapes and definition of the indicator of FA with 5 morphological characters, based on measurements of the leaf blade were carried out. These features characterize the stability of forming leaf. Environmental quality was assessed on a points system in according to the measure of fluctuating asymmetry of higher plants. Extras was investigated the frequency of occurrence of small non-hereditary abnormalities from the normal structure and venation of leaf blade – fenodeviants, such as uneven edges of the base of the leaf blade, unpaired first vein of the second order, the presence of additional veins of the second order on one side, dichotomic branching of veins of first or second order (pictures 1 and 2). There were selected and studied about 1500 leaves.



Evaluation criteria by graduation of Shadrina, 2003.

Picture 1 The structural features of the leaf blade and leaf fenodeviant of birch growing in the area of gold mining enterprises's influence



1 - not bent; 2 - is bent to the left; 3 - bent to the right; 4 - "dovetail"

Picture 2 Examples of the "deformation" on the top of the leaves of birch, selected at the site of gold mining enterprises

Comparison of geochemical associations of general and dust pollution of birch leaves and shoots allowed us to estimate contribution of aerogenic component of to the overall pollution of plants, and also to establish a list of items entering the plant mainly due to aerogenic transfer or due to root nutrition. Been isolated and quantified aerogenic migration flows of HM in the area of gold mining enterprises's influence.

Therefore, the atmosphere monitoring system of the HF enterprise may be supplemented by the bioindicational method, based on the evaluation of the pseudo-symmetry features of plant objects, as well as the fenodeviant signs of variability. The value of this method significantly increases the development of quantitative criteria of local and regional environmental regulations.

## Использование микробиологических показателей для мониторинга почв над подземным хранилищем природного газа

Татьяна Полещук, Дмитрий Деев, Екатерина Плешакова, Михаил Решетников  
Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия,  
tanya.poleshchuk.93@yandex.ru

Добыча, транспортировка и хранение природного газа приводит к загрязнению окружающей среды. Этому способствует утечка газа из искусственных газовых залежей. Миграция метана, основного компонента природного газа, из пласта-коллектора по системе вертикальной и горизонтальной трещиноватости геологических структур способствует увеличению его концентрации в атмосфере. Важную роль в регулировании потоков метана играет почвенный покров, в котором происходит микробиологическое окисление этого газа. Процесс метаноокисления снижает выделение метана, но в то же время приводит к увеличению концентрации углекислого газа в почве и его эмиссии в атмосферу.

Целью исследования явилась биодиагностика почв над Степновским подземным хранилищем природного газа (Саратовская обл.) с помощью микробиологического анализа. В ходе работы оценивались: общая численность гетеротрофных микроорганизмов (ОЧГМ), количество углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ) и метилотрофных бактерий в почвенных образцах. Также решалась задача по выявлению взаимосвязи между физико-химическими показателями почвенных образцов, отобранных над подземным хранилищем газа, и численностью исследованных физиологических групп микроорганизмов.

В исследованных нами пробах почвы над подземным хранилищем газа ОЧГМ была на 1-2 порядка меньше, чем в образцах с контрольной территории, что могло свидетельствовать о возможном токсическом действии углеводородов на микробиоту. Содержание УОМ в пробах составляло от 2 до  $39 \times 10^5$  КОЕ/г почвы. Доля углеводородокисляющих бактерий в ОЧГМ была очень высока, в некоторых пробах почвы численность УОМ была выше, чем гетеротрофных микроорганизмов, что может быть связано с селективным воздействием углеводородных субстратов.

Численность метилотрофных микроорганизмов варьировала в образцах почвы от 6 до  $60 \times 10^5$  КОЕ/г почвы. В ряде почвенных образцов содержание метилотрофных микроорганизмов было выше, чем гетеротрофных. Эти образцы также характеризовались и более высокой численностью углеводородокисляющих бактерий. В отдельных вариантах количество метилотрофных микроорганизмов было выше, чем углеводородокисляющих (в среднем в 2 раза), что свидетельствует о развитии в почве не только факультативных метилотрофов, но и облигатных. Это является косвенным доказательством наличия в почве, в верхнем горизонте над подземным хранилищем газа, метана. Выделенные нами по результатам микробиологического анализа пробы почв, отличающиеся повышенным содержанием метилотрофных и углеводородокисляющих бактерий, были локализованы непосредственно над стволом газовой скважины и характеризовались положительным редокс-потенциалом.

В целом, микробиологический анализ почвы над подземным хранилищем природного газа выявил в ряде образцов особенности в содержании микроорганизмов индикаторных физиологических групп (углеводородокисляющих и метилотрофных), которые позволяют говорить о поступлении метана в верхние слои почвы, возможно, вследствие нарушения условий хранения газа.

## Several Plant Species Growth Dynamics in Different Conditions of Soil Pollution by Oil Product

Ekaterina Popkova

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia, lapilapka@yahoo.com

Oil spill and oil products make integrated effect on the soil and a vegetational cover and leads to changes of structure and morphological, physical, chemical and biological properties of soils. The main impact on the soil is made by high-gravity oil. That's why new, effective way of soil treatment is required, including methods of phytoremediation.

The purpose of this work is to study depending on pollution rate of oil products in the soil. During the experiment germinative capacity of seeds and plants growth dynamics were estimated.

To carry out the experiment 50 seeds of four species: oat (*Avena sativa* L.), buckwheat (*Fagopyrum esculentum* F.), marigold (*Tagetes erecta* L.), pea (*Pisum sativum* L.) were planted into the soil polluted with high-octane gasoline (92) at 1 and 3% concentrations and also into the soil without pollution (reference). Watering was made by necessity. The experiment lasted 3 months.

Obviously at 1% pollution, in comparison with control plants, pea was more suppressed (Tab. 1). By the beginning of August its growth almost stopped. On the contrary, in control group stable dynamics of growth was observed till the end of experiment. At 3% polluted soil the dynamic of growth was very low till the beginning of August, and then plants have died. To sum up, pea has high sensitivity to petroleum soil pollution, which can affect its growth and finally cause death. Germinative capacity of seeds was 76% in the reference group, 42% at 1% polluted soil and 34% at 3% polluted soil.

In growth dynamics of buckwheat in comparison with control plants essential deviations were observed. The plants' growth was slow (Tab. 1). It is obvious that at 3% polluted soils strong suppression of plants was observed, and at a final stage of experiment difference of height with reference group was about 35 cm. At 1% polluted soils plants' suppression has also occurred. Germinative capacity of seeds in the reference soil was 48%, at 1% polluted soil – 18%, at 3% polluted soil – 22%.

From the initial stage of experiment till the middle of summer the growth dynamics of marigold in reference group, and marigold growing on the polluted soil was quite the same (Tab. 1). However further an essential difference in growth was noticed. In general, plants at 1% polluted soil as well as at 3% polluted soil were growing approximately equally. In August growth of marigold at 1% polluted soil proceeded while at 3% polluted soil growth has merely changed, and from the middle of August almost stopped. Petroleum pollution makes an adverse effect on growth of marigold, however despite the slowed-down growth of plants the death isn't observed. Germinative capacity in the reference soil was 60%, at 1% polluted soil – 50%, at 3% polluted soil – 14%.

It is obvious that from all introduced plants the minimum deviations of growth dynamics is observed for oat (Tab.1). Height difference with reference group at 1% polluted soil is approximately 5-10 cm, however stable dynamics proves that plants are stably growing in such conditions. Essential deviations in growth are observed in comparison with reference group and plants at 3% polluted soil. At the initial stage of experiment plants were strongly suppressed and as a result up to the end of July the growth of plants almost stopped. During the subsequent periods the increase in growth was observed, and by the end of experiment the height of plants at 3% polluted soil, as well as plants at 1% polluted soil was approximately identical. We can observe high resistance of oat to oil products pollution of soils. Besides, oat has shown high germinative capacity of seeds in reference group – 70%, at 1% polluted soil – 60%, at 3% polluted soil – 40%.

Table 1. Dynamics of the height (cm) of some plants species in different condition of petrolic soil pollution

| Date                        | 27.6 | 04.7 | 11.7 | 18.7 | 25.7 | 01.8 | 08.8 | 15.8 | 22.8 | 29.8 | 05.9 | 12.9 | 14.9 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Pisum sativum</i>        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Control                     | 4    | 6,5  | 16   | 28   | 36   | 40   | 44   | 49   | 52   | 58   | 60   | 60   | 60   |
| 1%                          | 3    | 4,5  | 10   | 13   | 17   | 23   | 23,5 | 24   | 24   | 24,6 | 25   | 25   | 25   |
| 3%                          | 1,5  | 3    | 6    | 8    | 10   | 13   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| <i>Fagopyrum esculentum</i> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Control                     | 3    | 4    | 25   | 37   | 47   | 50   | 53   | 55   | 57,5 | 59   | 61,8 | 64   | 64   |
| 1%                          | 1,5  | 2    | 10   | 13   | 16   | 20   | 23   | 25   | 25,5 | 26   | 27   | 28   | 28   |
| 3%                          | 1    | 3    | 3    | 3,5  | 4    | 5    | 6    | 8    | 10   | 12   | 14   | 14   | 14   |
| <i>Tagetes erecta</i>       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Control                     | 1,5  | 2    | 10   | 20   | 22   | 22,5 | 23   | 26   | 31   | 36   | 41   | 47   | 48   |
| 1%                          | 1,5  | 2    | 3,5  | 6    | 7    | 8    | 11   | 14   | 16   | 17   | 19   | 23   | 25   |
| 3%                          | 1    | 1,5  | 2    | 3,8  | 5    | 8    | 9    | 11   | 11   | 13   | 14   | 14   | 14   |
| <i>Avena sativa</i>         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Control                     | 3    | 8    | 20   | 30   | 44   | 48   | 50   | 50,7 | 52   | 52,7 | 53   | 53   | 53   |
| 1%                          | 3,5  | 6,5  | 14   | 25   | 30   | 35   | 38   | 40   | 42   | 43,6 | 45   | 45   | 45   |
| 3%                          | 2,8  | 4    | 4,5  | 5    | 6    | 12   | 16   | 24   | 28   | 36   | 41   | 43   | 44   |

In the conditions of oil pollution all studied plants species have demonstrated suppression and reduced germinative capacity. Germinative capacity reduces with increase of soil pollution by oil products degree. High growth dynamics is shown by oat and marigold. The buckwheat is in intermediate position. The greatest suppression was observed for pea.

## Оценка фито- и цитотоксичности почвы с территории Семипалатинского ядерного испытательного полигона (Казахстан)

Пяткова С.В.<sup>1</sup>, Гераськин С.А.<sup>2</sup>, Удалова А.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт атомной энергетики (ИАТЭ НИЯУ МИФИ), Обнинск, Россия

<sup>2</sup>Институт сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии (ВНИИСХРАЭ), Обнинск, Россия

В работе представлена оценка токсичности почвы с территории Семипалатинского испытательного полигона (Казахстан) методом биотестирования. С этой целью оценивались морфометрические и цитогенетические показатели семян лука репчатого (*Allium cepa*). Результаты тестирования позволяют выделить участки, характеризующиеся проявлением высокого уровня токсичности. Из всех использованных в работе тест-систем наиболее информативной является анализ генетических эффектов в клетках корня проросших семян.

На Семипалатинском испытательном полигоне (СИП) в середине 20 века было проведено 113 воздушных и наземных ядерных взрывов. Основной вклад в радиоактивное загрязнение СИП внесли наземные и экскавационные (подземные с выбросом грунта) ядерные взрывы. Экспериментальные исследования показывают, что на данной территории имеются участки (“Опытное поле”, “Балапан”), для которых характерно высокое содержание биологически значимых долгоживущих радионуклидов и тяжелых металлов в почве. Биотестирование в этом случае позволяет комплексно оценить качество окружающей среды и пригодность ее для обитания в показателях, имеющих биологический смысл.

Цель настоящей работы заключалась в оценке токсичности почвы с территории Семипалатинского ядерного испытательного полигона методом *Allium*-теста и определении степени информативности этой тест-системы для экологической оценки состояния полигона.

Биотестирование образцов почвы Семипалатинского испытательного полигона проводилось с использованием семян лука репчатого (*Allium cepa*). Тестируемую почву раскладывали в чашки Петри, толщина слоя при этом достигала 0,8 см, увлажняли дистиллированной водой. В качестве контрольного образца использовали универсальную смесь для рассады “Terra-vita”. Семена в количестве 100 штук раскладывали по поверхности почвы. Чашки Петри помещались в термостат при  $t=22^{\circ}\text{C}$ . Время экспозиции составляло 72 часа, повторность эксперимента трехкратная. По окончании срока экспозиции подсчитывали количество проросших семян на третьи сутки, фиксировали молодые корешки длиной 5-10 мм в смеси спирта и уксусной кислоты (3:1) для последующего цитогенетического анализа. Цитотоксичность проб воды и почвы оценивали по изменению митотической активности клеток корневой меристемы лука. Генотоксичность образцов воды и почвы оценивали по частоте аберрантных ана- и телофаз, наблюдаемых в первом митозе в корневой меристеме лука. Анализ спектра аберраций проводили с выделением хроматидных, хромосомных, геномных и летальных нарушений.

Паралельно был поставлен эксперимент по оценке фитотоксичности почвы. В качестве информативного показателя использовали размеры проростков на 7-е сутки. По результатам этого эксперимента рассчитывался коэффициент фитотоксичности почвы по формуле:

$$\frac{(L_o - L_k)}{L_o} \times 100\%,$$

где  $L_o$  – длина опытного образца;  $L_k$  – длина контрольного образца.



Результаты оценки морфофизиологических и цитогенетических показателей представлены в таблице 1. Среди тестируемых образцов почвы почти во всех, за исключением участка 4 (ОП4) опытного поля, наблюдается низкая всхожесть семян по сравнению с показателем контрольной группы. В почвенных образцах с участков 2 (Опытное поле) и Б1, Б2 (Балапан) всхожесть семян лука в 2 -2,5 раза ниже чем в контрольном образце.

Таблица 1. Показатели оценки фито и цитотоксичности почвы СИП

| Проба  | Всхожесть, % | Коэффициент фитотоксичности, % | Митотический индекс, % | Частота абберант. клеток, % |
|--------|--------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| ОП1    | 63±4*        | -33,18                         | 10,17 ± 0,77           | 3,73 ± 0,99*                |
| ОП2    | 41±8 *       | -48,65                         | 9,18 ± 0,79*           | 2,39 ± 1,4                  |
| ОП3    | 44±5*        | -43,44                         | 8,63 ± 0,69*           | 5,16 ± 1,75*                |
| ОП4    | 74±4         | -26,75                         | 10,56 ± 0,86           | 2,13 ± 1,04                 |
| Б1     | 41±7*        | -32,94                         | 8,23 ± 0,47*           | 6,17 ± 1,79*                |
| Б2     | 25±4*        | -29,97                         | 8,76 ± 0,55*           | 3,78 ± 1,25*                |
| Б3     | 52±10*       | -3,77                          | 9,17 ± 0,63*           | 2,72 ± 1,04*                |
| Контр. | 77±5         | 0                              | 12,35 ± 1,8            | 0,77 ± 0,63                 |

Анализ ростовых процессов семян лука показал, что размеры проростков в большинстве вариантов тестирования меньше чем в контрольном. Коэффициент фитотоксичности исследуемых почвенных образцов свидетельствует о негативном влиянии компонентного состава на начальные ростовые процессы. Величина достоверно значимого проявления фитотоксичности находится в пределах от 26 до 48%.

Регистрируемые в ходе исследования цитогенетические показатели также свидетельствуют о проявлении токсических эффектов у растения. Митотическая депрессия отмечена при тестировании образцов почвы с технической площадки Балапан и участков 2,3 Опытного поля. Анализ хромосомных комплексов делящихся клеток позволил выявить образцы почвы с высоким уровнем мутагенной активности воздействующих факторов. К ним можно отнести почву с участков ОП3 и Б1. Кроме того, тестируемые образцы различаются и по характеру наблюдаемых нарушений в клетках. При исследовании почвы с территории Опытного поля большая часть аббераций относится к хроматидному типу, формирующих одиночные мосты (33-58 %). Нарушения такого типа клеточная система способна восстанавливать. Доля наблюдаемых летальных изменений клеток в вариантах с Опытного поля не превышает 15 %. Для почвенных образцов с технической площадки Балапан зарегистрирован высокий показатель геномных нарушений в ходе митоза (32-44%). Следовательно, компонентный состав этих почв может способствовать накоплению генетически измененных клеток в популяциях организмов, непосредственно с ним контактирующих.

Таким образом, полученные результаты еще раз подтверждают эффективность использования Allium-теста в оценке экологического состояния техногенно загрязненных территорий. Биотестирование образцов почвы с участков 2,3 Опытного поля и с участков 1,2 –Балапан показало высокую степень фитотоксичности и цитотоксичности. Из всех использованных в работе тест-систем наиболее информативной является анализ генетических эффектов в клетках корня проросших семян.

## Опыт использования экспресс-метода биотестирования токсичности талых снеговых и ледовых вод по гибели ракообразных *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg

Рыжов А.В., Алексеенко И.В., Алексеенко А.В., Васильчук Д.Ю., Волобаев А.А., Костин А.С.

кафедра геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, 88nujabes88@mail.ru

Снежный покров является чутким индикатором загрязнения атмосферного воздуха и традиционно рассматривается в качестве депонирующей среды при эколого-геохимической оценке городов [1]. Оценка токсичности снеговых вод крайне важна для определения техногенного воздействия на окружающую среду вследствие попадания этих вод в почву, поверхностные, грунтовые и подземные воды, что влияет на их химический состав.

В рамках зимней экспедиции кафедры геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова по эколого-геохимической оценке загрязнения снежного покрова города Улан-Удэ и его окрестностей, предполагалось биотестирование части снеговых проб на острую токсичность в соответствии с «Руководством по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов», утвержденным Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации 27.04.2001 [2]. Пробы снега были отобраны в первой декаде февраля по всей территории города (учитывалось функциональное зонирование города), а также был отобран лед с озера Байкал (всего – 17 проб). В предварительно подготовленные пробы запускались организмы вида *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, и после определенного срока проводился подсчет погибших. В случае, если погибших особей было более 50%, проба называлась остро токсичной.

3 из 17 проб оказались остро токсичными. Установлено, что смертность организмов не зависит от содержания тяжелых металлов (в частности, Mo, Pb, As, Cd), растворенных полициклических ароматических углеводородов. Летальность организмов коррелирует с наиболее низкими значениями pH, что, в свою очередь, предположительно связано с широким отношением сульфатов к хлоридам в макросоставе анализируемых вод. Данные пробы приурочены к повышенным и незатронутым хозяйственной деятельностью участкам территории города Улан-Удэ.

### Литература

1. Касимов Н.С. Экогеохимия ландшафтов. М.: ИП Филимонов М.В., 2013. – 208с.
2. Кузьмич В.Н., Соколова С.А., Крайнюкова А.Н. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. М.: РЭФИА, НИА–Природа, 2002. – 118 с.

## The Instrument Study Bioassay Methods of Soil Extracts

Anna Velichko, Igor Zakharov

Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI"

The relevance of the study of soil. Bioassay is effective method for estimating the potential danger of chemical, physical or biological effects on soil [1]. Bioassay is based on the use of laboratory-grown test-objects that have registered changes of biologically important indicators – test-reactions. To reduce the complexity of monitoring and ensuring bioassay objectification used specialized equipment. Widespread is used of aqueous media for biological testing devices have received a devices "Biotester" to monitor the reaction of chemotaxis ciliates.

In this paper we present a new method based on an instrumental device "Biotester-2." The method is based on measuring the response to chemotactic ciliates on extract soils of different mineral composition.

Materials and equipment. We used two different types of mineral soil composition (Fig. 1), the medium Lozin-Lozinsky, aqueous solution of NaCl (10%), polyvinyl alcohol (5% solution), plastic photometric, cuvette 10\*10\*40 mm, pipettes, flasks, paper filters TU 6-09-1678-95, device "Biotester-2", microscope MBS-12.

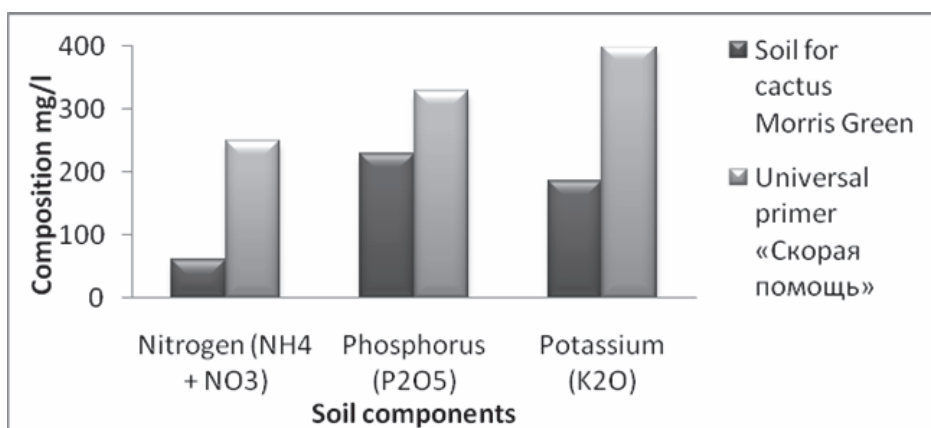


Figure 1. The composition of the soil.

Preparation of the test object. Ciliates *P. caudatum* cultivated in a medium Lozin-Lozinsky. Baker's yeast are used as the feed. The migration method is used for clearing of infusoria from the yeast and the products of metabolism. The concentration of ciliates was 3000 cells/ml.

Preparation of the sample. Preparation of water extract of soil [2] is comprised by mixing the dry and cool soil with a medium Lozin-Lozinsky (in a ratio of 1 gram of soil in 5 ml medium), and filtered through filter paper.

The experiment is based on the formation of chemotactic response of ciliates to the aqueous extract of soil.

Ciliates (1.6 ml) and a solution of polyvinyl alcohol (0.8 ml) are introduced in vertical cuvette and mixed. Then a layer of a test sample (1.6 ml) is applied on top of mix. Control of infusoria chemotaxis is performed on the device after 30 minutes, which allows to detect the moving ciliates in stained and muddy soil extracts.

Processing. Toxicity index calculated by the formula (1)

$$T = (I_1 - I_2) / I_1$$

where  $I_1$   $I_2$  - averaged over 30 readings on the instrument "Biotester-2" for the control and the test sample, respectively.

Results of experiment. Fig. 2 shows the toxicity index to 2 soil extracts.

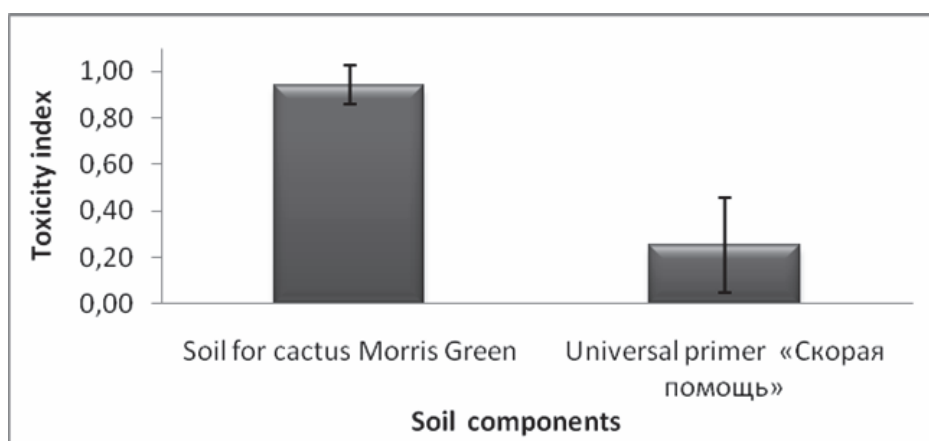


Figure 2. Results of experiment.

#### Discussion of the results of the experiment

This work is the approbation of the ability to control the toxicity of soil extracts on the chemotactic response of ciliates. The modernization of the method was required for adaptation to device measuring.

Reactions of ciliates *P. caudatum* on two soil extracts can be explained by the difference in the concentration of nitrogen. If we consider of the formation of the activated sludge, we can see a decrease in the population of ciliates in an environment with a large amount of nitrogen, but phosphorus content is only increased inhibits their growth [3]. It should be noted that the pH of both kinds of soil close enough (5.0 - 6.5).

However, this method is required further investigation, taking into account the influence of soil components on *P. caudatum*.

#### References

1. Terekhova V.A. Biotesting Of Soil: Approaches And Problems / Soil Science, 2011, № 2, p. 190-198. (in Russian)
2. The Procedure Of The Device "Concentration Meter BIOTESTER-2." GOST R ISO 5725-6-2002. (in Russian)
3. Sokolsky A.F., Tyumentseva O.V. Influence Of Abiotic Factors On The Biocenosis Of Activated Sludge Treatment Facilities // Scientific Potential Of The Regions On The Service Of Modernization. 2013. №2 (5). S. 121-125. (in Russian)

## The Possibility of Using the *E. crypticus* Toxicity Test for Assessment of Natural Soils

Erik Zainulgabidinov<sup>1</sup>, Andrey Petrov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia, comp05@mail.ru

The enchytraeid toxicity test has gained wide acceptance by soil ecotoxicologists since the release of document No. ISO/16387 by the International Standardization Organization (ISO) in 2004. The test was originally intended for use with OECD artificial soil or similarly formulated USEPA Standard Artificial Soil. Physical and chemical properties of these standard soils (samples?) often do not represent the diversity of properties of natural soils and can be inadequate surrogates of exposure conditions of soil biota in the field.

One test species were used in our studies, including *E. crypticus* Westheide and Graefe 1992. Test species were maintained in laboratory cultures. The culture was kept in an incubator at  $22 \pm 1$  °C. Soil moisture level was adjusted to 60% of the water holding capacity. Cultured *E. crypticus* were fed twice each week with ground oats spread on the soil surface.

A total of six natural soils types representing a wide range of properties (selected physical and chemical properties of test soils: pH, organic matter (OM), textures), were tested in our studies. These soils were: loamy sandy podzolic soil (S), loamy sandy soddy-podzolic soil (SPLs), loamy soddy-podzolic soil (LSP), silt loam alluvial soddy soil (AS), easily clay alluvial meadow (AM) and loamy gray forest soil (GF).

Survival of adult *E. crypticus* was > 80% and ranged from 87 to 97% and was not significantly different ( $P > 0.05$ ) between all tested soil type. Juvenile production by *E. crypticus* varied among soil types but met or exceeded requirements of ISO test. Reproduction was generally greater in natural AS and GF soils with higher clay content. The SPLs, LSP and AM soils supported the lowest reproduction rate. In addition to high OM content, AM soil also had the highest sand content (88,5%), which could affect the performance *E. crypticus*. Generally, no single soil constituent could explain the variability in reproduction of *E. crypticus*.

Results of our studies showed that adult survival and juvenile production by *E. crypticus* in all soils tested complied with validity criteria for negative control as given in the ISO guideline. This species can be used for chemical toxicity testing in natural soil types that have properties within the following ranges: 4,5 - 6,3 pH; 2,7 - 5,7% OM; 5,5 – 41,2 % clay, and is a preferred species when assessment objectives include natural soil types that support higher bioavailability of chemicals of concern.

## Application of Express Phytotest for Estimation of Bioremediation of Petroleum Contaminated Soil

L.V. Zinnatshina<sup>1,2</sup>, V.S. Yatsenko<sup>2</sup>, G.K. Vasilyeva<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Pushchino State Institute of Natural Science, Pushchino, Russia, Lohmataya\_sova@mail.ru

<sup>2</sup>Institute of physicochemical and biological problems in soil science RAS, Pushchino, Russia

Present days, crude oil and petroleum products are the priority environmental contaminants as in Russia and in other developed countries. These contaminants are mostly accumulated in soil, and the volume of the contaminated soils grows every year. Due to great areas of the polluted soils, the most widespread approach for those site cleanings is *in situ* bioremediation when the soil is treated just on the contaminated site without excavation. For accelerated degradation of the pollutants, optimal conditions should be created for maximal activity of degrading microorganisms. They are: soil plowing, adding of mineral or organic fertilizers, ameliorants (adsorbents and others), sometimes, inoculation of degrading microorganisms with biopreparations. Due to heterogeneity of petroleum contaminants and variation of soil properties, bioremediation is high specific technology, and individual approach should be created for every new contaminated site. Besides, highly contaminated soils are toxic for degrading microorganisms and there is some risk for leaking of the contaminants out of the treated zone. Recently the approach of adsorptive bioremediation was created for cleaning of highly contaminated soils. It is based on the use of activated carbon and other adsorbents for reduction of soil toxicity for degrading microorganisms (as inhibited inoculated). Besides, the adsorbent localizes toxicants in the treated layer of the soil preventing their penetration into natural waters (Vasilyeva et al., 2013; Yatsenko et al., 2014; Semenyuk et al., 2014).

To identify the optimal conditions for the soil treatment, the preliminary laboratory experiments are carried out, where dynamic of soil decontamination is determined to find out the needed dose of adsorbents, fertilizers, etc. Due to high complexity of chemical analyses, an integral toxicity could be measured with the help of biotests. Earlier we developed the express phytotest based on determining germination of white clover seeds (*Trifolium repens* L.). The approach is highly sensitive to soil contaminants, simple and not time consuming. The examples of this method application will be presented for estimation of soil toxicity during experiments on adsorptive bioremediation of soils contaminated with petroleum, diesel fuel and spent motor oil.



**Papers of Sponsoring Organizations**

**Статьи спонсорских организаций**



## **Влияние антистрессовых регуляторов роста Гуми на продуктивность пшеницы**

В.И. Кузнецов, директор

Р.Г. Гильманов, к.с.-х.н., зам. директора

Ф.М. Давлетшин, к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник

НВП «БашИнком», Уфа, Россия

Научно-внедренческое предприятие «БашИнком» с 1992 года занимается разработкой и производством гуминовых препаратов. Нам удалось получить препарат Гуми с уникальными характеристиками – биоактивированный, имеющий предельную концентрацию гуминовых веществ, с оптимальным молекулярным весом и микроэлементным составом.

Научные исследования показали, что защитное действие Гуми связано с перестройкой мембран растительной клетки. Благодаря гормоноподобным свойствам гуминовых кислот препараты Гуми и Гуми-М увеличивают содержание ауксинов и цитокининов в растительной клетке, что увеличивает сопротивляемость растений токсическому действию пестицидов, а так же способствует активации метаболической активности клеток, лежащей в основе их стимулирующего действия на ростовые процессы (данные проф. Ф.М. Шакировой). Сходные свойства препаратов проявляются и при влиянии других стрессовых факторов внешней среды: физических (жара, холод), химических (засоление, тяжелые металлы, пестициды), биологические факторы (грибные, бактериальные, вирусные болезни).

Особенность препаратов серии Гуми состоит в том, что они способствуют формированию у проростков большего числа зародышевых корешков, что повышает устойчивость всходов к весенне-летней засухе. Препарат используется для замачивания семян, а также при обработке вегетирующих растений в смеси с гербицидами, инсектицидами или без них с целью ускорения ростовых процессов и повышения устойчивости ко всем стрессовым факторам, в том числе и гербицидам.

Препараты серии Гуми сочетают в себе ростостимулирующую и антистрессовую активность, что способствует существенному снижению уровня повреждающего действия неблагоприятных факторов на интенсивность ростовых процессов растений [Шакирова, 2001; Прусакова и др., 2005]. Одними из наиболее эффективных в повышении устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды являются препараты серии Гуми, особенно в сочетании с микроэлементами (Гуми-М) [Шаяхметов и др., 2000; Нургалиева и др., 2006].

Известно, что в инфицированном растении происходит достаточно тесное взаимодействие между растением-хозяином и патогенным организмом. В этом случае, как правило, взаимодействие начинается на ранних этапах развития растения и продолжается в процессе всего онтогенеза, вплоть до фазы формирования им генеративных органов. Поскольку рост и развитие растений контролируется фитогормональной системой, чутко реагирующей на изменение условий произрастания, ясно, что инфицирование должно найти отражение в изменении состояния этой регуляторной системы растения-хозяина. Результаты исследований показывают, что препараты Гуми эффективно защищают пшеницу от возбудителя фитопатогенов (Таблица 1).

Таблица 1. Эффективность иммуностимуляторов против возбудителя твердой головни пшеницы и влияние их на урожайность культуры (по данным Р.Ф. Исаева БГАУ, Ф.М. Шакировой, Институт биологии УНЦ РАН)

| Вариант                   | Условия теплицы                      |                       | Полевые условия                      |                                   |
|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
|                           | биологическая<br>эффективность,<br>% | прибавка<br>урожая, % | биологическая<br>эффективность,<br>% | Прибавка<br>урожая<br>зерна, ц/га |
| Контроль (без обработки)  | - (54,4)*                            | -                     | - (55,6)*                            | -                                 |
| Дивиденд, 1 кг/т (эталон) | 100,0                                | +10,3                 | 97,8                                 | +3,8                              |
| Гуми-90, 0,3 кг/т         | 72,5                                 | +24,7                 | 29,0                                 | +3,5                              |
| Гуми-М, 0,8 кг/т          | 74,6                                 | +32,3                 | 46,0                                 | +4,7                              |

\* - интенсивность развития болезни в контроле

Анализ таблицы свидетельствует о том, что препараты Гуми-90 и Гуми-М повышают устойчивость растений пшеницы к возбудителю твердой головни. Так, в условиях теплицы биологическая эффективность их в отношении данного патогена была практически одинаковой и достаточно высокой – 72,5% и 74,6%, соответственно, против 100% у высокоэффективного химического протравителя Дивиденд. В полевых условиях эффективность этих препаратов снизилась, однако оставалась заметной (29,0% и 46,0%, соответственно, против 97,8% для Дивиденда). В результате применения Гуми-М заметно также повышение продуктивности культуры.

Научные исследования проводились на искусственном, жестком инфекционном фоне, позволяющем выявить потенциальные возможности действия препаратов против той или иной болезни. В полевых условиях такая инфекционная нагрузка возбудителя твердой головни практически не встречается, поэтому препараты можно использовать в защитных мероприятиях самостоятельно или в баковой смеси с химическими препаратами.

На следующем этапе работы нами была поставлена задача выявления особенностей реакции растений пшеницы в онтогенезе на инфицирование возбудителем твердой головни *Tilletia caries* (DC.) Tul. на уровне баланса фитогормонов и характера влияния природного (Гуми-М) и синтетического (Фэтил – аналог препарата Краснодар-1) регуляторов роста на систему растение-хозяин – патоген в связи с болезнеустойчивостью и продуктивностью сортов. В работе применяли предпосевную полусухую обработку семян пшеницы сортов Жница препаратом Гуми-М (из расчета 800 г/т) и Башкирская 24 0,05%-ным раствором Фэтила, которые инокулировали телиоспорами *T.caries* (10 г/кг посевного материала). Контролем служили необработанные препаратами и не инфицированные возбудителем растения пшеницы. Опыты проводили на базе Учхоза БГАУ Уфимского района РБ. Содержание фитогормонов: цитокининов, индолилуксусной (ИУК) и абсцизовой (АБК) кислот в листьях пшеницы в фазах кущения и трубкования оценивали методом иммуноанализа с использованием специфических к ним кроличьих антител и антикроличьих антител, меченных пероксидазой [Shakirova, et al., 2003].

В опытах использовали сорта пшеницы, различающиеся по иммунологической реакции в отношении возбудителя твердой головни. Так, Башкирская 24 проявила меньшую восприимчивость к данному патогену, что выразилось в относительно слабой поражаемости растений (поражение в контрольном варианте достигало 7,1%). Несмотря на одинаковую инфекционную нагрузку, степень поражения

растений сорта Жница превышала 37%, что указывает на его восприимчивость к данному возбудителю.

В связи с этим интересно было сопоставить характер изменения гормонального баланса инфицированных и интактных растений этих сортов пшеницы в онтогенезе. В качестве критерия чувствительности гормональной системы к инокуляции использовали показатель отношения содержания ИУК и цитокининов, фитогормонов, характеризующихся свойством стимулировать рост клеток растений, к уровню АБК, которая является их антагонистом в регуляции этого процесса. Результаты исследований показывают, что коэффициент отношения ИУК к АБК в листьях инфицированных растений сорта Жница в фазе кущения изменяется заметно сильнее в сравнении с контролем, чем у сорта Башкирская 24, что, по-видимому, обусловлено большей чувствительностью восприимчивого сорта к инфицированию. Причем, уменьшение этого показателя связано как с возрастанием уровня АБК, так и снижением содержания ИУК. В то же время, у сорта Башкирская 24 уменьшение коэффициента ИУК/АБК в большей степени связано со снижением концентрации ИУК. При анализе соотношения цитокининов к АБК в целом прослеживается сходный характер изменений, вызванных инфицированием, в обоих сортах пшеницы.

Нужно отметить, что стрессовые факторы, в том числе и грибной патогенез, вызывают в растениях нарушения в балансе фитогормонов, связанные не только с возрастанием содержания АБК и параллельным снижением уровня ИУК и цитокининов, как часто бывает [Ямалеев и др., 1989; Jackson, 1997], уменьшение коэффициента отношения ИУК или цитокининов к АБК может быть обусловлено также резким падением в содержании гормонов-активаторов роста на фоне отсутствия заметных изменений в уровне АБК [Пустовойтова, 1981].

Сходный этому сценарий ответа гормональной системы на присутствие патогена выявлен нами у сорта Башкирская 24 – снижение коэффициента отношения как ИУК к АБК, так и цитокинины к АБК вызвано двукратным уменьшением содержания ИУК и цитокининов.

При анализе баланса фитогормонов в листьях инфицированных и контрольных растений в фазе трубкования столь драматических изменений отношения ИУК/АБК и цитокинины/АБК, как это наблюдалось в фазе кущения, особенно у сорта Жница, выявлено не было. Можно предположить, что различие в ответе гормональной системы растений обоих сортов пшеницы на этих этапах онтогенеза связано со сформировавшимися относительно стабильными взаимоотношениями в системе растение-хозяин – паразит в фазе трубкования. В связи с этим в наших опытах исследовалось влияние предпосевной обработки семян препаратами Гуми-М и Фэтил на гормональный статус инфицированных возбудителем твердой головни растений пшеницы на разных стадиях онтогенеза. Так, предобработка пшеницы сорта Башкирская 24 препаратом Фэтил способствовала снижению уровня повреждающего действия патогена на баланс фитогормонов, более заметно это выявилось при сопоставлении соотношения цитокининов к АБК в фазе кущения. Тогда как в фазе трубкования коэффициент отношения цитокининов к АБК более чем вдвое превышает этот показатель у интактных растений. По-видимому, полученный результат обусловлен способностью этого препарата оказывать влияние преимущественно на количественный уровень цитокининов. Так, выявлено, что сама по себе обработка Фэтилом вызывает транзитное накопление гормонов цитокининовой природы, с чем, вероятно, связано проявление ростстимулирующего и антистрессового действия этого препарата [Чанышева, 2006], поскольку роль цитокининов в регуляции индукции ростовых процессов и развития широкого спектра защитных реакций в растениях хорошо известна [Кулаева, 2002; Rakwal, 2003].

Таблица 2. Влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста и инокуляции *T.caries* на урожайность пшеницы.

| Вариант                     | Длина<br>колоса, см | Кол-во зерен<br>в колосе, шт. | Масса<br>1000<br>зерен, г | Урожайность,<br>ц/га | Прибавка<br>урожая, ц/га |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------|
| Башкирская 24               |                     |                               |                           |                      |                          |
| Контроль                    | 6.04                | 15                            | 38.8                      | 23.3                 | -                        |
| Фэтил<br>+ <i>T.caries</i>  | 8.03                | 25                            | 46,4                      | 27.9                 | + 4.6                    |
| Жница                       |                     |                               |                           |                      |                          |
| Контроль                    | 7.9                 | 23                            | 32.6                      | 19.5                 | -                        |
| Гуми-М<br>+ <i>T.caries</i> | 8.4                 | 23                            | 43.8                      | 26.3                 | + 6.8                    |

Таким образом, оба использованных в работе регулятора роста в целом оказывают защитное действие на растения пшеницы к возбудителю твердой головни, о чем свидетельствуют данные о нормализации гормонального статуса обработанных препаратами инфицированных растений, что, в свою очередь, должно отразиться в большей интенсивности ростовых процессов этих растений в сравнении с необработанными. Действительно, данные, приведенные в таблице 2, со всей убедительностью подтверждают это предположение.

Известно, что инфицирование возбудителями грибных болезней, в том числе *T.caries* приводит к снижению продуктивности пшеницы. В то же время видно (таблица 2), что предобработка регуляторами роста способствует заметному увеличению продуктивности растений даже на фоне инфицирования. Можно полагать, что важный вклад в этот процесс вносит сочетание у них свойств ростостимуляторов и индукторов устойчивости к разным повреждающим факторам среды, включая грибной патогенез. Вместе с тем, заметно большая прибавка урожая зерна, полученная на предобработанной природным регулятором роста Гуми-М пшенице, по-видимому, обусловлена его более активным, по сравнению с Фэтилом, воздействием на состояние гормональной системы растений в условиях инфицирования.

## **Modern Scientific Research and Technological Innovations in Production and Application of Fertilizers Based on a Complex of Humic, Carboxylic and Amino Acids with Minerals Effective for Organic Farming and Ecodaptive Agriculture, Efficiency Improvement of Plants Mineral Nutrition and Reduction of the Negative Ecosystem Load**

Konstantin Vyacheslavovich Korsakov

LIFE FORCE LLC, Research & Production Enterprise, Saratov, Russia,  
korsakovkonstantin@gmail.com

Food ecological safety is becoming more significant due to the development of respectful attitude to the environment, human nutrition and health. An increasing number of farmers that choose plants cultivation without use of any chemicals and GMO face the problem of searching the ways how to save high productivity and quality excluding the use of traditional chemicals, which often have a negative influence on soil, plant and harvest.

LIFE FORCE LLC, Research & Production Enterprise has developed technologies of biofertilizers production for ecodaptive agriculture, that is based on an understanding of the ways of achievement the maximum results in plants cultivation through a balanced plant nutrition and improvement of nutrients absorption by plants.

Starting with its foundation in 2001 LIFE FORCE LLC has always been contributing to the scientific development and practical application of effective strategies for biological farming, cultivation of environmentally safe products, enhancement of crops yield and quality. The company produces more than 30 varieties of different products applied for a wide range of cultures: soil improvers and fertigators, antistress biostimulants, metabolic activators and foliar fertilizers, defence inductors, harvest enhancers. Products may contain various bacterial and fungal strains, high concentration of NPK, Mg, Ca, S, micronutrients, such as: B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn in complex with humic, polyhydroxycarboxylic and amino acids. Leonardite used as a raw material for the production of many LIFE FORCE LLC fertilizers is characterized by a high content, richness and biological activity of organic matter. That is why products containing humic acids (humates), have a high impact on plant growth and yield, and also allow farmers to abandon or minimize the use of traditional fertilizers and fungicides.

The main distinguishing feature of all LIFE FORCE LLC products is the innovative technology that allows producing fertilizers without use of any classic synthetic chelating agents such as EDTA, DTPA, etc. It minimizes negative influence on the harvest and environment. A unique technology of polycomplex formation of minerals with humic, carboxylic and amino acids allows to obtain a higher concentration of nutrients in fertilizers, to ensure their high penetration and assimilation by plants, without the risk of phytotoxicity and ecosystem load.

## **Современные научные исследования и технологические инновации в производстве и применении удобрений на основе комплекса гуминовых, карбоновых и аминокислот с минералами для органического и экоддаптивного земледелия, повышения эффективности минерального питания растений и снижения негативной нагрузки на экосистему**

Константин Вячеславович Корсаков

Научно-производственное объединение «СИЛА ЖИЗНИ», Саратов, Россия,  
korsakovkonstantin@gmail.com

С развитием в современном обществе тенденции бережного отношения и уважения к окружающей среде, к питанию и здоровью человека, экологическая безопасность продуктов питания становится все более значимой. Все больше сельскохозяйственных производителей, которые переходят на выращивание продукции без применения химикатов и ГМО, сталкиваются с проблемой поиска способов получения высокой урожайности и качества продукции без применения традиционных агрохимикатов, которые зачастую оказывают негативное воздействие на почву, растение и на урожай.

Новейшие разработки технологий производства биопрепаратов для экоддаптивного земледелия НПО «СИЛА ЖИЗНИ» основаны на понимании, каким образом лучше всего достичь максимальных результатов в выращивании растений через систему сбалансированного питания и повышения усвоения растениями минеральных веществ. Плодородие и здоровье почвы определяется соотношением органических веществ и кислот, различных минеральных элементов и биоразнообразием микроорганизмов, а высокий и качественный урожай зависит от наличия и доступности минеральных веществ, получаемых растением из почвы, и от применения удобрений. Создание правильного баланса микроорганизмов, органических и минеральных веществ в системе «почва-растение» – это комплексный подход, включающий применение специализированных микробных биопрепаратов и безопасных органоминеральных удобрений для почвенных и листовых обработок.

С момента своего основания в 2001 г., компания НПО «СИЛА ЖИЗНИ» всегда отличалась стремлением внести свой вклад в научную разработку и практическое применение стратегий органического земледелия, выращивания экологически безопасных продуктов, повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур. Многолетние тестирования продуктов, производимых НПО «СИЛА ЖИЗНИ», научными учреждениями и фермерскими хозяйствами в России, Украине, Казахстане, Италии и других странах подтверждают высокие стандарты качества и эффективности.

НПО «СИЛА ЖИЗНИ» производит более 30 видов формулировок удобрений и продуктов для широкого круга различных сельскохозяйственных культур: почвоулучшатели, фертигаторы, антистрессовые биостимуляторы, метаболические активаторы, листовые удобрения, индукторы иммунитета, оптимизаторы качества и урожайности. Формулировки могут содержать различные бактериальные и грибные штаммы, высокие концентрации N-P-K, Mg, Ca, S, микроэлементов: B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn в комплексе с гуминовыми, полигидроксикарбоновыми и аминокислотами. В качестве основного сырья для производства большинства видов продукции используется леонардит, который характеризуется высоким содержанием, богатством и биологической активностью органического вещества. Именно поэтому продукты производства НПО «СИЛА ЖИЗНИ», содержащие гуминовые кислоты (гуматы), обладают такой высокой степенью воздействия на рост

и урожайность сельскохозяйственных культур, а также дают возможность фермерским хозяйствам отказаться или свести к минимуму использование традиционных минеральных удобрений и фунгицидов.

Главной отличительной характеристикой всех продуктов НПО «СИЛА ЖИЗНИ» является инновационная разработка компании – производство без использования классических синтетических хелатообразователей, таких как ЭДТА, ДТПА и других, что сводит к минимуму неблагоприятное влияние на урожай и окружающую среду. Уникальная технология поликомплексного соединения минералов с гуминовыми, карбоновыми и аминокислотами позволяет получить более высокие концентрации питательных элементов в удобрениях, обеспечить их высокую проникающую способность в растение и усвояемость, без риска фитотоксичности и нагрузки на экосистему.

## Эффективность фитогуминовых удобрений при возделывании картофеля

А.Л. Косарев<sup>1</sup>, В.С. Виноградова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ОАО «Буйский химический завод», Буй, Россия, bhz@buy.kosnet.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО Костромская ГСХА

Современное сельское хозяйство вступает в эпоху природно-технологической коррекции. Эта необходимость возникла в связи, с многолетней эксплуатацией почв бессменными посевами сельскохозяйственных культур. Ученые и специалисты многих регионов России отмечают тенденцию снижения почвенного плодородия, повышения в почвах содержания фитотоксичных веществ, смещение равновесного соотношения физиологически ценных групп микроорганизмов в сторону микромицетов, оказывающих влияние на почвоутомление, а также накопление возбудителей болезней и вредителей всё более устойчивых к пестицидной группе препаратов.

Глобальная химизация в сельском хозяйстве оказывает все большее негативное влияние на живую часть почвы и, как следствие, ведет к снижению микробиологической активности способности синтезировать и делать доступным для культурных растений элементы питания. Это отражается на экоситуации в целом (Виноградова, 2005). Данные обстоятельства побуждают к поиску новых решений, основанных на достижениях научно-технического прогресса сегодняшнего дня. Поэтому целью нашей научно-производственной работы является разработка способов формирования устойчивых высокопродуктивных агрофитоценозов с сохранением плодородия почв и благоприятным фитосанитарным режимом.

Для достижения поставленной цели на предприятии ОАО «Буйский химический завод» совместно с учеными и специалистами была разработана оригинальная авторская технология производства удобрений на основе продуктов природного происхождения, в состав которых входят органический субстрат, гуматы, хелаты микроэлементов, экстракты лекарственных трав, споровые формы бактерий. Это такие продукты как **ФитоОМУ** (органоминеральные удобрения, обработанные гуматом, экстрактами лекарственных трав и микробиологическим препаратом на основе ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13) и **Фитокомплекс** (комплекс, в состав которого входят гуматы, экстракты и водорастворимое удобрение Акварин, содержащее N, P, K + S, Mg и микроэлементы в хелатной форме).

Изучение эффективности этих продуктов проводили в условиях лабораторно-полевых и производственных опытов, на дерново-подзолистых, среднеоккультуренных почвах по общепринятой методике (Доспехов, 1985), на культуре картофеля, сорт Аврора. ФитоОМУ вносили при посадке картофеля в дозе 150 кг/га, Фитокомплекс использовали как для обработки клубней 2л/т, так и для обработки вегетирующих растений 2л/га (расход рабочего раствора 10 и 300л, соответственно).

Известно, что в фазу цветения растений картофеля, когда активно идет клубнеобразование, существенную роль играют процессы водопотребления. При этом концентрация клеточного сока является показателем тех осмотических процессов, которые регулируют водный обмен растений (Виноградова, 2005). Наши результаты показали, что наиболее благоприятные условия, формирующие оптимальное осмотическое давление складывалось у растений в вариантах с обработкой клубней и составляло 563 кПа, против 320,1 кПа у контрольных. Используя метод дисперсионного анализа, было установлено, что растениями этого варианта была сформирована оптимальная площадь листьев  $4,18 \text{ м}^2/\text{м}^2$ , которая достоверно отличалась от контрольных показателей на  $0,62 \text{ м}^2$ . Было установлено, что продуктивность фотосинтеза и урожайности имеют тесную прямую связь  $R=0,84$ ,



( $p \leq 0,001$ ). Также продуктивность фотосинтеза коррелирует с весом крупных клубней – выявлена умеренно тесная связь  $R=0,54$ . Такой показатель фракционного состава урожая картофеля как количество клубней умеренно тесно взаимодействует с интенсивностью дыхания.

Существенная прибавка урожая была получена во всех опытных вариантах и колебалась от 1,59 до 9,28 т/га, тогда как в контрольных, урожай клубней составил 25,34 – 24,82 т/га. Обработка клубней Фитокомплексом позволила получить наиболее высокий урожай клубней картофеля – 34,62 т/га, обеспечив прибавку 9,28 т/га. Исследования показали, что группы актиномицетов, вызывающие поражение картофеля паршой замещались непатогенными формами бактерий, которые входят в состав Фитокомплекса. На варианте - опрыскивание клубней, повысилась активность бактерий в почве от 2,70 и 3,05 млн.КОЕ./г, до 4,10 и 5,5 млн.КОЕ./г, соответственно. При этом снизилась численность микроскопических грибов на 27 и 14% и актиномицетов на 16 и 4%. Повысилась устойчивость растений к фитофторе. Растения картофеля, обработанные Фитокомплексом, поражались на 15% меньше, а при обработке клубней на 21%, по сравнению с контрольными, где пораженность составила 32%.

Изучение эффективности ФитоОМУ в полевом опыте показало, что урожайность клубней картофеля увеличилась на 15,7 т/га, что достоверно выше как контрольных показателей, на фоне естественного плодородия, так и результатов с применением ОМУ.

Таким образом, применение экологически безопасных продуктов природного происхождения ФитоОМУ и Фитокомплекс способствуют положительному воздействию на повышение продуктивности и устойчивости агрофитоценозов, при сохранении и улучшении качества продукции.

#### Литература

1. Виноградова В.С., К вопросу о физиологической активности комплексных соединений. Научная конференция. Опыт использования удобрений и микроэлементов направленного действия для повышения урожайности и качества продукции растениеводства. Москва, 2005.

2. Доспехов Б.А., Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985г.

# **Influence of Ammoxidized Lignite on CFD (Chlorophyll Fluorescence Dynamic) of Vine**

H. Ninnemann<sup>1</sup>, W. Nowick<sup>2</sup>, R. Sorge<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Novihum Technologies GmbH, Dresden, Germany

<sup>2</sup>Privates Institut für angewandte Biotechnologie daRostim. Lichtenstein/Sa. Germany

The results of study of the influence of ammoxidized lignite (Novihum<sup>®</sup>), a high grade permanent humus product) and a compound of ammoxidized lignite with a mycorrhiza formulation (Cuxin Myko-Aktiv) to CFD (Chlorophyll-Fluorescence-Dynamic, Kautsky effect) are presented in this work first time. Investigations were performed by measurements of CFD at vine planted at a recultivated open-cast mining site. Ammoxidized lignite increase the intensity of CFD and it seems that the period of high photosynthetic activity within the vegetation period can be extended to late summer time.

Key words: ammoxidized lignite, CFD, Chlorophyll-Fluorescence-Dynamic, Kautsky effect.

В работе впервые представлены результаты изучения действия гуминового препарата на основе модифицированного бурого угля - Novihum<sup>®</sup> - и его в комбинации с микоризой при помощи методики CFD (отслеживание динамики флуоресценции хлорофилла, эффект Каутского). Эксперимент проводился на растениях винограда, высаженных на рекультивированных терриконах после открытой добычи бурого угля. Динамика флуоресценции хлорофилла показала, что применение препарата увеличивает активность фотосинтеза в вегетационный период и до конца летнего сезона.

## **1 Introduction**

Even though the humic matter contents of soils usually do not exceed a few percent, humic matter (i.e. fulvic acids, humic acids, and humins) have essential impacts to soil chemical, physical and microbiological properties and functions respectively [1-4]. Lowmolecular, water-soluble fractions, such as fulvic acids, are supposed to have certain effects on plant physiology and to act as carriers for nutrients [5-6]. Humic acids and humins on the other hand are regarded as a persistent storage of nutrients and a weakly water-storing material. Establishing a sustainable humus pool is therefore an important goal in tillage and soil rehabilitation [7-8]. Application of organic matter is quite common in agriculture and comprises almost all types of farm fertilizers, such as harvest residues, farmyard manure, sewage sludge, liquid manure, and different types of composts or green manure (legumes). These materials are usually subject to a rapid mineralization in the course of which an excess of nutrients is released in the short run. As nutrient uptake is limited by plant physiology, high application rates and fast mineralization rates can easily cause nutrient leaching and dislocation by seepage water into the aquifer. As the composition of some of the organic mass waste materials and their pollutant contents vary frequently, environmental hazards cannot be ruled out [9]. Still, high-grade composts applied in the vicinity of its production can largely contribute to improve crop yields and soil quality in the sense of a sustainable closed-loop recycling management [10]. Organic matter that consists of larger amounts of stable humus or that can be converted into those fractions in the short term is regarded to be most useful for an effective humus accumulation in humus-deficient soils.

It is known that low-rank lignite (brown coals) usually contains high percentages of coal humic substances, which were formed during coalification mainly from the biopolymer lignin. However, the usually very low nitrogen contents of lignite (less than 0.5%) and the resulting high C/N ratios render the lignite harmful rather than beneficially to soil fertility, especially for nitrogen-deficient soils. Once applied to the soil, lignite would provoke increased soil microbial growth which would simultaneously result in an almost quantitative

consumption of the soil and lignite nitrogen pools and thus impeded nitrogen uptake by the plants [9].

Ammonoxidation is considered to be a suitable method to achieve nitrogen enrichment of coals [10]. Developed in the 1930s by Franz and Palm [11] the ammonoxidation (also referred to as ammoxidation) technology was later advanced by Flaig et al. [12] and other groups for converting technical lignin [13-18] or lignite [18-20] into nitrogen-rich organic fertilizers. The reaction of lignin with oxygen in aqueous ammonia is supposed to comprise a multitude of simultaneous occurring reaction pathways, in the course of which the lignin macromolecules are largely altered. Due to many similarities in the reaction behavior, ammonoxidation of ligneous organic matter, such as technical lignin and lignite, is frequently referred to as artificial humification [17-18]. A particular technology affording ammonoxidation of lignite under mild reaction conditions was developed and up-scaled by Fischer et al. [21] to pilot plant scale to produce larger amounts of N-modified lignite for performing field tests under a broad variation of site conditions [8]. The standard parameters of Novihum are given in table 1.

Table 1: Standard parameter of Novihum [22].

| Standard Parameters |                         | Value (average) |
|---------------------|-------------------------|-----------------|
| pH (KCl)            |                         | 7.1             |
| Dry matter          | %                       | 74.1            |
| Organic matter      | %                       | 94.8            |
| Bulk density        | g/l                     | 594.7           |
| CEC                 | mmol <sub>c</sub> /100g | 140 - 180       |
| C                   | %                       | 65.84           |
| N                   | %                       | 5.78            |
| S                   | %                       | 0.75            |
| C/N-Ratio           |                         | 11.4            |
| N <sub>min</sub>    | mg/kg                   | 4.2             |

Novihum appears as nearly dust-free granulate, it is black in color, and its bulk density is 0.6 kg/liter. It contains nearly 95% of organic matter and 66% carbon (w/w). The C/N-ratio is 11.4 and similar to natural high grade humic substances as also the cation exchange capacity is [22]. The nitrogen content of Novihum is bonded in different plant available fractions: short term, middle term, and long term available nitrogen (Figure 1).

Nitrogen Binding Forms of Novihum

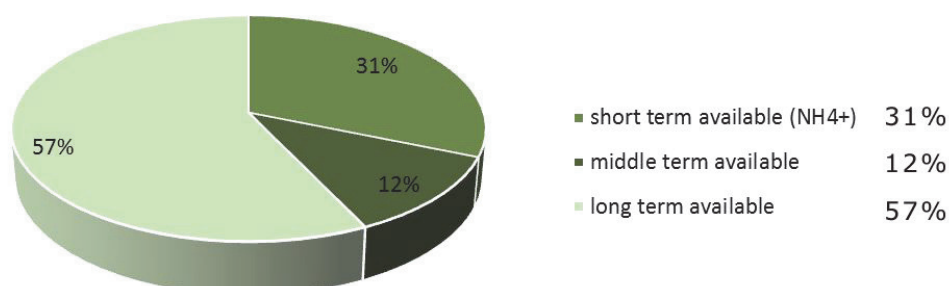


Figure 1: The nitrogen-content of Novihum (5.8%) is distributed to different plant available N-binding forms: short-term available, middle-term available, and long-term available [22].

The high CEC and the special distribution of the nitrogen of Novihum<sup>®</sup> leads to the fact, that there is less danger of overfertilization and up to 30t/ha of Novihum can be applied in one step, for example in case of recultivation of mining sits or cultivation of semi-arid regions. In consequence it is possible to increase the content of organic carbon in poor soils as well as the storage of organic nitrogen up to the ideal level by one working step.

Main-Components of Novihum

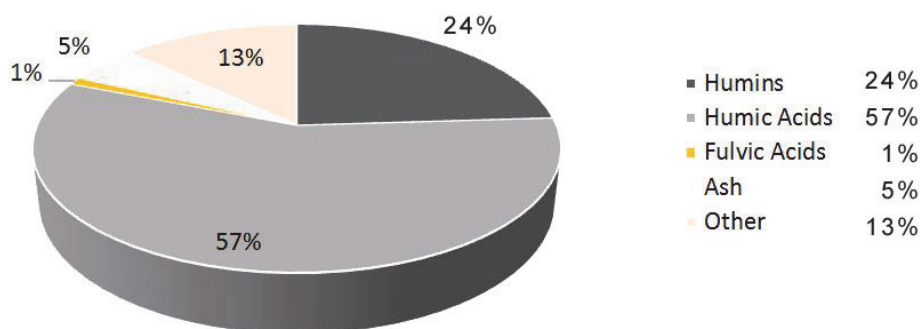


Figure 2: Organic main-components of Novihum [23].

Humic acids and humins are the main constituents of Novihum (81%), the ash-content is low (5%). Ammonoxidation is not only supposed to enrich ligneous materials with covalently bound nitrogen, but also to affect the overall content of coal humic matter and the proportions of fulvic acids, humic acids, and humins. Therefore after ammoxidation the incorporated nitrogen is not only bonded as ammonia at acidic functional groups but in very different organic ways. Even isolated humic acids of Novihum contains 3.9 % nitrogen [23] (table 2). This fact is remarkable because in the case of isolated humic acids the acidic groups are saturated with  $H^+$  and not with  $NH_4^+$  and the total nitrogen content of isolated humic acids of Novihum (table 2) does not consider the potential content of ammonia.

Table 2: N in humic fractions of Novihum [22].

| Fraction     | Nitrogen, % |
|--------------|-------------|
| Humins       | 1.7         |
| Humic Acids  | 3.9         |
| Fulvic Acids | 2.1         |

## 2 Methods

### 2.1 Field trials with vine

Trials have started at May 16th 2013 (planting) at the vine yard of Landwirtschaftsbetrieb Lindenfeld Gbr. The vine yard was established at a recultivated post mining site within spitting distance to the *Grossräscherer Sea*, a former abandoned open pit. Two species of white-vine have been planted: *Cabernet blanc* and *Solaris*. Variants are as follows:

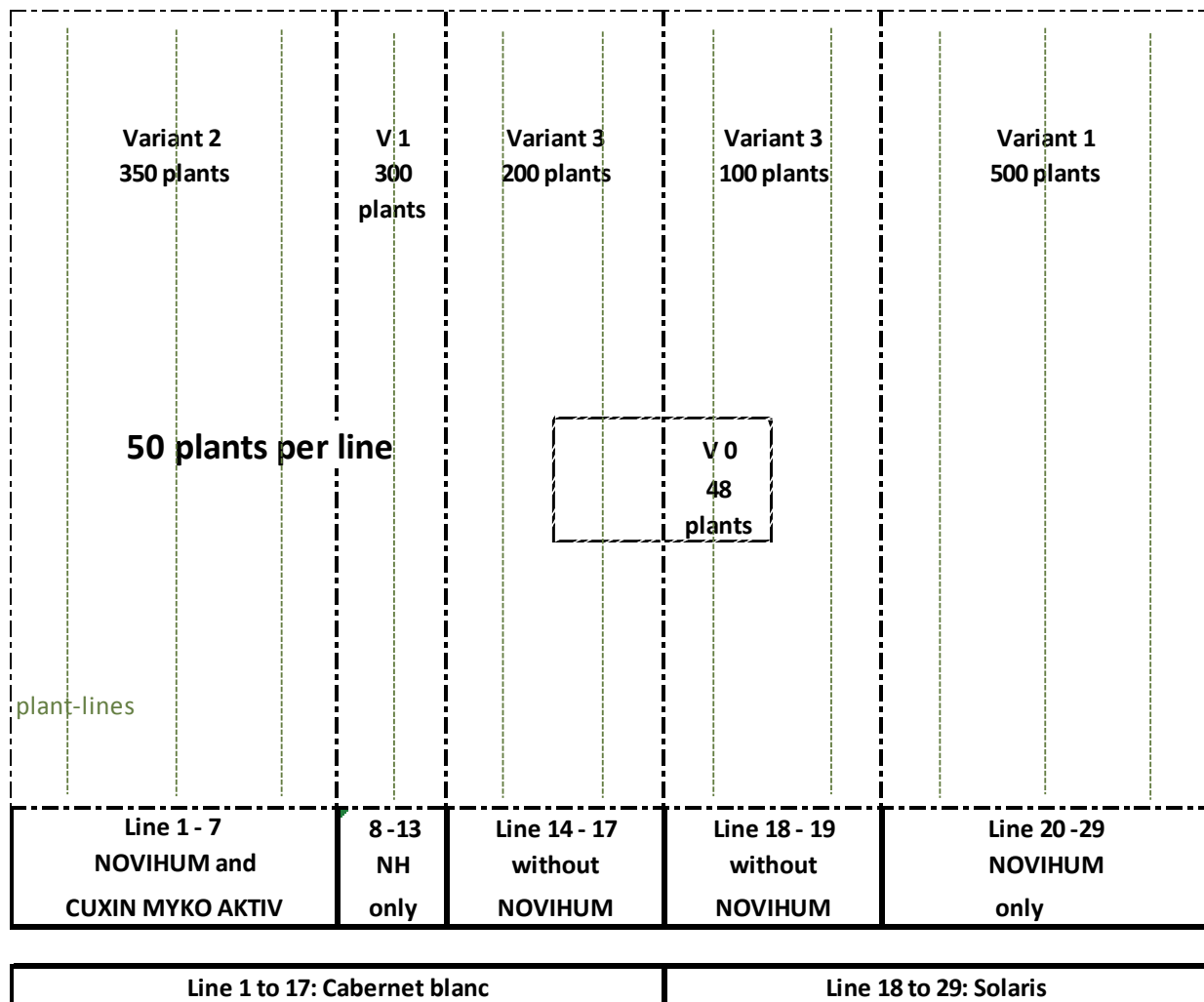
Variant 0: Control, only basic fertilizing

Variant 1: Only Novihum (470 g/plant, plant hole: aprox. 16 liter)

Variant 2: Novihum and Cuxin Myko Aktiv

Variant 3: Only organic horticulture fertilizer

A trial scheme is given in the scheme below.



## 2.2 Measurements of chlorophyll fluorescence dynamics (CFD) - Kautsky effect

### 2.2.1 Measurement methods with the system "FloraTest"

When changing the natural lighting of a plant leaf from dark to light, the chlorophyll in the plant cells requires a characteristic time for the photosynthesis starts. During this initial phase, the chlorophyll body can not fully utilize for photosynthesis the irradiated light and emit it as fluorescence light. About the emission of fluorescence light was first reported by Kautsky and Hirsch - Kautsky effect [24-25]. The fluorescence light has a characteristic dynamics (Fig.3), from which, usually, the Kautsky-parameters  $K_1$ ,  $K_2$  and  $K_3$  are defined.

Kautsky-curve

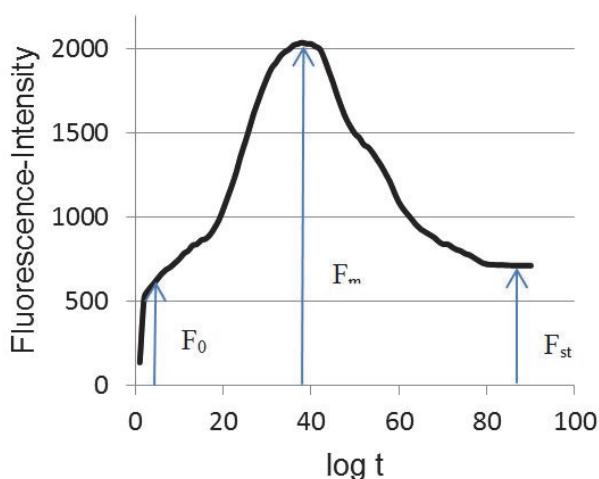


Figure 3

Definition of Kautsky parameters:

$$K_1 = (F_m - F_0) / F_m$$

$$K_2 = (F_m - F_{st}) / F_m$$

$$K_3 = F_{st} / F_m$$

Chlorophyll fluorescence dynamics (CFD) depends on many factors, such as of the vitality and health of the plant, but also by the level of supply of water and nutrients. From the measurement of CFD you can therefore, if you have comparative or control values get also conclusions about the effectiveness of certain agronomic or cultivation measures. However, only in recent years a portable measurement system for field measurements are available, but reference or control values, there is not yet practical. We used to determine the chlorophyll fluorescence dynamics the "FloraTest" (Fig. 4, 5) from the Academy Institute of Cybernetics VM Glushkov, Kiev, which was used in 2008/2009 in the first time for test measurements on wine. [26].



Figure 4: FloraTest



Figure 5: FloraTest Clip on wine leaf

By default, the plant leaf for 10 minutes, thereby obscured with a clip. Thereafter, a laser diode, installed in the clip, is switched on, illuminating the leaf locally. A photo diode registers the intensity of fluorescence light, whose timing waveform  $FI(n)$  then to be stored in the form of 90 individual values  $FI(n = 1 \text{ to } n = 90)$  in the memory of "FloraTest". A total of 40 CFD measurements can be stored and later transferred to the PC.

Figure 6-9 show exemplary CFD measured curves, as measured at the wine varieties Cabernet and Solaris, in leaf heights of 20cm and 100cm respectively (17/07/2014). The measurements were made both at Novihum-treated plants, as well as to control plants of the same type of wine.

Sarakhan [27] reported for the first time in 2011 on detailed CFD measurements on different types of wine in various stages of growth and dependencies of the Kautsky-parameters of external factors such as drought stress or treatment with plant growth regulators. The problem with these analyzes was that the "FloraTest", the fluorescence light is recorded only for 3 minutes and the steady-state values for the fluorescence light ( $FI_{st}$ ) have still not set in this time interval. The determination of the Kautsky-parameter  $K_2$  and  $K_3$ , which depend on the steady-state value  $FI_{st}$ , remained in these measurements therefore inaccurate.

A similar slow relaxation behavior of the fluorescence light was observed by us in other crops such as corn or winter wheat [28-29]. In these cases it is more appropriate to make an evaluation of the CFD measurements by comparison with reference curves. About this methodology, we have rerorted for the first time in 2013 on the example of winter wheat [30] and a similar approach now practiced for wine.



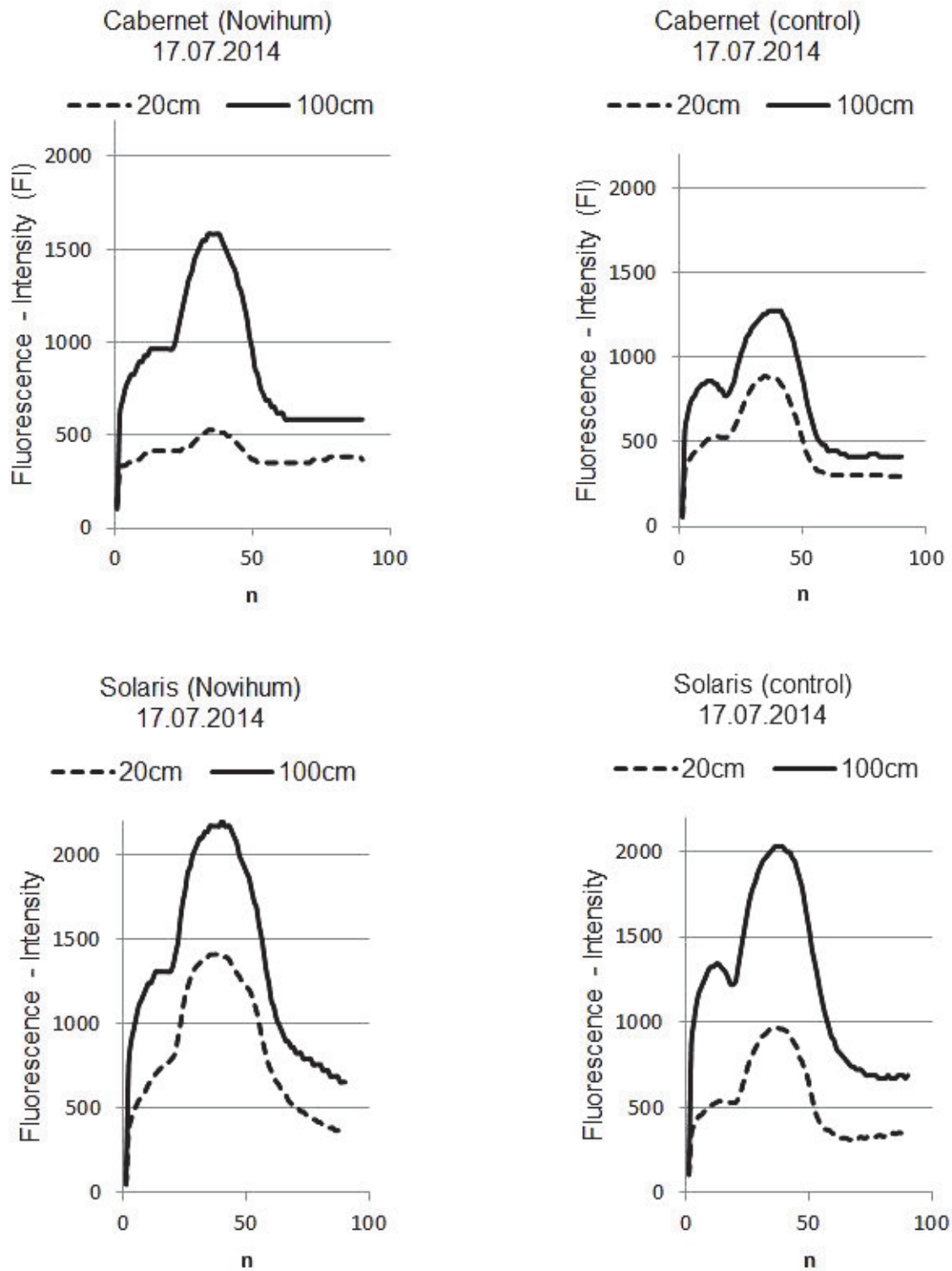


Figure 6 to Figure 9: Examples of CFD measurement curves

### 2.3 Definition of a CFD reference curve for wine: FIR (n)

Since in the literature reference curves for wine has not yet been described, by us for comparison purposes, a reference curve FIR (n) was defined, which was calculated as a formal average value of 7 CFD individual measurements in a leaf height of about 100cm on 17/07/2014 for the two varieties Cabernet and Solaris.

Table 3: Numerical values for the Reference curve FIR(n) (Mean of 7 measurements)

| n  | FIR(n) | n  | FIR(n) | n  | FIR(n) | n  | FIR(n) | n  | FIR(n) | n  | FIR(n) |
|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|
| 1  | 93     | 16 | 1057   | 31 | 1587   | 46 | 1469   | 61 | 673    | 76 | 565    |
| 2  | 713    | 17 | 1042   | 32 | 1607   | 47 | 1405   | 62 | 654    | 77 | 565    |
| 3  | 811    | 18 | 1017   | 33 | 1622   | 48 | 1342   | 63 | 644    | 78 | 560    |
| 4  | 889    | 19 | 1017   | 34 | 1636   | 49 | 1268   | 64 | 634    | 79 | 560    |
| 5  | 944    | 20 | 1032   | 35 | 1651   | 50 | 1204   | 65 | 619    | 80 | 560    |
| 6  | 978    | 21 | 1081   | 36 | 1661   | 51 | 1116   | 66 | 609    | 81 | 550    |
| 7  | 1003   | 22 | 1135   | 37 | 1661   | 52 | 1057   | 67 | 600    | 82 | 555    |
| 8  | 1027   | 23 | 1219   | 38 | 1661   | 53 | 993    | 68 | 590    | 83 | 545    |
| 9  | 1057   | 24 | 1288   | 39 | 1656   | 54 | 939    | 69 | 585    | 84 | 541    |
| 10 | 1066   | 25 | 1351   | 40 | 1646   | 55 | 880    | 70 | 580    | 85 | 541    |
| 11 | 1076   | 26 | 1410   | 41 | 1632   | 56 | 835    | 71 | 580    | 86 | 550    |
| 12 | 1086   | 27 | 1460   | 42 | 1617   | 57 | 796    | 72 | 575    | 87 | 545    |
| 13 | 1091   | 28 | 1494   | 43 | 1592   | 58 | 757    | 73 | 565    | 88 | 541    |
| 14 | 1081   | 29 | 1533   | 44 | 1563   | 59 | 727    | 74 | 565    | 89 | 541    |
| 15 | 1071   | 30 | 1563   | 45 | 1514   | 60 | 698    | 75 | 565    | 90 | 545    |

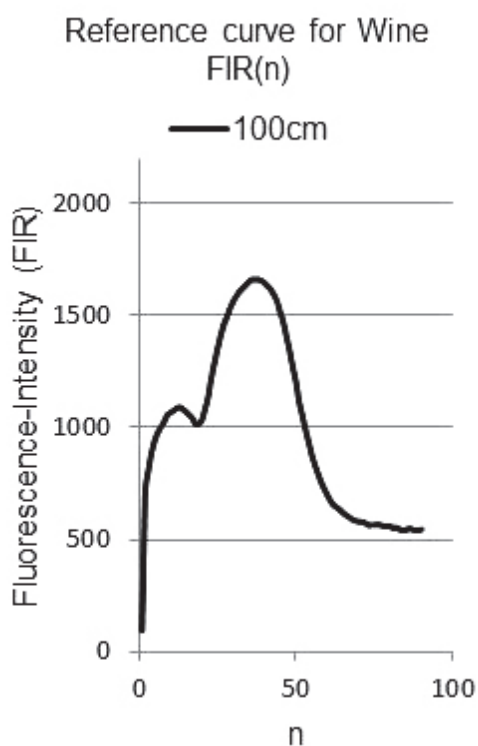


Figure 10: Reference curve for Win FIR(n)



## 2.4 Definition of photosynthesis potential PHS, short- and long-term vitality $V_1$ , $V_2$

For comparison of the CFD values  $FI(n)$  of a sample with the values of the reference curve  $FIR(n)$ , comparison parameters have been introduced for three time intervals of the characteristic chlorophyll fluorescence dynamics:

### First time interval ( $n = 1$ to $n = 37$ )

The first time interval, describing the increase in fluorescence intensity  $FIR$  ( $n = 1$ ) to the maximum in the  $FIR$  ( $n = 37$ ) and provides as comparison parameter, the relative photosynthesis potential PHS. The value of PHS is calculated as the quotient of the average fluorescence intensities of the sample  $FI$  ( $n$ ) and the reference  $FIR$  ( $n$ ) in this interval:

$$PHS (\%) = \sum_{n=0}^{n=37} \left( \frac{\frac{FI(n)}{FIR(n)}}{37} * 100\% \right)$$

### Second time interval ( $n = 37$ to $n = 56$ )

The second time interval describes the decay of the fluorescence from the maximum of the intensity  $FIR$  ( $n = 35 \dots 39$ ) to 50% of this value in  $FIR$  ( $n = 54 \dots 58$ ). It provides as comparison parameter the short-term vitality  $V_1$ . The value of  $V_1$  is the relative changes in the fluorescence intensity of the sample and reference in the second time interval of the CFD-curve in a percentage ratio:

$$V_1 = \frac{\left( \sum_{n=35}^{n=39} (FIR(n)) - \sum_{n=54}^{n=58} (FIR(n)) \right) / \sum_{n=35}^{n=39} (FIR(n))}{\left( \sum_{n=35}^{n=39} (FI(n)) - \sum_{n=54}^{n=58} (FI(n)) \right) / \sum_{n=35}^{n=39} (FI(n))} * 100\%$$

### Third time interval ( $n = 37$ to $n = 90$ )

The third time interval describes the drop in fluorescence intensity from the maximum  $FIR$  ( $n = 35 \dots 39$ ) to the end of the measurement cycle of "FloraTest" in three minutes  $FIR$  ( $n = 86-90$ ). It provides as comparison parameter the long-term vitality  $V_2$ . The value of  $V_2$  is the relative changes in the fluorescence intensity of the sample and reference in the third time interval of the CFD-curve in a percentage ratio:

$$V_2 (K) = \frac{\left( \sum_{n=35}^{n=39} (FS(n)) - \sum_{n=86}^{n=90} (FS(n)) \right) / \sum_{n=35}^{n=39} (FS(n))}{\left( \sum_{n=35}^{n=39} (FR(n)) - \sum_{n=86}^{n=90} (FR(n)) \right) / \sum_{n=35}^{n=39} (FR(n))} * 100\%$$

## 3 Results – Comparison of different variants

Measurements for chlorophyll fluorescence dynamics were carried out on 07/17/2014 and thereafter twice at intervals of 4 weeks (14/08/2014 and 09/13/2014) to all experimental variants. In Table 3 are listed values for PHS,  $V_1$  and  $V_2$ , determined from the measured curves.

| Date     | Parameter | Variant                        |                             |                                        |                         |                                    |
|----------|-----------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
|          |           | Cabernet Novihum<br>+<br>Cuxin | Cabernet<br>Novihum<br>only | Cabernet<br>best practise<br>(control) | Solaris<br>Novihum only | Solaris<br>best practice (control) |
| 14/07/07 | PHS       | 84.7                           | 90.3                        | 77.5                                   | 124.9                   | 122.5                              |
|          | V1        | 111.2                          | 101.1                       | 108.9                                  | 86.8                    | 98.1                               |
|          | V2        | 106.8                          | 91.7                        | 101.1                                  | 103.1                   | 98.9                               |
| 14/08/14 | PHS       | 75.9                           | 95.4                        | 39.9                                   | 81.6                    | 58.8                               |
|          | V1        | 60.7                           | 62.4                        | 56.9                                   | 40.0                    | 74.0                               |
|          | V2        | 54.3                           | 79.0                        | 55.1                                   | 73.6                    | 60.9                               |
| 14/09/13 | PHS       | 42.5                           | 69.3                        | 48.7                                   | 76.2                    | 54.8                               |
|          | V1        | 23.8                           | 40.9                        | 39.5                                   | 31.3                    | 34.5                               |
|          | V2        | 67.3                           | 97.8                        | 82.9                                   | 74.4                    | 73.5                               |

#### 4 Summary

In this study the effect of added high grade permanent humic substances (ammonoxidized lignite) to vitality-parameters of vine is presented for the first time. Chlorophyll-Fluorescence-Dynamic (CFD) measurements have been carried out at two different species of vine (*Solaris*, *Cabernet blanc*), planted at a recultivated post-mining site in Lusitia (Saxony/Germany) in 2013. The plants were treated with a novel high-grade permanent humus product (ammonoxidized lignite, Novihum®) and a composite of ammonoxidized lignite and a mykorrhiza-formulation (Cuxin Myko-Aktiv). The control is the best practice variant. CFD measurements were carried out three times in 2014 (14th July, 14th August, and 13th September).

Generally the variants treated with ammonoxidized lignite has shown the highest photosynthetic potential and the most dynamic trend of the CFD graphs. This indicates a better plant health status and a better growth what could be seen also from the plants itself. The combination of a mykorrhiza-formulation and ammonoxidized lignite does not show significant effects in comparison to the variant treated only with ammonoxidized lignite yet. In addition the variants treated with ammonoxidized lignite have shown significant better Chlorophyll-Fluorescence-Dynamic especially in late summer. This indicates a more effective usage of photosynthetic active radiation while crape grapes ripen.

#### 5 Acknowledgements

This work has been enabled by the support of Landwirtschaftsbetrieb Lindenfeld Gbr. and Dr. Andreas Wobar, who has provided the trial area and the possibility to perform all the trials and measurements.

#### 6 Literature

1. Kuntze, H., Roeschmann, G., Schwerdtfeger, G. (eds.), Bodenkunde, 5th edn., Ulmer, Stuttgart (1994).
2. Scheffer, F., Schachtschabel, P. (eds.), Lehrbuch der Bodenkunde, 15th edn., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg (2002).
3. Aiken, G.R., McKnight, D.M., Wershaw, R.L., MacCarthy, P., (eds.), Humic Substances in Soil, Sediment, and Water, John Wiley and Sons, New York (1985).
4. Stevenson, F.J. (ed.), Humus Chemistry, 2nd ed., John Wiley and Sons, New York (1994).

5. Canellas, L.P., Olivares, F.L., Okorokova-Façanha, A.L., Façanha, A.R., *Plant Physiology* 130, 1951 (2002).
6. Pizzeghello, D., Nicolini, G., Nardi, S., *New Phytologist* 151, 647, (2001).
7. Katur, J., Fischer, K., Böcker, L., Tonder, K., Liebner, C., *Archives of Agronomy and Soil Science* 48, 647 (2002).
8. Liebner, F., Fischer, K., Katur, J., Böcker, L., *ERSEC Ecological Book Series III*, edited by UNESCO Office Beijing, Tsinghua, University Press and Springer, Beijing (2006), pp. 183–207.
9. Magdoff, F., van Es, H.m (eds.), *Building Soils for Better Crops*, 2nd edn., Sustainable Agriculture Network (2000), pp. 80–82.
10. Gottschall, R., *Kompostierung: Optimale Aufbereitung und Verwendung organischer Materialien im ökologischen Landbau, Alternative Konzepte*, 5th edn., edited by Müller and Karlsruhe (1992), p. 45.
11. Franz, A., Palm, A., German Patent No. 561,487, February 1930.
12. Flaig, W., Hingst, G., Wesselhoeft, P., German Patent 1,745,632, January 1959.
13. Hingst, G., Aalrust, P., Bratzler, K., Schäfer, H., German Patent 1,302,961, June 1962.
14. Wiesner, P.H., *Wochenblatt für Papierfabrikation* 18, 741 (1971).
15. Schiene, R., Pruzina, K.-D., Wienhaus, O., Fischer, F., *Zellstoff und Papier* 28/4, 163 (1979).
16. Fiedler, H.-J., Schmidt, S., *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden* 30/1, 197 (1981).
17. Fischer, K., Katur, J., Liebner, F., Schiene, R., *Ipw—Das Papier*, 48/4 (2002).
18. Fischer, K., Schiene, R., *Chemical Modification, Properties and Usage of Lignin*, edited by T. Hu, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York (2002), pp. 167–198.
19. Gürüz, K., *Fuel* 59, 772 (1980).
20. Coca, J., Aivarez, R., Fuertes, A.B., *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev.* 23, 620 (1984).
21. Fischer, K., Schiene, R., Katur, J., European Patent 1,144,342, December 1999.
22. Katur, J., Fischer, K., Böcker, L., Liebner, F., Schiene, R., *Kennwerte und Eigenschaften der auf Braunkohlebasis durch oxidative Ammonolyse hergestellten Humusdüngestoffe*, *Ach. Acker- Pfl. Boden. Vol. 2*, pp. 637-646 (2002).
23. Ninnemann, H., Fischer, K., Brendler, E., Liebner, M., Rosenau, T., Liebner, F., *Characterisation of umic Matter Fractions Isolated from Ammonoxidised Miocene Lignite*, *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, Vol. 5, 241–252, 2011.
24. Kautsky H., Hirsch A., *Zeitschrift Naturwissenschaften*, 1931
25. Kautsky H., Hirsch A., *Biochemische Zeitung.*, p. 422, 1934
26. Romanov V., Galelyuka I., Hrusha V., Sarakhan et al., *Proceedings 5th Radostim Conference*, p.153, Dnepropetrovsk 2010, Ukraine
27. Sarakhan E.V. *Proceedings 7th Radostim Conference*, p. 150, Minsk 2011, Belarus
28. Nowick W., Nowick H., Romanov V., *Proc. 8th daRostim Conf.*, p.202, Kiev 2012, Ukraine
29. Nowick W., Nowick H. *Proceedings 8th daRostim Conference*, p.204, Kiev 2012, Ukraine
30. Karpenko E.V., Sheglova N.S., Nowick W., *Proc. 9th daRostim Conf.* p. 42, Lviv, Ukraine

# **Актуальные результаты по улучшению показателей биологического плодородия почвы после применения фитогуминовой комбинации (PHCs) в рамках программы Tandem<sup>12/21</sup> (2012-2021)**

W. Nowick

Privates Institut für angewandte Biotechnologie daRostim. Lichtenstein/Sa. Deutschland

Over 170 agricultural practice areas in Germany were treated up to 8 years with phytohormone-humic acid compositions (PHCs). We report on the development of biological soil parameters (humus, air nitrogen fixing bacteria, phosphorous mobilizing bacteria) and changes in the production functions (normalized income in cereal units as a function of nitrogen fertilization). Potential yield increases and savings in the nitrogen fertilization by PHC applications are discussed.

Более 170 сельскохозяйственных полей общей площадью 3000 га в Германии обрабатывались на протяжении восьми лет комбинацией фитогормональных и гуминовых препаратов (PHCs). В статье описывается влияние обработки на развитие почвенной биологии по параметрам: содержание гумуса, концентрация азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий. Производственная функция зависимости урожайности от количества вносимого азота показывает изменения по сравнению с периодом, где обработка не проводилась. Предлагаются к обсуждению вопросы потенциального роста урожайности и сокращения внесения азотного удобрения.

## **1. Введение**

Времена, когда высокие урожаи достигались только посредством селекции сортов, внесения больших доз минеральных удобрений и широкого использования химических средств защиты растений, прошли. Статистика роста урожайности в Германии показывает, что за последние 13 лет практически не наблюдается рост урожайности по основным сельскохозяйственным культурам, только рапс показывает некоторую положительную тенденцию. /1/

Одной из причин этого является недостаток воды - в некоторых регионах в последние годы по причине изменения климата выпадает недостаточно осадков или дожди идут в неподходящий момент. Ещё один важный фактор - слишком большие нормы внесения минеральных удобрений - ведёт к угнетению почвенной биологии и, как следствие, к снижению биологических показателей плодородия почвы.

Снизилось содержание гумуса и упала концентрация почвенных бактерий, отвечающих за снабжение растения элементами питания. В некоторых случаях доля участия биологического азота в формировании урожая находится на уровне 10% и менее. /2/

Применение регуляторов и стимуляторов роста растений на основе фитогормонов позволяет активировать процесс фотосинтеза растения и обеспечить больше ассимилированного углерода, который тоже служит одним из основных элементов питания для почвенной биологии. /3-6/

Наши предыдущие исследования показывают, что регулярное применение фитогормональных препаратов в комбинации с гуминовыми (PhytoHuminCompounds - PHC) позволяет сократить внесение химических удобрений, сохранить при этом стабильный урожай или даже увеличить его показатели. В течении 16-ти лет (2005 – 2021) в рамках двух исследовательских проектов Radostim A\*B (2005-2008), future 9/12 (2009-2012) и в рамках текущей международной многолетней программы Tandem<sup>12/21</sup> (2012-2021) институт daRostim изучает эффекты применения PHC на

полях в Германии. После восьми лет работы можно уже сделать промежуточные выводы о положительных результатах./7-10/

## 2. Программа Tandem<sup>12/21</sup>

В течении последних восьми лет количество производственных площадей, участвующих в экспериментах, возросло от 65 до 170 общей площадью 3000 га.

В рамках программы Tandem<sup>12/21</sup> мы обрабатываем экспериментальные поля, которые с 2005 по 2011 год обрабатывались только один раз в год весной, а с 2012 года два раза - весной и осенью. Весной обработка проводится по листовой поверхности комбинацией „Tandem F“ с целью стимулировать процесс фотосинтеза и, как следствие, увеличить концентрацию почвенных бактерий, которые, в свою очередь, будут обеспечивать больше доступного для растения азота и фосфора. Осенью обрабатывается почва препаратом „Tandem H“ с целью ускорить процесс преобразования органического материала в гумус и уменьшить потери почвенных бактерий в зимний период.

Два раза в год (F — последняя неделя марта, H - последняя неделя октября) на всех полях отбираются пробы почвы (0-30 см) и анализируются по следующим трём показателям: содержание гумуса, концентрация азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий.

Для каждого экспериментального поля строится производственная функция – зависимость урожайности в единицах GE/га от количества азота за годы с начала PNC -обработки. Данная функция сравнивается с аналогичной за предыдущие годы без применения PNC. Результаты представлены в п.п. 3 и 4.

## 3. Динамика почвенной биологии в течение 8 лет (2006-20014)

Таблица 1: Сводная таблица средних значений по содержанию гумуса, концентрации N- и P-бактерий

| Образцы почвы                             |       | Средние значения по всем пробам |            |            |                                           |
|-------------------------------------------|-------|---------------------------------|------------|------------|-------------------------------------------|
| F: Frühling - весна,<br>H: Herbst - осень |       | H - Гумус                       | N-бактерии | P-бактерии |                                           |
| K-vo                                      | Jahr  | %                               | КОЕ млн/г  | КОЕ млн/г  |                                           |
| 65                                        | 2006F | 4,4                             | 9,6        | 2,4        | Radostim A*B<br><br>2006 - 2008           |
| 76                                        | 2006H | 5,1                             | 13,5       | 3,7        |                                           |
| 65                                        | 2007F | 3,6                             | 12,6       | 3,2        |                                           |
| 64                                        | 2007H | 3,8                             | 11,2       | 2,6        |                                           |
| 65                                        | 2008F | 4,4                             | 13,1       | 3,5        |                                           |
| 87                                        | 2008H | 4,7                             | 11,0       | 3,2        | future <sup>9/12</sup><br><br>2009 - 2012 |
| 92                                        | 2009F | 4,3                             | 10,9       | 1,7        |                                           |
| 122                                       | 2009H | 3,4                             | 16,0       | 5,4        |                                           |
| 132                                       | 2010F | 4,1                             | 14,1       | 3,9        |                                           |
| 161                                       | 2010H | 3,0                             | 16,1       | 2,2        |                                           |
| 170                                       | 2011F | 4,0                             | 14,8       | 1,9        | Tandem <sup>9/12</sup><br><br>2012 - 2021 |
| 160                                       | 2011H | 3,6                             | 16,6       | 3,4        |                                           |
| 170                                       | 2012F | 2,4                             | 18,6       | 4,6        |                                           |
| 160                                       | 2012H | 3,6                             | 19,0       | 3,9        |                                           |
| 164                                       | 2013F | 2,9                             | 29,4       | 7,5        |                                           |
| 160                                       | 2013H | 4,3                             | 25,4       | 9,8        |                                           |
| 150                                       | 2014F | 3,2                             | 25,5       | 8,8        |                                           |

### 3.1 N-бактерии, Р-бактерии

На полях, где РНС применялась дважды в год, наблюдался дальнейший рост концентрации N-бактерий: до весны 2013 - 20,5%/а, до весны 2014 - 22,3%/а. Абсолютная средняя величина прироста за год – около 2,0 КОЕ млн/г.

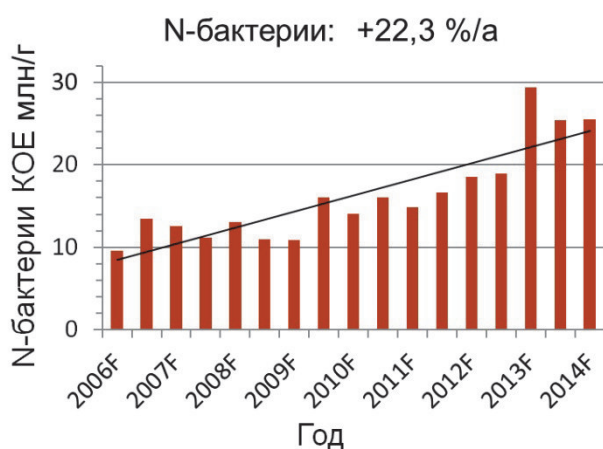


Рис. 1: Динамика концентрации N-бактерий

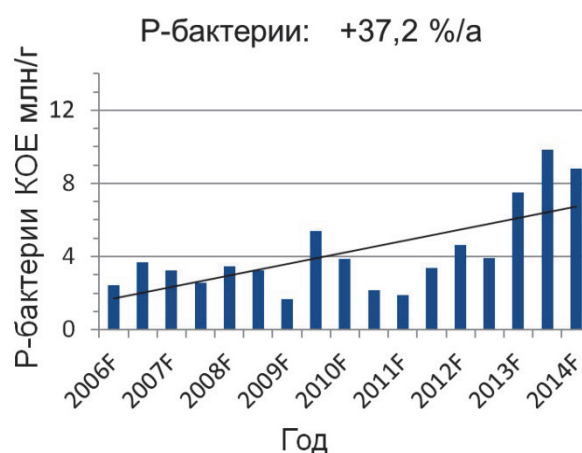


Рис. 2: Динамика концентрации Р-бактерий

Осенняя обработка почвы сильнее повлияла на особо чувствительные к низким температурам Р-бактерии. Прирост составил до 12,3%/а весной 2013 и до 37,2%/а весной 2014. Абсолютная средняя величина прироста за год – около 0,6 КОЕ млн/г.

### 3.2 Гумус

Осенняя обработка почвы комбинацией РНС остановила процесс падения содержания гумуса, который наблюдался на полях без осенней обработки. До весны 2012 года наблюдалось снижение содержания гумуса за год на 5,4% в среднем, а до весны 2014 только на 3,7%. Детальный анализ динамики показателей содержания гумуса показывает, что осенняя обработка обеспечивает прирост содержания гумуса за год до 13,2 %.

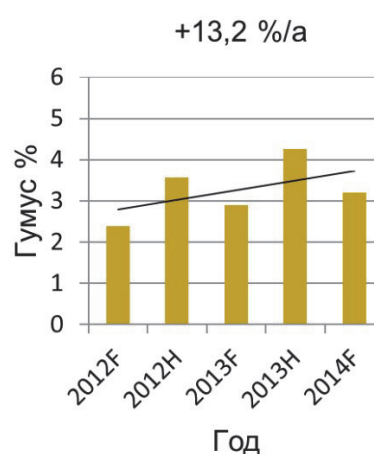
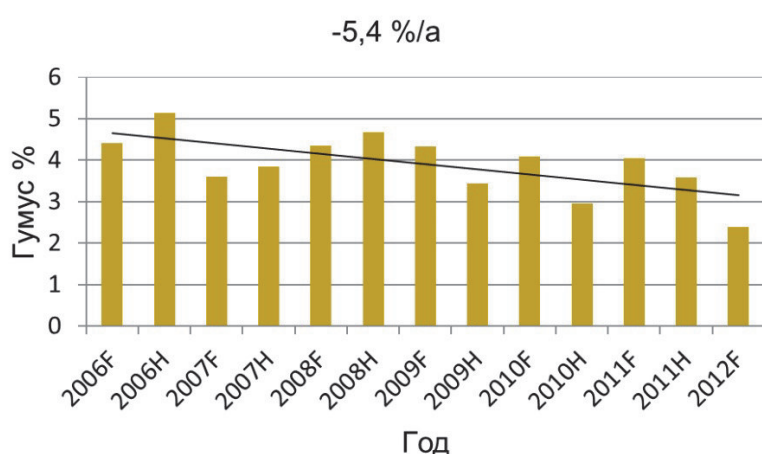


Рис. 3,4: Динамика содержания гумуса в период с 2006 по 2012 и с 2012 по 2014 год

### 3.3 Прогноз динамики вышеописанных процессов до 2022 года

Такой рост концентрации почвенных бактерий при стабильном или возрастающем содержании гумуса, разумеется, имеет свои естественные пределы. Анализ показывает, что в первые годы применения комбинации прирост концентрации почвенных бактерий составлял 23 - 37%/а. Можно сделать прогноз, что в 2022 году, к моменту завершения проекта относительный прирост будет составлять только 2,5-3,0%/а

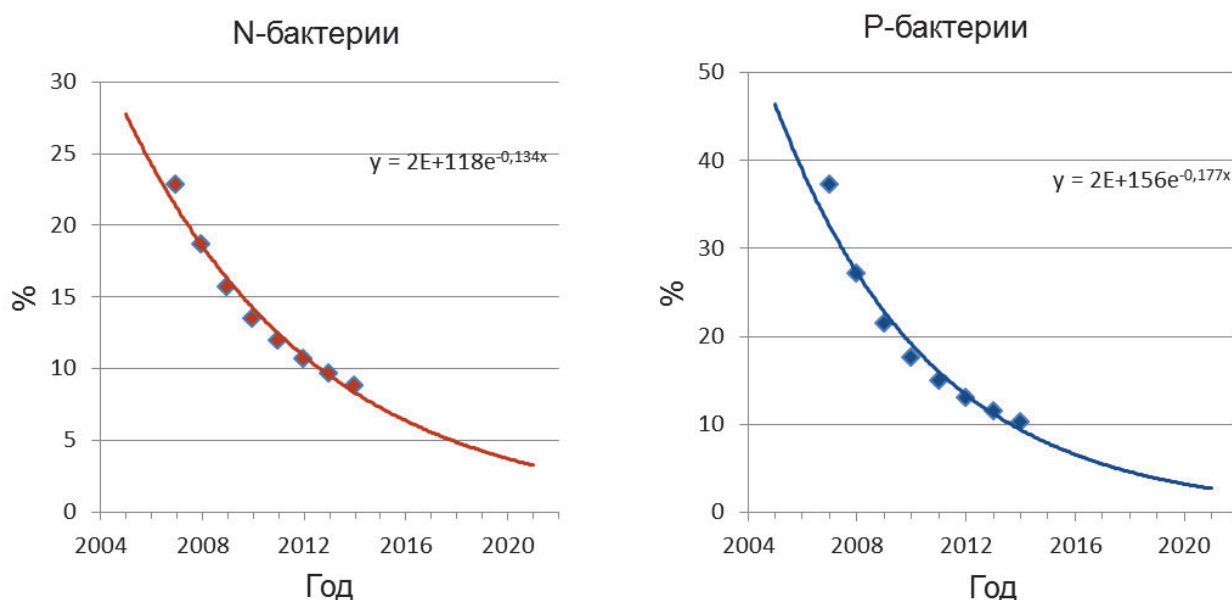


Рис. 4, 5: Относительные значения ежегодного прироста N- и P-бактерий по отношению к предыдущему году

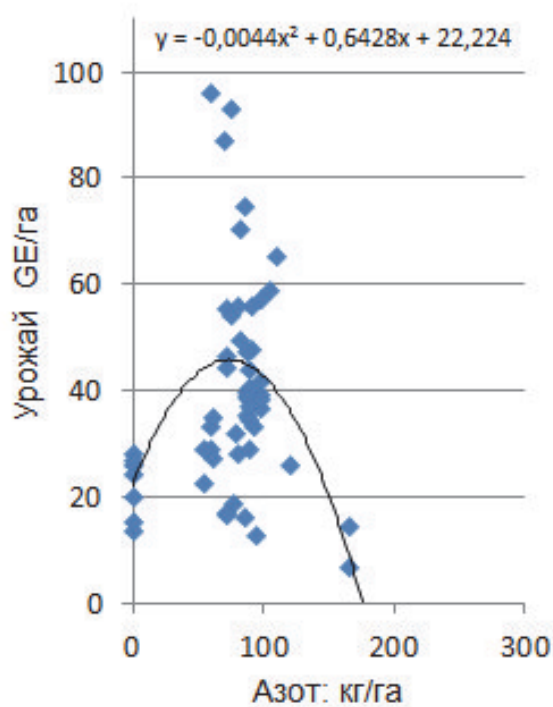
#### 4. Динамика урожайности на некоторых полях – производственная функция

| Земля<br>в Германии | AZ* | Обработка |           | Изменения функции<br>при применении РНС |                      |
|---------------------|-----|-----------|-----------|-----------------------------------------|----------------------|
|                     |     | Без РНС   | РНС       | Экономия азота<br>кг                    | Прирост урожая<br>GE |
| Бранденбург         | 27  | 2001-2005 | 2006-2013 | -11,0 / 0                               | 0 / +3,2             |
| Саксония            | 30  | 2001-2009 | 2010-2013 | - 17,0                                  | +0,1                 |
| Бранденбург         | 33  | 2001-2005 | 2006-2013 | - 22,0                                  | +0,2                 |
| Саксония            | 36  | 2001-2008 | 2009-2013 | +17,0                                   | +2,0                 |
| Саксония            | 41  | 2001-2009 | 2010-2013 | 0 / +47,0                               | +4,4 / +6,9          |
| Саксония            | 67  | 2001-2009 | 2010-2013 | 0 / +32,0                               | +23,5 / +18,4        |
| Саксония            | 76  | 2001-2005 | 2006-2013 | 0 / +17,0                               | +6,0 / 6,9           |

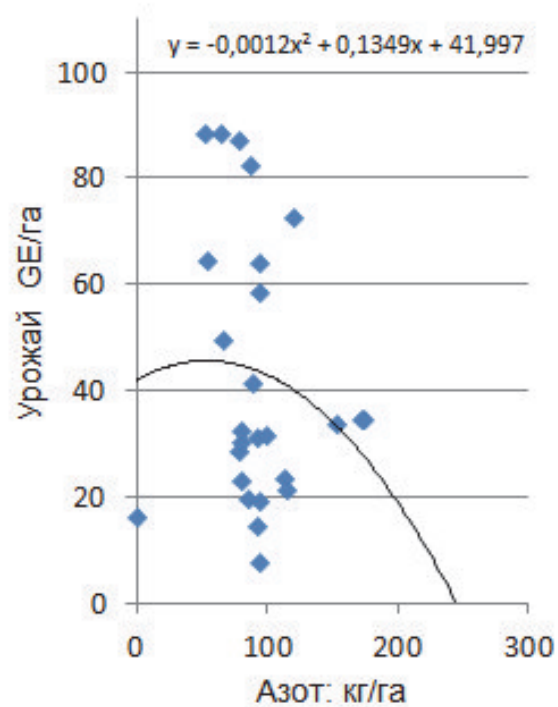
\*AZ - показатель качества почвы по 100-бальной системе

Ниже показаны примеры сравнения производственных функций по периодам при обработке полей комбинацией РНС и без обработки.

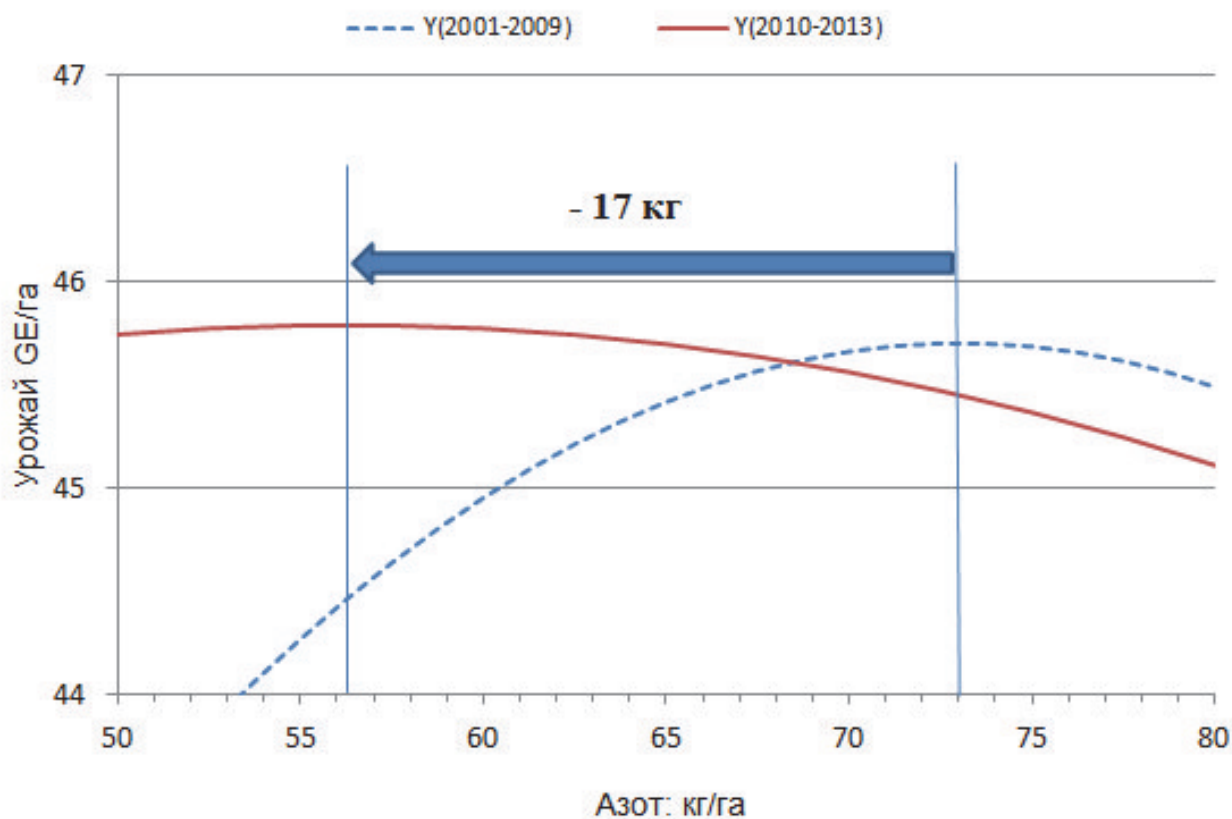
4а: Земля Саксония, AZ: 30, экспериментальных полей: 8



2001-2009: без РНС  
 $N_{\max} = 73,0$  кг/га,  $E_{\max} = 45,7$  GE/га

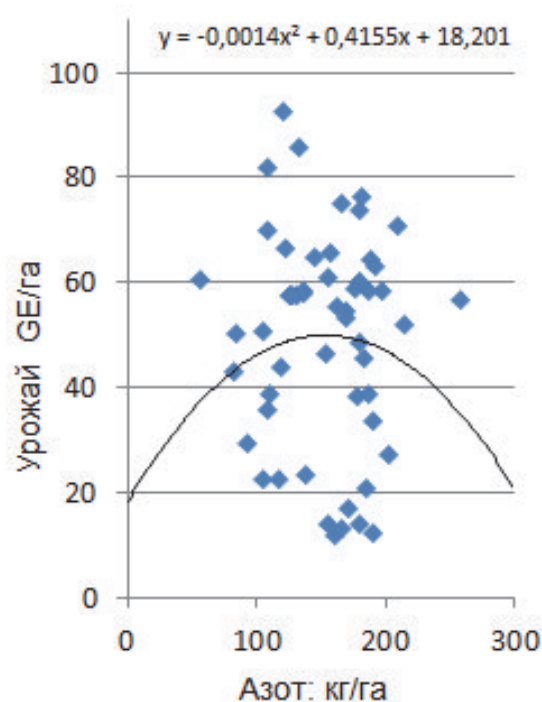


2010-2013: с применением РНС  
 $N_{\max} = 56,2$  кг/га,  $E_{\max} = 45,8$  GE/га

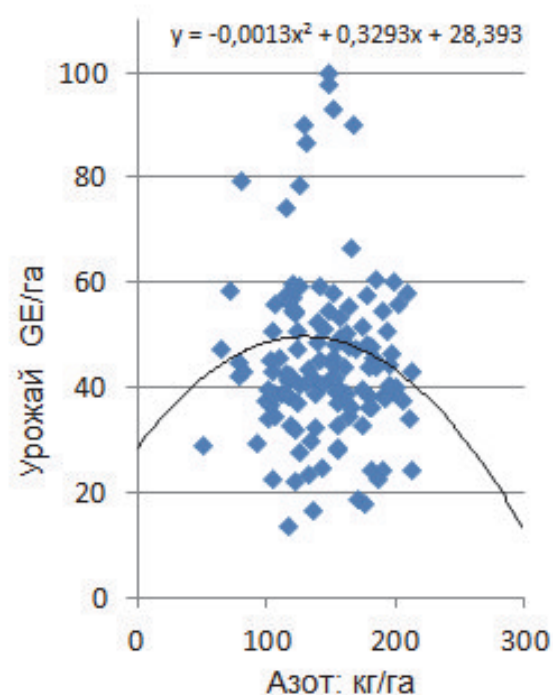




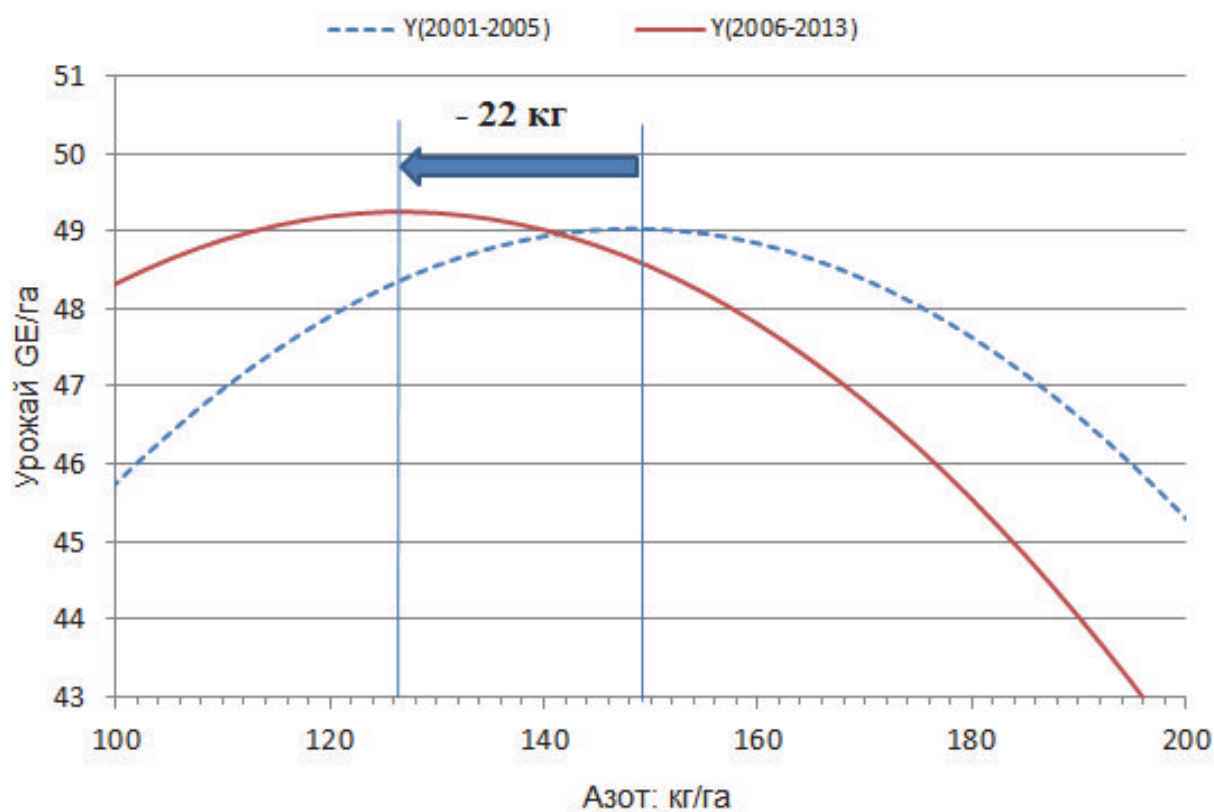
**4b: Земля Бранденбург, AZ: 33, экспериментальных полей: 20**



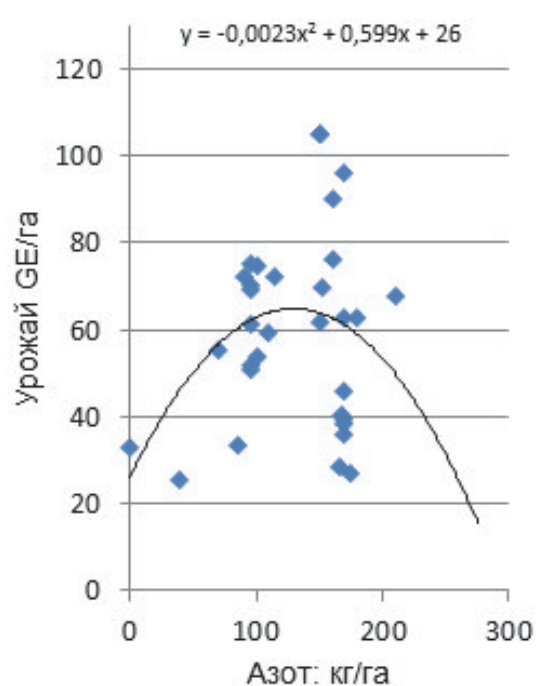
2001-2005: без РНС  
 $N_{\max} = 148,4$  кг/га,  $E_{\max} = 49,0$  GE/га



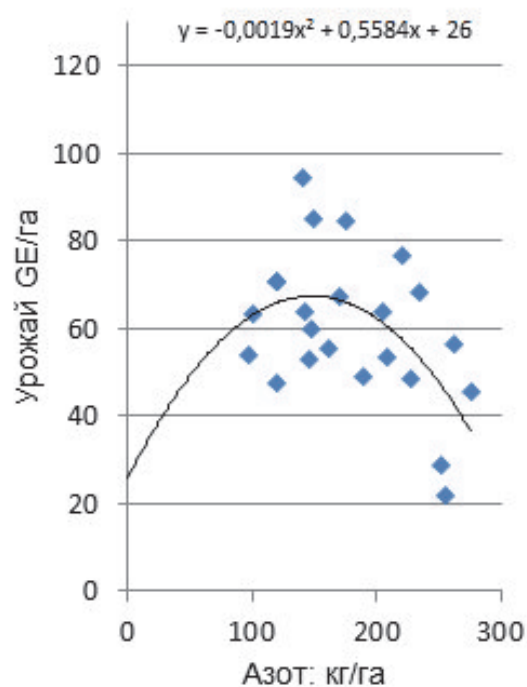
2006-2013: с применением РНС  
 $N_{\max} = 126,7$  кг/га,  $E_{\max} = 49,2$  GE/га



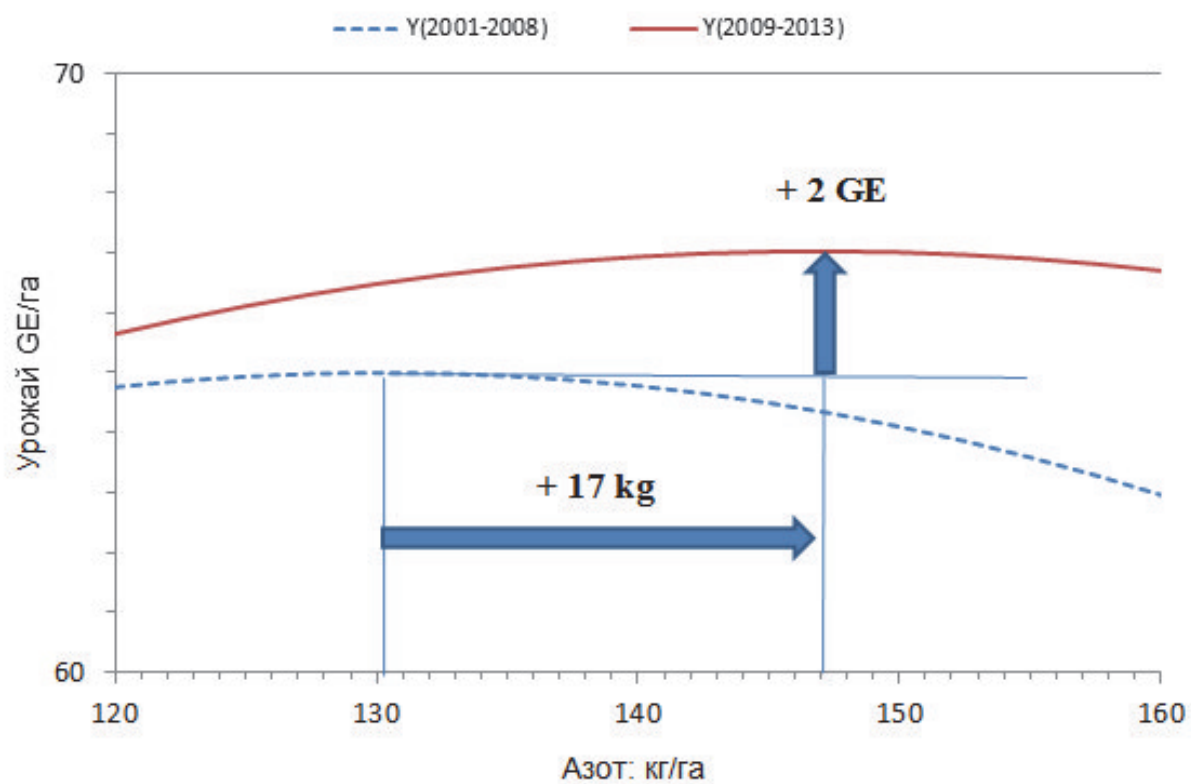
**4с: Земля Саксония, AZ: 36, экспериментальных полей: 5**



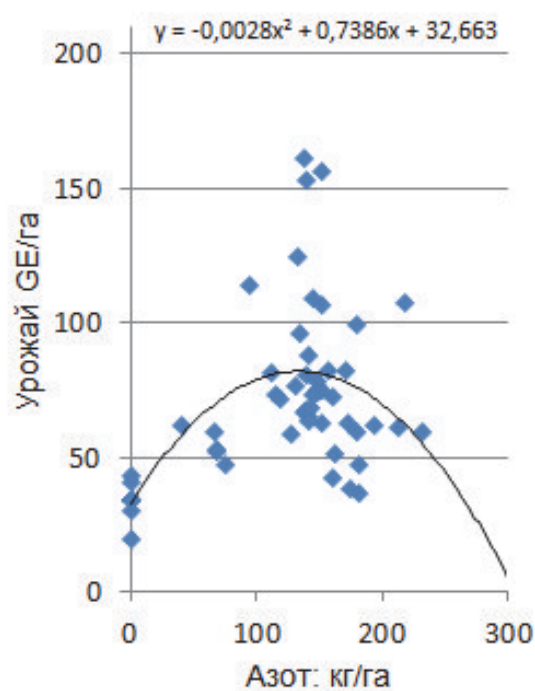
2001-2008: без РНС  
 $N_{\max} = 130,2 \text{ kg N/ha}$ ,  $E_{\max} = 65,0 \text{ GE/ha}$



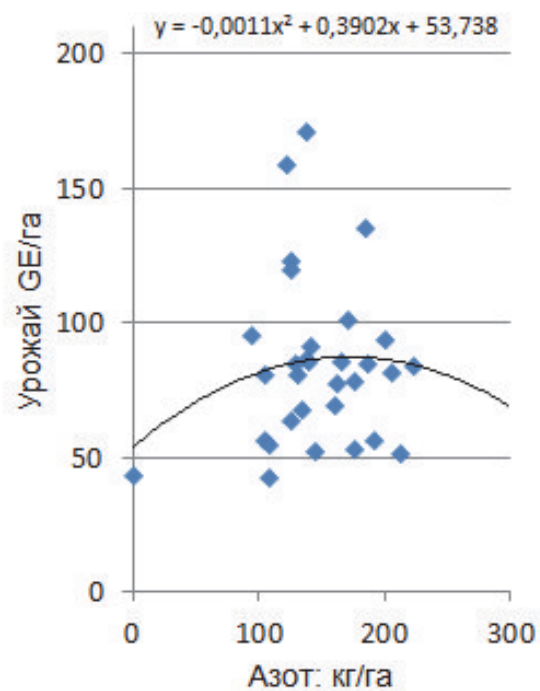
2009-2013: с применением РНС  
 $N_{\max} = 146,9 \text{ kg N/ha}$ ,  $E_{\max} = 67,0 \text{ GE/ha}$



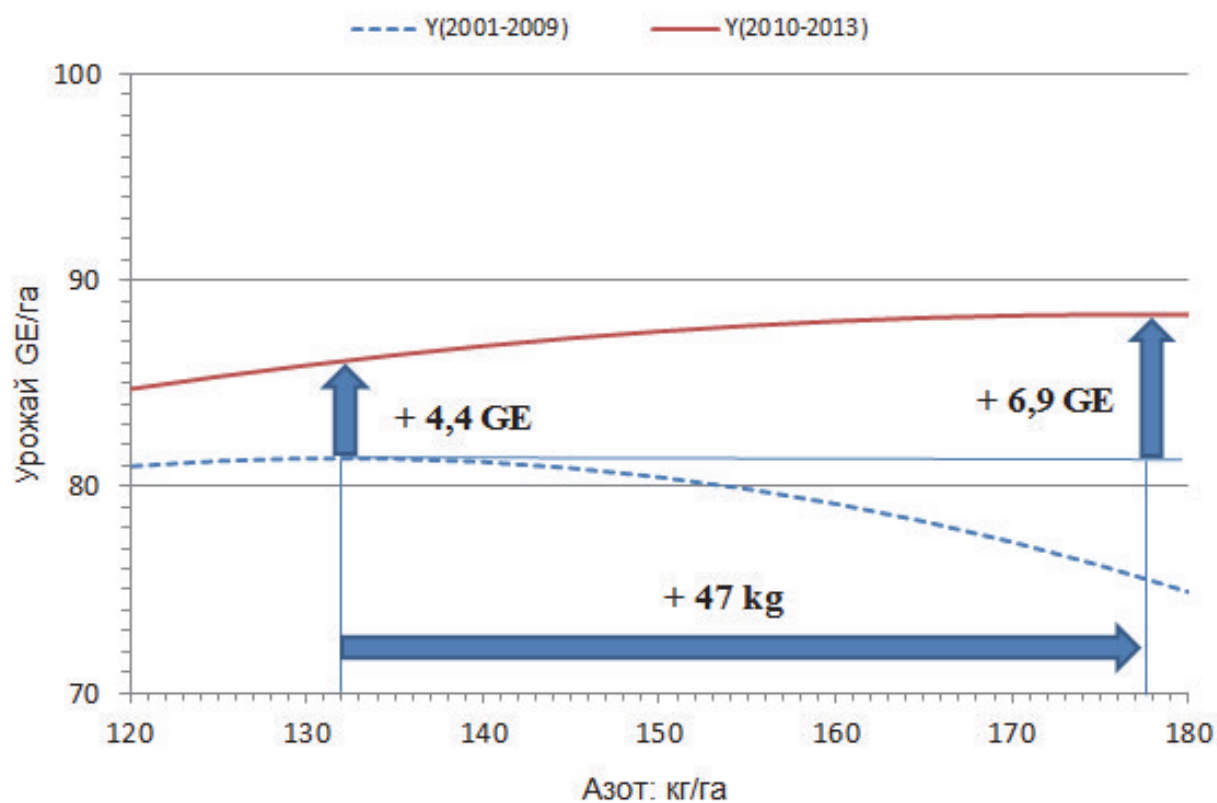
4d: Земля Саксония, AZ: 41, экспериментальных полей: 8



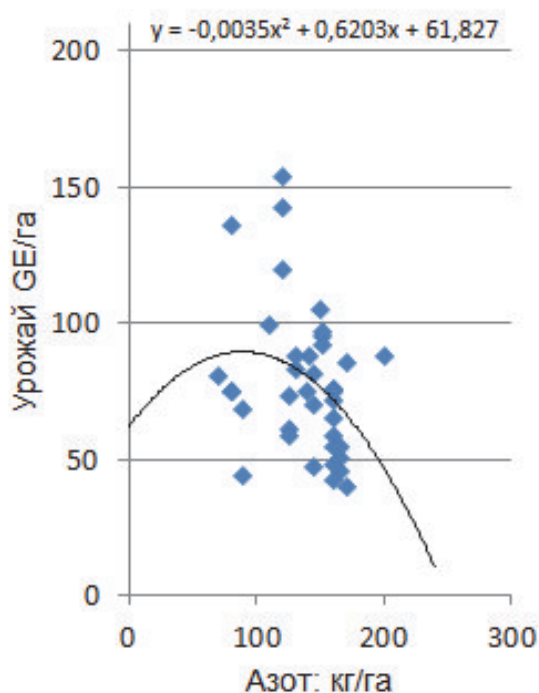
2001-2009: без РНС  
 $N_{\max} = 131,9 \text{ kg N/ha}$ ,  $E_{\max} = 81,4 \text{ GE/ha}$



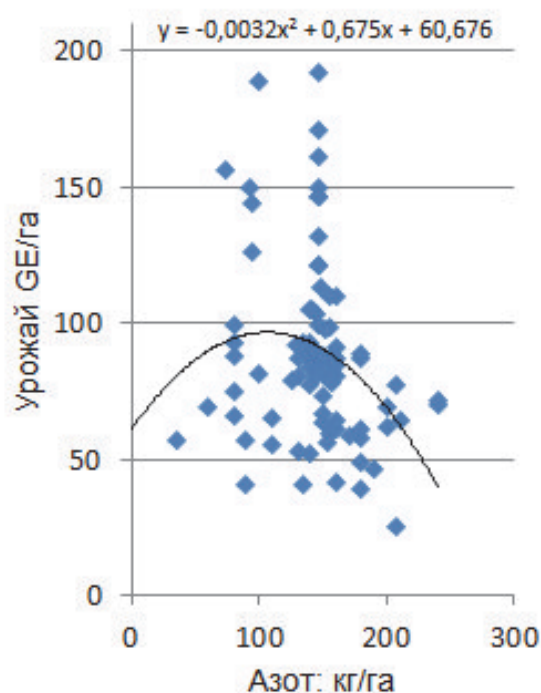
2010-2013: с применением РНС  
 $N_{\max} = 177,4 \text{ kg N/ha}$ ,  $E_{\max} = 88,3 \text{ GE/ha}$



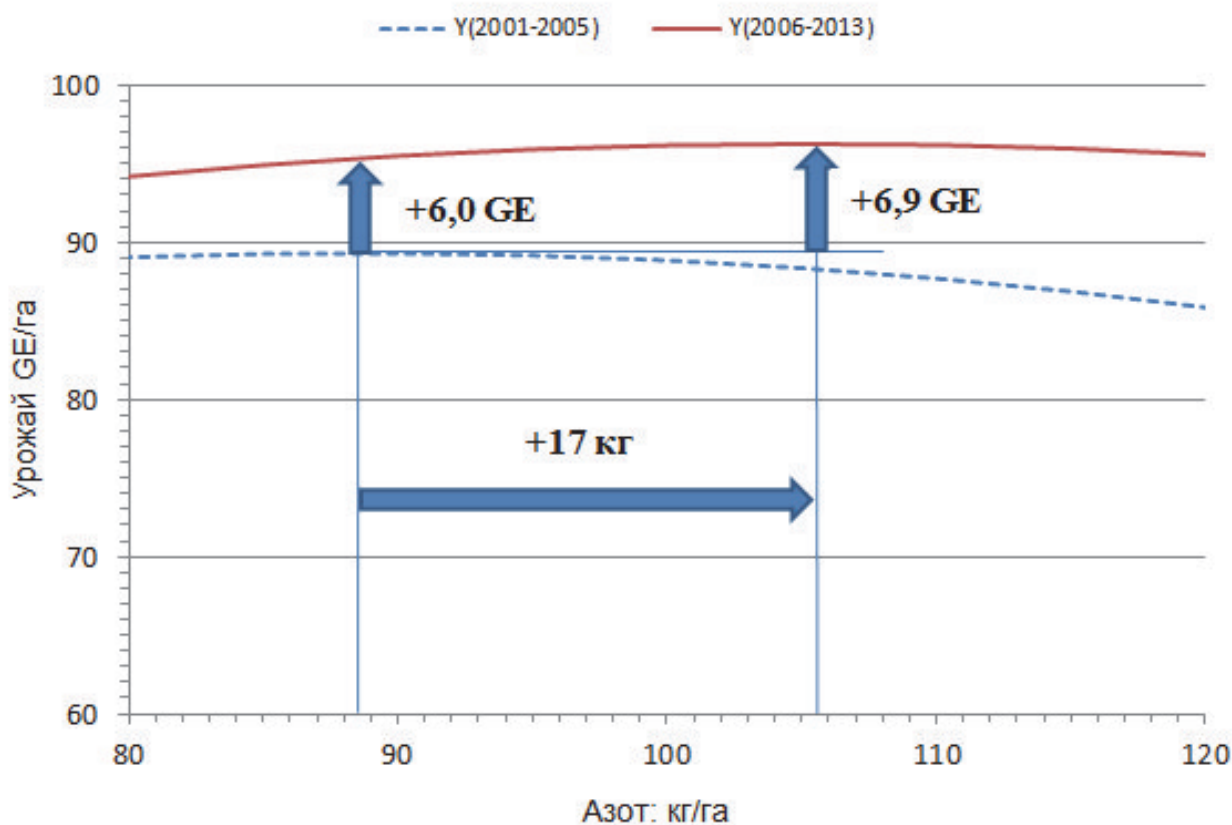
**4е: Земля Саксония, AZ: 76, экспериментальных полей: 13**



2001-2005: без РНС  
 $N_{\max} = 88,6 \text{ kg N/ha}$ ,  $E_{\max} = 89,3 \text{ GE/ha}$



2006-2013: с применением РНС  
 $N_{\max} = 105,5 \text{ kg N/ha}$ ,  $E_{\max} = 96,3 \text{ GE/ha}$



## 5. Итоги

Изучение почвенной биологии на более чем 170-ти с/х производственных полях общей площадью 3000га в Германии, которые обрабатывались комбинацией PhytoHuminCompounds (PHC) в период с 2005 до 2013 года, показало стабильный рост концентрации азотфиксирующих - около 2,0 КОЕ млн/г за год и фосфатмобилизирующих бактерий - около 0,6 КОЕ млн/г за год. Более высокая концентрация почвенных бактерий обеспечивает более полноценное питание растений.

Можно сравнить производственные функции за годы применения PHC и за годы, когда комбинация не применялась. Анализ результатов на различных участках с небольшими отклонениями коэффициента качества почвы AZ в рамках одного предприятия показывает :

- на более лёгких почвах (AZ= 27-33) обработка почти не приводит к росту урожая, но позволяет сократить внесение азотного удобрения от 11 до 22 кг/га
- на средних и тяжёлых почвах (AZ= 36-76) обработка позволяет достичь увеличения урожая от 2 до 7 GE при обычных нормах внесения азота, а при хорошем снабжении водой - до 20 GE.

## 6. Литература

- /1/ [www.proplanta.de](http://www.proplanta.de) (Statistic-Maps)
- /2/ Nowick, W., Nowick H., Zinchenko V.A. - The YEN – Chart, On the share of chemical and biological nitrogen in the total yield forming of winter wheat on the example of Germany and Ukraine – Proceedings daRostim-Conference, p.211-215. Kiew, Nov.2012
- /3/ S.Ponomarenko, G.Iutinska, P.Shimenko, K.Nowick, W.Nowick, Plant Growth Regulators – a technology for ecological orientated agriculture production, SATERRA, Mai 1999, Fachhochschule Mittweida, (Tagungband)
- /4/ G.Iutinska, S.Ponomarenko, W.Nowick, Biotechnologische Anbauoptimierung von Kulturpflanzen durch Digital-Photo-Chrom-Analyse (DPCA), Journal of the University of Applied Sciences Mittweida, Biotechnologie, Nr.6 (2004), 23-26
- /5/ W.Nowick, To the optimum plant treatment with phytohormones, defines by DPCA (Digital-Photo-Chrom-Analysis), Acta Biochimica Polonia, vol.54, suppl.1/2007
- /6/ NEW PLANT GROWTH REGULATORS: basic research and technologies of application Chapter 1, Bioregulation of plant growth and development, ed. by S.P.Ponomarenko, L.A.Anishin, O.V.Babayants, Z.M.Hrytsarenko, O.I.Terek, Hu Wenxiu, Y.Y.Borovikov, W.Nowick, P.H.Zhimenko, T.V.Moiseeva, Kiew, Nichlava 2011
- /7/ В.Новик, Результаты международного исследовательского проекта Radostim A\*B - совместное применение на полях Германии препаратов на основе гуминовых кислот и фитогормонов, III Конференция Radostim, p.79, Киев 2007, Украина
- /8/ Г.А.Иутинская, В.Новик, Результаты пяти лет изучения динамики биоиндекса почвы при регулярном применении на с/х культурах комбинаций фитогормонов и гуминовых кислот, VI Конференция Radostim, 24-25 ноября 2010, Краснодар, Россия (Сборник материалов)
- /9/ W.Nowick, S.Ponomarenko, O.Gladkov, Tandem <sup>12/21</sup> International Long Term Program to Increase the Biological Soil Fertility and to Establish of Sustainable Biological Nutrient Resource in the Soil by Applying Phytohuminscompounds (PHCs), Proceedings of Second International Conference of CIS IHSS on Humic Innovative Technologies HiT2012, p.39, Moscow, Russia
- /10/ W. Nowick, Phytohumic complexes (PHCs) – A technology of the daRostim Institute for the solution of some economic and ecological roles in the modern plant production, Proceedings IX daRostim-Conference , p.95 , Lviv 2013, Ukraina

**Sponsor Advertisement**

**Реклама спонсоров**

## Рекламная информация от компании **Agilent Technologies** – генерального спонсора конференции HIT-daRostim-2014

Компания **Agilent Technologies**, образованная в 1999 году в результате реорганизации компании **Hewlett-Packard**, является мировым лидером в области готовых решений для анализа, начиная от небольших ИК - спектрометров для рутинных исследований до уникальных высокопроизводительных комплексов.

Сегодня компания **Agilent Technologies** является ведущим мировым разработчиком и производителем аналитического и контрольно-измерительного оборудования. На рынке аналитического оборудования **Agilent Technologies** представляет приборы для молекулярной спектроскопии, элементного анализа, системы для газовой и жидкостной хроматографии, хромато-масс-спектрометрические системы. Оборудование компании **Agilent Technologies** установлено в 110 странах мира. Клиентами компании **Agilent Technologies** являются лаборатории контроля качества и научно-исследовательские лаборатории. Представительство компании **Agilent Technologies** в России предоставляет консультации по вопросам подбора оптимальной комплектации оборудования, проводит запуск оборудования и обучение работе на приборах, оказывает услуги гарантийного, постгарантийного обслуживания, услуги по квалификации и валидации систем.

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p style="text-align: center;"><b>Жидкостная хроматография</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Жидкостные хроматографы серии Agilent 1200 Infinity Series</li> <li>✓ Высокопроизводительный хроматограф для точных исследований Agilent 1290</li> <li>✓ Гель-проникающие хроматографы для анализа высокомолекулярных соединений</li> <li>✓ Жидкостные хроматографы с высокой скоростью транспорта данных 1260 Infinity</li> <li>✓ Жидкостные хроматографы нового поколения для базовых задач Agilent 1220</li> <li>✓ Хроматографы для препаративного разделения</li> </ul>                                                                                                                                                                                 |
|  | <p style="text-align: center;"><b>Газовая хроматография</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Газовый хроматограф Agilent 7890</li> <li>✓ Устройства ввода проб для системы Agilent 7890</li> <li>✓ Облегченная модель хроматографа для массовых исследований 7820A</li> <li>✓ Компактный хроматограф для оперативного и точного анализа Agilent 6850 Series II</li> <li>✓ Автосамплер Agilent 6850 ALS</li> <li>✓ Портативный газовый хроматограф Agilent 490 micro GC</li> <li>✓ Пробоотборник Headspace Sampler 7694E</li> <li>✓ Автоматическое устройство для ввода жидких проб Agilent 7693A</li> <li>✓ Термодесорбер Agilent 7667Mini</li> </ul>                                                                                                       |
|  | <p style="text-align: center;"><b>Масс-спектрометрические системы</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RapidFire - высокопроизводительный комплекс на базе тандемных ВЭЖХ-МС систем</li> <li>✓ Хромато-масс-спектрометр 5977 с MSD детектором моноквадрупольной конструкции</li> <li>✓ Тандемный трехквадрупольный газовый хромато-масс-спектрометр 7000 GC-MS/MS</li> <li>✓ Гибридный квадрупольно-времяпролетный газовый масс-спектрометр высокого разрешения Agilent 7200 GCQTOF</li> <li>✓ Тандемная трехквадрупольная система для ВЭЖХ-МС серии 6400</li> <li>✓ Времяпролетный масс-спектрометр высокого разрешения для ВЭЖХ-МС серии 6230</li> <li>✓ Гибридный квадрупольно-времяпролетный масс-спектрометр высокого разрешения серии 6500</li> </ul> |
|  | <p style="text-align: center;"><b>УФ-Вид и ИК-Фурье спектрометры</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ УФ-ВИД спектрометр Cary 60, Cary 100, Cary 300, Agilent 8453</li> <li>✓ Спектрофлуориметр Agilent Cary Eclipse</li> <li>✓ Agilent Cary 6000i, 5000, 4000</li> <li>✓ Эффективный микроскоп с расширенной функциональностью серии Cary 620, 610 FTIR</li> <li>✓ ИК-Фурье спектрометры серии Cary 630</li> <li>✓ ИК-Фурье спектрометры серии Cary 660-670-680 для исследовательских задач</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                     |
|  | <p style="text-align: center;"><b>Атомно-абсорбционные и атомно-эмиссионные спектрометры</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Атомно-абсорбционные спектрометры Agilent 240FS/280FS, AA-240Z и AA-280Z</li> <li>✓ Атомно-эмиссионный спектрометр с микроволновой (СВЧ) плазмой</li> <li>✓ Атомно-эмиссионный (оптико-эмиссионные) спектрометр с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-ОЭС) 710/720/730 серии</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



# КОМПЛЕКСНОЕ СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОТ AGILENT TECHNOLOGIES ДЛЯ ВАШЕЙ ЛАБОРАТОРИИ

The Measure of Confidence



Сервисное  
обслуживание от  
Agilent в России

**RANKED**  
IN COMPLIANCE

Регламентно-  
профилактическое  
обслуживание

Услуги по  
квалификации

Подготовка  
оборудования к  
поверке

Программы  
сервисного  
обслуживания  
оборудования Agilent

## Agilent **CrossLab** СЕРВИС И РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДРУГИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Расходные материалы и запчасти для  
оборудования других производителей

Узнайте больше:  
[www.selectcrosslab.chem.agilent.com](http://www.selectcrosslab.chem.agilent.com)



Программы сервисного обслуживания  
оборудования других производителей

Узнайте больше:  
[www.expert-crosslab-services.com](http://www.expert-crosslab-services.com)



## СЕРВИС ОТ AGILENT: ЧТО ЭТО ЗНАЧИТ ДЛЯ ВАС?

Склад запчастей для ремонта в Москве

Приоритетное время реакции

Сервис от поставщика №1 в области соответствия нормативам

Гарантия на обслуживание Agilent



**Agilent Technologies**



# РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ AGILENT TECHNOLOGIES

The Measure of Confidence



## Колонки для жидкостной хроматографии

Колонки **ZORBAX Eclipse Plus** для ВЭЖХ высокого и сверхвысокого давления – новые технологии RRHD и RRHT:

- высокая эффективность за счёт уменьшения размеров частиц сорбента до 1,8 мкм
- доступные форматы - 3,5 и 5 мкм
- стабильность в диапазоне pH 2-9
- отличная воспроизводимость в течение всего периода работы

Колонки **Poroshell 120**:

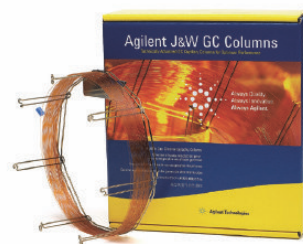
- сорбент с цельным ядром и пористым внешним слоем
- увеличение эффективности сравнимо с сорбентами до 2 мкм на системах с давлением до 400 и до 600 бар
- большой выбор сорбентов различной специфичности для возможно



## Колонки для газовой хроматографии

**Agilent J&W** – высокоэффективные колонки для газовой хроматографии

- анализ проб в добывающей и химической промышленности, при экологическом контроле и других областях
- высокая воспроизводимость и точность
- получение чётких пиков на хроматограмме и их отличное разделение
- капиллярные, микронасадочные, молекулярные сита и специальные



## Пробоподготовка

Твердофазная экстракция на полимерных субстратах **Bond Elut Plexa** для фармацевтической промышленности. Заранее взвешенные наборы для экстрагирования и диспергирования.

**Agilent Bond Elut QuEChERS** для пищевой промышленности. Жидкостная экстракция на субстрате **Chem Elut** в судмедэкспертизе и анализе наркотических препаратов в крови.

Субстраты **Captiva ND Lipids**, позволяющие избавиться от примесей, в том числе липидов и липопротеинов при анализе биологических жидкостей. ТФЭ **Bond Elut** на основе силикагеля с различной специфичностью.

Шприцевые фильтры **Captiva** позволяют увеличить производительность и точность результатов без увеличения продолжительности процесса хроматографии.



## Расходные материалы для хроматографии и масс-спектрометрии

**Расходные материалы для ГХ, ВЭЖХ, ГХ/МС и ВЭЖХ/МС** – широкий выбор вспомогательных средств, расходных материалов и запасных частей, разработанных для повышения эффективности и производительности работы аналитического оборудования: флаконы и крышки, вставки испарителя, септы, прокладки, шприцы для нанесения в ручную и для пробоотборников, уплотнительные конусы (феррулы), гайки и многое другое.



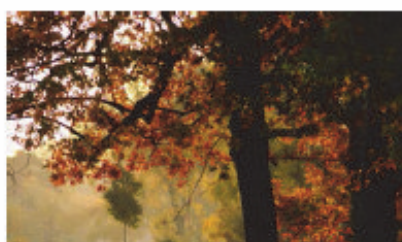


## Экологический контроль

Экологический мониторинг постоянно повышает требования к определению аналитов в пробах сложного состава на уровнях следовых количеств. Основное внимание уделяется качеству питьевой воды, контролю загрязнения сточных вод, качеству воздуха в помещениях, а также выявлению новых опасных веществ в сложных образцах из окружающей среды. Проверенные анализаторы Agilent обеспечивают соответствие нормативным требованиям, высочайший уровень пропускной способности и производительности в сочетании с надежностью и высокой степенью автоматизации.



Продукция компании Agilent может предоставить все, что необходимо лаборатории для исследования воды, воздуха, почвы, загрязненных земель и биоты, будь то анализ органических или неорганических веществ. Компания также имеет опыт мобильных измерений и мониторинга технологических вод.



Группа специалистов Agilent постоянно отслеживает нормативные изменения в области экологического контроля, предоставляя нашим клиентам решения, полностью удовлетворяющие новым требованиям.



Качество — это ведущая характеристика наших решений, предоставляющая клиентам все преимущества надежной работы. Решения Agilent могут интегрироваться с существующей системой управления лабораторной информацией и корпоративной информационной системой.

Аналитические решения.  
Markets And Application Programs



# Подготовка воды и почвы в экологическом анализе

The Measure of Confidence



Agilent +7 (495) 664 7300 · 8 (800) 500 9227 · [agilentRU@agilent.com](mailto:agilentRU@agilent.com)

## Анализ воды

### Среднелетучие вещества · Масла и жиры

Для анализа на содержание среднелетучих веществ, а также анализа на масла и жиры рекомендуется использовать специальный сорбент **Bond Elut SPEC** в стандартных патронах, 96-ти луночных планшетах и дисках. Усовершенствованная конструкция SPEC обеспечивает равномерность распределения образца, обеспечивая единообразные характеристики потока и экстракции. **Диски SPEC** обеспечивают высокий уровень извлечения при низком объеме пробы — 100 мкл. Методы экстракции SPEC обычно короче и требуют меньшего количества реактивов и растворителей, в сравнении с другими методами ТФЭ, обеспечивая более экологичную и экономичную работу лаборатории.

### Взрывчатые вещества · Пестициды · Полярные соединения

**Bond Elut ENV**, полимер PS/DVB (полистирол/дивинилбензол) предназначен для экстракции полярных органических веществ. Он представляет собой сферические частицы диаметром 125 мкм, что даёт преимущества при больших объемах проб и высокой скорости потока. Подходит для подготовки к анализу на содержание полярных органических молекул и остатков взрывчатых веществ в образцах воды.

### Фенол · Производные фенола · Пестициды · Полярные соединения

Модифицированный полимер стирол-дивинилбензола (SDVD) **Bond Elut PPL** удерживает даже самые полярные классы аналитов, включая производные фенола. Микрогранулированная целлюлоза высокой чистоты с высоким содержанием α-целлюлозы и низким содержанием металлов (Fe, Cu <5 мг/кг) **Bond Elut Cellulose** способен связывать большое количество полярных веществ из водных и органических фаз.

### ПАУ · Пестициды · Неполярные соединения · Обессоливание

Для неполярных соединений рекомендуется использовать патроны **Bond Elut C18, C18 ON** для повышения удерживания основных соединений и обессоливания. **Bond Elut CN-E** — эта версия сорбента с привитыми цианогруппами лучше всего подходит для экстракции аналитов из водных образцов. **Bond Elut CH** (с циклогексильными группами) используется, когда обычные неполярные сорбенты не могут обеспечить необходимую селективность. **Bond Elut Plexa** подойдет для экстракции неполярных соединений с кислыми или нейтральными свойствами, а также для экстракции ПАУ из питьевой воды.

### Карбоновые, Сульфоновые, Галогенуксусные кислоты · Структурные изомеры

**Bond Elut SAX** — сильный анионообменник, который идеально подходит для экстракции таких соединений, как карбоновые кислоты. **Bond Elut NH2** является более слабым анионообменником, чем сорбент **SAX** и подходит для удерживания анионов, например, сульфоновых кислот. Подобно сорбентам **Diol** и **SI**, **Bond Elut NH2** идеально подходит для разделения структурных изомеров.

## Анализ почв

### ПАУ · Пестициды

Сорбенты **EnvirElut** специально разработаны для экстракции широкого спектра соединений из водных образцов и вытяжек из проб почвы. **EnvirElut PAH** и **Pesticides** доступны в патронах для ТФЭ с цилиндрическим корпусом, которые можно использовать со стандартными вакуумными коллекторами, например **Vac Elut SPS 24**.

В некоторых случаях для подготовки образцов почвы к анализу можно рекомендовать использовать методику **QuEChERS**, например, для подготовки пробы к анализу на ПАУ (бенз(а)пирен и др.). В этом случае целесообразно использовать сорбент **Bond Elut PSA** — алкилированный амин, содержащий две аминные функциональные группы — вторичную и первичную, что способствует удалению кислых компонентов.



Agilent Technologies

Продукция и опыт нашей компании помогут Вам решать текущие и предстоящие задачи на всех стадиях: от пробоподготовки до конечного анализа результатов. Ниже представлено несколько наборов продукции для подготовки проб к анализу. Обращаем внимание, что далеко не все наименования и типоразмеры указаны в таблице. Вы можете обратиться за дополнительной информацией в наш офис и к нашим уполномоченным партнерам:

|                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Среднелетучие вещества</b><br><b>Масла и жиры</b>                                   | <b>Патроны для ТФЗ SPEC</b><br>A5320320 C18 (15 мг, 3 мл), (100шт/уп)<br><b>Диски и принадлежности SPEC</b><br>A74819 C18AR (47 мм), ( 20 шт/уп)                                                                                                                                                                                                                       | <b>96-луночные планшеты SPEC, 15мг</b><br>A59603 C18 (круглодонные лунки на 1 мл)<br><b>Планшет для разработки методик</b><br>A59630 (C2, C8, C18, C18AR, CN, MP1, MP3, PH)                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Взрывчатые вещества</b><br><b>Пестициды</b><br><b>Полярные соединения</b>           | <b>Bond Elut ENV*</b><br>12105012 (50 мг, 1 мл), (100шт/уп)<br>12105013 (100 мг, 1 мл), (100шт/уп)<br>12105014 (100 мг, 3 мл), (50шт/уп)<br>12105015 (200 мг, 3 мл), (50шт/уп)                                                                                                                                                                                         | 12255014 (200 мг, 6мл), (50шт/уп)<br>12105016 (500 мг, 3мл), (30шт/уп)<br>12255011 (200 мг, 6мл), (30шт/уп)<br>12255012 (1г, 6мл), (30шт/уп)                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Фенол</b><br><b>Пестициды</b><br><b>Полярные соединения</b>                         | <b>Bond Elut PPL*</b><br>12105002 (50 мг, 1 мл), (100шт/уп)<br>12105003 (100 мг, 1 мл), (100шт/уп)<br>12105004 (100 мг, 3 мл), (50шт/уп)<br>12105005 (200 мг, 3 мл), (50шт/уп)                                                                                                                                                                                         | 12105006 (500 мг, 3 мл), (30шт/уп)<br>12102148 (1г, 3 мл), (50шт/уп)<br><br><b>Bond Elut Cellulose*</b><br>12102095 (300 мг, 3 мл), (50шт/уп)                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>ПАУ</b><br><b>Пестициды</b><br><b>Неполярные соединения</b><br><b>Обессоливание</b> | <b>Bond Elut CN-E*</b><br>12113033 (500 мг, 10 мл), (50шт/уп) **<br>12102064 (50 мг, 1 мл), (100шт/уп)<br>12102007 (100 мг, 1 мл), (100шт/уп)<br>12102034 (500 мг, 3мл), (50шт/уп)<br><b>Bond Elut CN*</b><br>12113032 (500 мг, 10 мл), (50шт/уп) **<br>12102063 (50 мг, 1 мл), (100шт/уп)<br>12102006 (100 мг, 1 мл), (100шт/уп)<br>12102033 (500 мг, 3мл), (50шт/уп) | <b>96-луночные планшеты Bond Elut CN-E</b><br>A4960425 (круглодонные лунки на 1 мл, 25мг)<br>A4960450 (круглодонные лунки на 1 мл, 50мг)<br>A496041C (круглодонные лунки на 1 мл, 1000мг)<br><br><b>96-луночные планшеты Bond Elut CN</b><br>A4962225 (круглодонные лунки на 1 мл, 25мг)<br>A4962250 (круглодонные лунки на 1 мл, 50мг)<br>A496221C (круглодонные лунки на 1 мл, 1000мг) |
| <b>Карбоновые, Сульфоновые, Галогенуксусные кислоты</b><br><b>Структурные изомеры</b>  | <b>Bond Elut SAX*</b><br>12113017 (100 мг, 10мл, 40 мкм), (50шт/уп)**<br>12102079 (50 мг, 1 мл, 40 мкм), (100шт/уп)<br>12102087 (1г, 3 мл), (50шт/уп)<br><b>Bond Elut NH2*</b><br>12113014 (100 мг, 10 мл, 40 мкм), (50шт/уп) **<br>12102076 (50 мг, 1 мл, 40 мкм), (100шт/уп)<br>12256012 (1г, 6 мл), (30шт/уп)                                                       | <b>96-луночные планшеты Bond Elut SAX</b><br>A4963025 (круглодонные лунки на 1 мл, 25мг)<br>A4963050 (круглодонные лунки на 1 мл, 50мг)<br>A496301C (круглодонные лунки на 1 мл, 100мг)<br><b>96-луночные планшеты Bond Elut NH2</b><br>A4960525 (круглодонные лунки на 1 мл, 25мг)<br>A4960550 (круглодонные лунки на 1 мл, 50мг)<br>A496051C (круглодонные лунки на 1 мл, 100мг)       |
| <b>ПАУ</b><br><b>Пестициды</b>                                                         | <b>EnvirElut*</b><br>12272007 (1г, 3 мл), (50шт/уп) (ПАУ)<br>12272004 (500 мг, 6 мл), (30шт/уп) (пестициды)<br>12272001 (5г, 20 мл), (50шт/уп) (масла и жиры)                                                                                                                                                                                                          | <b>Метод QuEChERS</b><br>5982-5650CH (50шт/уп) + 5982-5121 (2мл), (100шт/уп)<br>5982-5650CH (50шт/уп) + 5982-5156 (15мл), (50шт/уп)                                                                                                                                                                                                                                                      |

\* Патроны с цилиндрическим корпусом \*\*Патроны с большим резервуаром (LRC)

Подготовка проб имеет решающее значение для успеха хроматографического процесса. Правильная пробоподготовка продлевает срок службы колонок, снижает необходимость повторного отбора проб и сводит к минимуму помехи, которые могут стать причиной некачественного разделения, обнаружения и количественного определения аналита. **Agilent предлагает полный спектр продуктов для подготовки проб в различных областях.** Твердофазная экстракция, освобождение от белков, жидкостная экстракция на сорбенте и другие современные методы для эффективного и быстрого анализа.

Вы можете задать интересующие вопросы и заказать **электронную версию раздела «Пробоподготовка»** каталога расходов материалов Agilent на русском языке обратившись в наш офис по телефону: +7 (495) 664 7300; 8 (800) 500 9227 или по электронной почте [agilentRU@agilent.com](mailto:agilentRU@agilent.com).

Координаты уполномоченных партнеров  
[www.chromnews.com](http://www.chromnews.com)

This information is subject to change without notice.  
© Agilent Technologies, Inc. 2014  
Printed in U.S.A., October 31, 2014  
5991-7777RU



**Agilent Technologies**





НАУЧНО-ВНЕДРЕНЧЕСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

**БАШИНКОМ**

Россия, Башкортостан, 450015, г. Уфа, ул. Карла Маркса, 37. корпус 1.

Тел. (347) 292-10-20; 292-09-67; 292-09-85.

Факс: 292-09-93.

e-mail: nauka-bnk@mail.ru

www.bashinkom.ru

Научно-внедренческое предприятие «БашИнком» создано в 1989 году. Компания занимается научными исследованиями, разработкой и производством биологических средств защиты и регуляторов роста и развития растений; антистрессовых, ростоускоряющих, иммуностимулирующих, биоактивированных препаратов и удобрений.

Свой первый продукт – удобрение Гуми – наше предприятие разработало и выпустило на рынок в 1992г. Нам удалось получить препарат с уникальными характеристиками – биоактивированный, имеющий предельную концентрацию гуминовых веществ, с оптимальным молекулярным весом и микроэлементным составом. С тех пор популярность торговой марки «Гуми» постоянно растет, а география применения устойчиво расширяется.

Более поздние исследования показали, что уникальность наших гуминовых препаратов обусловлена принципиальным отличием их физической структуры. Главным отличием нашего гумата от известных является чрезвычайно высокий (близкий к субмолекулярному), и при этом оптимальный, уровень дисперсности, вследствие чего он получил название ОД гумата.

За Гуми последовали его модификации – Гуми-10, Гуми-20, Гуми-30, Гуми-90, отличающиеся препаративной формой и процентным содержанием основного действующего вещества – ОД гумата. Разработка модификаций позволила более полно учесть требования различных потребителей, повысить коэффициент использования первичного сырья и снизить удельную стоимость удобрения. Сегодня удобрения линии Гуми не имеют себе равных по соотношению эффективности и стоимости.

Накопленный опыт за 1995 – 1998гг. по разработке и внедрению агропрепаратов, помноженный на критический анализ отечественной и мировой теории и практики земледелия, привел нас к созданию биотехнологий антистрессового высокоурожайного земледелия АВЗ и Органического Живого Земледелия ОЖЗ. Разработанные биотехнологии предусматривают дружественное, бережное отношение к земле и всему, что на ней растет, как к единому живому организму; активизацию природных животворных механизмов; отказ от химических средств питания и защиты растений, применение только природных, экологически безопасных компонентов. Биотехнологии АВЗ и ОЖЗ позволяют не только увеличить урожай в 2 и более раз, но и получить агропродукцию непревзойденного качества.

Одним из ключевых моментов развития компании явилась разработка в 1999-2000г.г. (совместно с БашНИИСХ) биофунгицида Фитоспорин-М. Данный препарат является высокоэффективным средством защиты растений от грибных и бактериальных инфекций.

В производстве микробиологических препаратов: биофунгицидов, ростстимулирующих препаратов серии Фитоспорин, микробиологических удобрений, улучшающих плодородие почвы, используются штаммы бактерий *Bacillus subtilis*, Азотобактера, фосформобилизующих бактерий и др. штаммы микроорганизмов.

Наше предприятие регулярно участвует в международных, всероссийских и региональных агропромышленных выставках и ярмарках. Высокий уровень наших разработок отмечен многочисленными наградами – медалями, дипломами и грамотами, из которых наиболее весомые – 55 золотых медалей и 190 дипломов международных и всероссийских выставок.

В состав предприятия входит 4 научно-производственных лабораторий: микробиологическая (растениеводство, животноводство), агрохимическая, химическая, физиология растений; 3 завода производство гуминовых удобрений (г. Кумертау, РБ), производство биоактивированных удобрений (г. Благовещенск, РБ), производственная микробиологическая лаборатория по производству биофунгицидов серии Фитоспорин (г. Уфа, РБ).

Новые разработки биологических препаратов серии «КЭМО и П» (комплекс наиболее эффективных микроорганизмов, отселектированных и паспортизированных) микробиологический препарат для разложения стерни – препарат «Стерня», компостирования отходов – «Компостин», разложения навоза – «Агробриз», силосования кормов на основе штаммов лактобактерий, сахаромикетов и споровых бактерий рода *Bacillus* – Лаксил и Силостан, пробиотические кормовые добавки для животных, содержащие консорциум полезных микроорганизмов – Ветоспорин-актив, Ветоспорин порошок, Ветоспорин жидкий и Биогумитель 5 штаммов бактерий *Bacillus subtilis*, 1 штамм дрожжей – сахаромикетов и 3 штамма лактобактерий, обладающих широким спектром антагонистической активности и высоким уровнем ферментативной активности селекционированы сотрудниками предприятия, депонированы в ВКПМ, проведена их генетическая паспортизация и патентная защита.

Штаммы микроорганизмов, перспективные для включения в биопрепараты, приобретаются предприятием из Российских коллекций микроорганизмов, в том числе из ВКПМ, Всероссийской коллекции микроорганизмов ИБФМ РАН, коллекции микроорганизмов ВГНКИ, или используются на основе лицензионных соглашений с авторами штаммов, например с ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси» заключено соглашение по использованию штаммов лактобактерий, входящих в состав консерванта для силоса «Лаксил».

В настоящее время у нас в коллекции микроорганизмов находится 29 штаммов микроорганизмов, относящихся к различным родам бактерий и грибов: *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bifidobacterium*, *Pichia*, *Trichoderma* и др. Предприятие производит:

- 6 видов биофунгицидов серии Фитоспорин;
- 9 видов антистрессовых иммуностимулирующих гуминовых препаратов;
- 7 вида специальных борорганогуминовых удобрений;
- 8 видов комплексных биоактивированных удобрений для внекорневой подкормки;
- 7 вида жидких микроудобрений в полимерно-хелатной форме;
- 95 видов биопрепаратов для личного подсобного хозяйства.

Мы активно сотрудничаем с местными, региональными и центральными НИИ сельскохозяйственного профиля, многими институтами Российской Академии Наук, станциями защиты растений и производителями сельхозпродукции.

Сегодня мы уже достаточно зрелая фирма с солидным материальным и интеллектуальным капиталом. Мы находимся в постоянном поиске и продолжаем расти.

# Land Green and Technology (Taiwan)

Производитель органических удобрений  
Инновации в системах выращивания растений

[www.lgt.tw](http://www.lgt.tw)

2F-1, 65, Hsin Yi Rd, Sec.3

Taipei, Taiwan, 10651

Tel. +8862 27845675

Fax.+8862 27845676

[info@lgt.tw](mailto:info@lgt.tw)

**LIFE FORCE Ltd**  
**ООО «НПО «СИЛА ЖИЗНИ»**

**НПО "СИЛА ЖИЗНИ"**



**ПРОИЗВОДСТВО УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ**

410005, г. Саратов, ул. Б. Садовая, д. 239, а/я 244  
Peschano-Umetsky Trakt, 410086, Saratov, Russia

+7 (845-2) 44-40-40, 45-95-73, 45-95-74

[humate.lifeforce@gmail.com](mailto:humate.lifeforce@gmail.com)

<http://www.silazhizni.ru/>



**NOVIHUM**<sup>®</sup>  
TECHNOLOGIES



The Better Way to **Grow!**

[novihum.com](http://novihum.com)



# **БУЙСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД**

«БУЙСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД», ОАО

Россия, 157003, Костромская область, г. Буй, ул. Чапаева, д. 1

Тел.: +7(49435) 44-141

Факс.: +7(49435) 44-129

E-mail: [BUY-ZAKAZ@INBOX.RU](mailto:BUY-ZAKAZ@INBOX.RU)

Интернет: [WWW.BHZ.KOSNET.RU](http://WWW.BHZ.KOSNET.RU)

Буйский химический завод - одно из крупнейших предприятий в России по производству специальных видов удобрений для различных отраслей растениеводства и любительского садоводства, а также по выпуску продукции технического назначения для строительной, нефтегазовой, металлургической, текстильной, кожевенной, и других отраслей промышленности.



### **Non-commercial Partnership “Center for Biogenic Resources “Humus Sapiens” (NCP “CBR “Humus Sapiens”)**

Non-commercial Partnership Center for Biogenic Resources “Humus Sapiens” (NCP CBR “Humus Sapiens” was founded in 2007 by three leading Russian institutions in the field of chemistry, petroleum chemistry and chemical engineering: Lomonosov Moscow State University, Mendeleev Russian Chemical Technology University, and Gubkin Russian State University of Oil and Gas. The goal of NCP CBR “Humus Sapiens” is to provide research and development support to the “green chemistry” industry in Russia which implies a use of plant and humic materials as feedstock and plasticizes environmentally friendly technologies. The products of “green chemistry” include biofuel, biofertilizers, food additives, bioplastics, nanomaterials, composites and other

To reach these goals the NCP CBR “Humus Sapiens” concentrate its efforts on the following activities:

- gives expert-analytical conclusions on innovative potential of “green chemistry” products and technologies;
- launches and performs research and development projects in the field of “green chemistry”;
- creates data bases on humic and plant raw materials and feedstock for “green chemistry”, on commercial products, producers and scientific centers active in this field;
- develop and realizes standardization systems for humic-based and other bioproducts including development of reference materials and standard protocols;
- organizes conferences for discussion of theoretic and applied problems in humic science and technology;
- performs editorial and publishing activities for publishing scientific materials, conference papers and others;
- forms the positive image of “green chemistry” products from humic and plant raw materials.

The portfolio of “Humus Sapiens” includes “know-how” for estimating quality and origin of commercial humic preparations by means of classification analysis based on data base containing data on more than 300 humic preparations. We also have two patented technologies for producing labeled humic preparation and for synthesis of silicon-containing self-adhesive preparations. Many more technologies are under development.

### **Contacts**

Leninskie Gory 1-3, Lomonosov Moscow State University, Department of Chemistry, room 429, 119991 Moscow, Russia

Tel.: +7 495 9395546, Mob.: +7 903 6604864

Fax: +7 495 9395546

E-mail: [ihss@org.chem.msu.ru](mailto:ihss@org.chem.msu.ru)

WEB: [www.humus.ru](http://www.humus.ru)

## Authors index / Авторский указатель

|                            |             |                         |               |
|----------------------------|-------------|-------------------------|---------------|
| Abroskin, D .....          | 30, 176     | Fedorova, E. ....       | 197           |
| Akhmedzhanov, R. ....      | 107         | Fedoseev, V.I.....      | 118           |
| Anan'ko, G.G. ....         | 42          | Flerus, R. ....         | 117           |
| Anoshin, G. ....           | 114         | Fuentes, M. ....        | 30            |
| Anuchina, M.M. ....        | 177         | Gabrielyan, G.....      | 185           |
| Arynov, K.T. ....          | 101         | Galkin, A. ....         | 62            |
| Aueshov, A.P. ....         | 101         | Galuzina, L.....        | 34            |
| Avvakumova, N.....         | 100         | García-Mina, J.M. ....  | 20, 30        |
| Azovtseva, N.....          | 61          | Garnica, M. ....        | 20            |
| Baboyedova, A. ....        | 200         | Gashnikova, N.M. ....   | 42            |
| Bacaicoa, E.....           | 20          | Gaydamaka, S. ....      | 141           |
| Badun, G.....              | 43, 59      | Giniyatullin, K.....    | 121           |
| Baigina, E. ....           | 202         | Goodilin, E. ....       | 149           |
| Baigorri, R.....           | 20          | Gorbov, S.N. ....       | 125           |
| Baklanova, Y.....          | 47          | Gordienko, J. ....      | 47            |
| Balabko, P.N.....          | 86          | Gorovtsov, A. ....      | 110           |
| Balakhnin, S.M.....        | 42          | Grechishcheva, N. ....  | 180           |
| Baldanov, N.D.....         | 132         | Griban, V.....          | 55            |
| Barsova, N.Yu.....         | 128         | Grigoryan, B.....       | 121           |
| Belik, E.V. ....           | 165         | Grigoryan, B.R.....     | 211           |
| Belokonova, N. ....        | 178, 190    | Grinkina, S. ....       | 100           |
| Belousov, M. ....          | 107         | Guggenberger, G. ....   | 160           |
| Bezuglova, O. ....         | 110         | Hurshkainen, T.V. ....  | 41            |
| Bezuglova, O.S.....        | 125         | Ibraeva, S.G.....       | 222           |
| Biryukova, O. ....         | 112         | Ilyicheva, T.N. ....    | 42            |
| Blume, Ya. ....            | 62          | Inisheva, L.I. ....     | 50            |
| Bogatyrova, E. ....        | 112         | Ivanova, E.....         | 207           |
| Bogolitsyn, K.....         | 193         | Jorobekova, Sh.....     | 173           |
| Bogomolova, N. ....        | 136         | Kadulin, M.....         | 167           |
| Bogush, A.....             | 114         | Kalinina, D. ....       | 200           |
| Boris, O.....              | 204         | Karamov, E. ....        | 100           |
| Bozhko, Y. ....            | 178         | Karavanova, E. ....     | 216           |
| Butov, A.A.....            | 118         | Karpova, D.V. ....      | 86            |
| Casanova, E. ....          | 20          | Karpukhin, M.M.....     | 128           |
| Chen, Y.....               | 25          | Kaskarbaev, Zh.....     | 162           |
| Chernysheva, M.....        | 43, 59, 176 | Kaskarbayev, Zh.....    | 126           |
| Chimitdorzhieva, G.D. .... | 132         | Kattner, G. ....        | 117           |
| Chukov, S. ....            | 115         | Kaverin, D. ....        | 157           |
| Davydenko, P. ....         | 32          | Khusnetdinova, T.I..... | 86            |
| Demin, D.V. ....           | 163         | Kiseleva, V.A. ....     | 128           |
| Demina, T. ....            | 185         | Kiyas, A.....           | 162           |
| Dergacheva, M. ....        | 116         | Klein, O. ....          | 43            |
| Dinnes, D.L. ....          | 23          | Koch, B.P.....          | 117           |
| Dobrov, N.....             | 33          | Kolchanova, K.A. ....   | 128           |
| Dubinekov, I.....          | 117         | Koliada, S. ....        | 44            |
| Dubinina, M.N.....         | 125         | Koltsova, T.G.....      | 211           |
| Durymanov, A.G. ....       | 42          | Kononikhin, A.S. ....   | 198           |
| Efanov, M.....             | 33          | Konstantinov, A.I.....  | 183           |
| Erro, J. ....              | 20          | Koptsik, G. ....        | 167, 169, 216 |
| Esimbekova, E.....         | 202, 212    | Korelskaya, T.A. ....   | 60, 138       |

|                           |                      |                           |                                           |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------------------------|
| Kornilaeva, G. ....       | 100                  | Ninnemann, H. ....        | 245                                       |
| Korobkov, V. ....         | 59                   | Nizamutdinova, N.R. ....  | 222                                       |
| Koroleva, O. ....         | 43                   | Nowick, W. ....           | 245, 255                                  |
| Korsakov, K.V. ....       | 240                  | Olaetxea, M. ....         | 20                                        |
| Korsunova, Ts.D.-Ts. .... | 132                  | Olk, D.C. ....            | 23                                        |
| Korzun, O. ....           | 46                   | Orlov, A. ....            | 193                                       |
| Kosogova, T.A. ....       | 42                   | Pankratov, D.A. ....      | 177                                       |
| Kostyukevich, Yu. ....    | 198                  | Panova, T.A. ....         | 60                                        |
| Kovalenko, M. ....        | 47                   | Parfenova, A. ....        | 61, 185                                   |
| Kovaleva, E. ....         | 134                  | Parfenova, L. ....        | 193                                       |
| Kratasyuk, V. ....        | 202, 212             | Pastukhov, A. ....        | 157                                       |
| Krivoshchekov, S. ....    | 107                  | Perminova, I.V. ....      | 100, 149, 176, 180,<br>183, 194, 197, 198 |
| Ksenofontova, O. ....     | 207                  | Petrov, A. ....           | 232                                       |
| Kubik, O. ....            | 157                  | Piccolo, A. ....          | 14                                        |
| Kulikova, N. ....         | 30, 43, 59, 176, 194 | Polienko, E. ....         | 110                                       |
| Kulish, S. ....           | 72                   | Polyakov, A. ....         | 149, 194                                  |
| Kulishenko, O. ....       | 32                   | Ponomarenko, S. ....      | 62                                        |
| Kuralbaeva, A.K. ....     | 101                  | Popkova, E. ....          | 225                                       |
| Kussow, W.R. ....         | 23                   | Popov, A. ....            | 67                                        |
| Kutchin, A.V. ....        | 41                   | Popova, L.F. ....         | 138                                       |
| Kutuzov, M. ....          | 200                  | Prilutskaya, N.S. ....    | 60                                        |
| Kuzyakov, Ya. ....        | 21, 160              | Pshenichnikov, B. ....    | 150                                       |
| Kydralieva, K. ....       | 173                  | Pshenichnikova, N. ....   | 150                                       |
| Kypriyanova, J. ....      | 216                  | Punegov, V. ....          | 157                                       |
| Lapteva E. ....           | 157                  | Redkin, V.A. ....         | 42                                        |
| Lapteva, E.M. ....        | 135                  | Rimatscaya, N. ....       | 202                                       |
| Larina G. ....            | 136                  | Rumbakh, M. ....          | 69                                        |
| Larina G.V. ....          | 50                   | Safarova, V.I. ....       | 222                                       |
| Lasareva, E. ....         | 61, 185              | San Francisco, S. ....    | 20                                        |
| Lebedev, V. ....          | 149                  | Sapunova, L. ....         | 72                                        |
| Leonov, V.V. ....         | 173                  | Sartakov, M.P. ....       | 73                                        |
| Leontyeva, V.A. ....      | 138                  | Savelyeva, A. ....        | 154                                       |
| Levshina, S. ....         | 189                  | Savinykh, M.I. ....       | 183                                       |
| Lobanok, A. ....          | 58, 72               | Schleuß, P. ....          | 160                                       |
| Makhinova, A.F. ....      | 139                  | Schmitt-Kopplin, Ph. .... | 117                                       |
| Makhinov, A.N. ....       | 139                  | Selyanina, S. ....        | 193                                       |
| Maltseva, E. ....         | 154                  | Senesi, N. ....           | 22                                        |
| Mikhailenko, I. ....      | 55                   | Seraya, T. ....           | 112                                       |
| Mikhailova, R. ....       | 58                   | Serik, G.B. ....          | 101                                       |
| Miloshenko, T.P. ....     | 42                   | Sevostyanov, S.M. ....    | 163                                       |
| Mora, V. ....             | 20                   | Shamin, A.A. ....         | 75                                        |
| Moroz, G. ....            | 190                  | Shamrikova, E. ....       | 157                                       |
| Moroz, I. ....            | 58                   | Shevtsova, A. ....        | 47                                        |
| Mosckaleychic, F. ....    | 100                  | Shirshin, E. ....         | 180                                       |
| Motuzova, G.V. ....       | 128                  | Shoinbekova, S.A. ....    | 101                                       |
| Murygina, V. ....         | 141                  | Shvetsova, O. ....        | 84                                        |
| Myasnikov I. ....         | 59                   | Siraeva, I.N. ....        | 222                                       |
| Nazarova, A. ....         | 195                  | Smirnova, E. ....         | 121                                       |
| Nechaev, L.V. ....        | 192                  | Smirnova, I. ....         | 167, 169                                  |
| Neporozhnya, I. ....      | 200                  | Sokolova, I. ....         | 195                                       |
| Nevolina, K. ....         | 195                  | Sokolova, I.V. ....       | 192                                       |
| Nikolaev, E.N. ....       | 198                  |                           |                                           |

|                          |                                        |
|--------------------------|----------------------------------------|
| Sorge, R.....            | 245                                    |
| Sorkina, T. ....         | 194                                    |
| Spielvogel, S.....       | 160                                    |
| Starokozhko, N.A.....    | 86                                     |
| Stefanovska, T.....      | 62                                     |
| Steingräber, L. ....     | 160                                    |
| Stepanov A. ....         | 167                                    |
| Stepanov A.A.....        | 128                                    |
| Stepchenko, L.....       | 16, 34, 44, 47, 55,<br>69, 84, 88, 155 |
| Stognienko, O. ....      | 90                                     |
| Stognienko, O.I.....     | 75                                     |
| Suleimenov, M. ....      | 162                                    |
| Sungatullina, L.M. ....  | 211                                    |
| Sybachin, A.....         | 173                                    |
| Syedykh, N. ....         | 155                                    |
| Tamkovich, I. ....       | 72                                     |
| Tarchitzky, J.....       | 25                                     |
| Tatarkin, I.V. ....      | 163                                    |
| Tchaikovskaya, O. ....   | 195                                    |
| Tchaikovskaya, O.N.....  | 192                                    |
| TePLYakova, T.V.....     | 42                                     |
| Tikhonov, V.V. ....      | 91                                     |
| Tikhova, V.....          | 114                                    |
| Tischenko, S.A.....      | 125                                    |
| Titov, I.N. ....         | 165                                    |
| Tkachenko, A.....        | 32                                     |
| Tregubova, P. ....       | 167                                    |
| Trufanova, M.....        | 193                                    |
| Tschukina, V.....        | 97                                     |
| Tsygankova, A.....       | 46                                     |
| Tsygankova, V.....       | 62                                     |
| Turbaevskaya, V.....     | 167, 169                               |
| Urrutia, O. ....         | 20                                     |
| Ushakova, G.....         | 47                                     |
| Valeeva, A. ....         | 121                                    |
| Valova, E.E. ....        | 132                                    |
| Vasilevich, R. ....      | 171                                    |
| Vasilyeva, G.K.....      | 233                                    |
| Velichko, A.....         | 230                                    |
| Veligzhanin, A.....      | 197                                    |
| Vershinin, N. ....       | 195                                    |
| Volikov, A.....          | 176, 197                               |
| Voronin, V.....          | 114                                    |
| Yakimenko, O. ....       | 23, 99                                 |
| Yaroslavov, A.....       | 173                                    |
| Yatsenko, V.S.....       | 233                                    |
| Yudina, N. ....          | 154                                    |
| Yusubov, M.....          | 107                                    |
| Zainulgabidinov, E. .... | 232                                    |
| Zakharenko, A. ....      | 167, 169                               |
| Zakharov, I.....         | 230                                    |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| Zamarreño, A.M.....   | 20  |
| Zavarzina, A.....     | 174 |
| ZeZin, A.....         | 173 |
| Zherebker, A. ....    | 198 |
| Zhernov, Yu. ....     | 100 |
| Zhilkibaev, O.T.....  | 101 |
| Zinnatshina, L.V..... | 233 |
| Zueva, N. ....        | 126 |
| Zykova, M. ....       | 107 |
| Алексеевко А.В.....   | 229 |
| Алексеевко И.В. ....  | 229 |
| Бакланова Я. ....     | 48  |
| Балабко П.Н.....      | 87  |
| Балданов Н.Д. ....    | 133 |
| Барсова Н.Ю.....      | 130 |
| Богомолова Н. ....    | 137 |
| Богуспаев К.К.....    | 151 |
| Быкова С.Л. ....      | 31  |
| Валеева А. ....       | 123 |
| Валова Е.Э. ....      | 133 |
| Васильчук Д.Ю. ....   | 229 |
| Васиуллина А.И.....   | 214 |
| Великсар С.Г. ....    | 51  |
| Вершинин А.А.....     | 209 |
| Виноградова В.С. .... | 243 |
| Волобаев А.А.....     | 229 |
| Гаевский, Е.Е.....    | 205 |
| Галузина Л. ....      | 36  |
| Гармаш Г.А. ....      | 38  |
| Гармаш Н.Ю. ....      | 38  |
| Гейсун, А.А. ....     | 120 |
| Гераськин С.А.....    | 227 |
| Гильманов Р.Г. ....   | 236 |
| Гиниятуллин К. ....   | 123 |
| Гордиенко Ю.....      | 48  |
| Грабовская Т.Ю.....   | 76  |
| Грибан В. ....        | 56  |
| Григорьян Б. ....     | 123 |
| Давлетшин Ф.М. ....   | 236 |
| Деев Д. ....          | 224 |
| Ермеккалиев Т.С. .... | 218 |
| Жеребцов С.И. ....    | 31  |
| Зинченко А.В. ....    | 103 |
| Зинченко В.А. ....    | 103 |
| Какимжанова А.А.....  | 218 |
| Калашников М. ....    | 182 |
| Каримова Л.С. ....    | 208 |
| Каримуллин Л.К.....   | 209 |
| Карпова Д.В. ....     | 87  |
| Карпухин М.М. ....    | 130 |
| Киселева В.А. ....    | 130 |
| Коваленко М. ....     | 48  |

|                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Колчанова К.А. ....    | 130                     |
| Корсаков К.В. ....     | 241                     |
| Корсунова Ц.Д.-Ц. .... | 133                     |
| Коршунов А.А. ....     | 76                      |
| Косарев А.Л. ....      | 243                     |
| Костин А.С. ....       | 229                     |
| Кошовский Т.С. ....    | 214                     |
| Кузнецов В.И. ....     | 236                     |
| Курбанова Ф.Г. ....    | 214                     |
| Кучер Г.М. ....        | 64                      |
| Лаврик Н.Л. ....       | 187                     |
| Лазарева А.С. ....     | 80                      |
| Ларина Г. ....         | 137                     |
| Леманова Н.Б. ....     | 51                      |
| Макарова И.А. ....     | 53                      |
| Михайленко Е. ....     | 56                      |
| Можарова И.П. ....     | 76, 80                  |
| Морозова Г.Б. ....     | 38                      |
| Мотузова Г.В. ....     | 130                     |
| Муллоев Н.У. ....      | 187                     |
| Мухина М.Т. ....       | 80                      |
| Нечаева Т.В. ....      | 31                      |
| Нечай Н.Л. ....        | 208, 218, 220           |
| Новик В. ....          | 103                     |
| Петров А.М. ....       | 209                     |
| Пироговская Г.В. ....  | 143                     |
| Плешакова Е. ....      | 224                     |
| Полещук Т. ....        | 224                     |
| Пономаренко С.П. ....  | 64                      |
| Попов А. ....          | 182                     |
| Пяткова С.В. ....      | 227                     |
| Ремеле В.В. ....       | 208, 220                |
| Решетников М. ....     | 224                     |
| Румбах М. ....         | 70                      |
| Рыжов А.В. ....        | 229                     |
| Сагитов А.О. ....      | 151                     |
| Седых Н. ....          | 156                     |
| Смирнова Е. ....       | 123                     |
| Смирнова Н.В. ....     | 31                      |
| Соколов Д.А. ....      | 31                      |
| Солдатова Л. ....      | 182                     |
| Старокожко Н.А. ....   | 87                      |
| Степанов А.А. ....     | 130                     |
| Степченко Л. ....      | 36, 48, 56, 70, 85, 156 |
| Титов И.Н. ....        | 151                     |
| Ткалич В.В. ....       | 93                      |
| Ткаченко А.Н. ....     | 214                     |
| Ткаченко О.В. ....     | 214                     |
| Удалова А.А. ....      | 227                     |
| Ушакова Г. ....        | 48                      |
| Храпова Е. ....        | 182                     |
| Хуснетдинова Т.И. .... | 87                      |

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Чимитдоржиева Г.Д. .... | 133    |
| Шаповал О.А. ....       | 76, 80 |
| Швецова О. ....         | 85     |
| Шевцова А. ....         | 48     |
| Шумкова М.В. ....       | 214    |

Conference is partially supported by the Russian Foundation of Basic Research, grant # 14-04-20506 - G  
Конференция проведена при финансовой поддержке РФФИ грант 14-04-20506 - Г





NATURAL  
ORGANIC  
MATTER  
RESEARCH



**daRostim**

MODERN CONCEPTS FOR AGRICULTURE  
- DIGITALLY ASSISTED



NOVIUM  
TECHNOLOGIES



**Agilent Technologies**



НАУЧНО-ВНЕДРЕНЧЕСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

**БАШИНКОМ**



**БУЙСКИЙ  
ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД**



[www.lgt.tw](http://www.lgt.tw)

Land Green and Technology