



# **ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЕ И ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЕ**

**КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ  
В XXI ВЕКЕ:  
ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ**



**Минск 2013**

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ  
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАН БЕЛАРУСИ  
ПО БИОРЕСУРСАМ»**

**ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЕ  
И ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЕ  
КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ  
В XXI ВЕКЕ:  
ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

**III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
ВЕДУЩИХ УЧЕНЫХ, СПЕЦИАЛИСТОВ, ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ И  
ПРОИЗВОДСТВЕННИКОВ**

**10 – 14 ИЮНЯ 2013 Г.**

**МИНСК  
2013**

УДК: 595.14:631.147 (082)  
ББК 28.691 я 43  
В34

**Редакционная коллегия:**

**С.Л. Максимова**, кандидат биологических наук, зав. сектором вермитехнологий, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Беларусь  
**Г.А. Жариков**, доктор биологических наук, профессор, ФГУН «Научно-исследовательский центр токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов», Федерального медико-биологического агентства РФ (НИЦ ТБП), Россия  
**В.В. Веремеев**, кандидат биологических наук, дцент, Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», Беларусь  
**Ю.Ф. Мухин**, научный сотрудник, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Беларусь

**Рецензенты:**

**В.М. Канн**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт Почвоведения и агрохимии им. У.У. Усманова, Казахстан  
**И.Т. Титов**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Владимирский государственный педагогический университет, Россия  
**А.В. Шаланда**, Международный университет природы, общества и человека, «Дубна» (филиал «Протвино»), Россия  
**А.А. Туболец**, Председатель МПК «Гамбит», Беларусь

Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения, проблемы, перспективы»: сб. научн. Тр. / ред. Кол.: С.Л. Максимова [ и др.]. – Минск, 2013. - 250 с.

В сборник включены научные труды 3-й Международной научно-практической конференции «Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения, проблемы, перспективы», Минск 10 - 14 июня 2013 г.

Представлен широкий спектр вопросов в области вермикультивирования и вермикомпостирования, а также селекции организмов-деструкторов, рассматриваются проблемы плодородия почвы и сохранения биологического разнообразия почвенного населения.

Адресуется научным сотрудникам, зоологам, экологам, фермерам, практикам, производственникам

УДК: 595.631.147 (082)  
ББК 28.691 я 43

**Тексты публикуются в авторской версии без редакционных изменений**

<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>	стр.-pp.	<b>CONTENS</b>
<b>ОБЩИЕ ВОПРОСЫ</b>	12	<b>PLENARY SESSION</b>
<b>СЕРАЯ Т.М.</b> ГУМУС – ВАЖНЕЙШИЙ СТРАЖ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ	12	<b>SERAYA T.</b> HUMIC MATTER BEING FUNDAMENTAL GUARDIAN OF SOILS' FERTILITY
<b>ТИТОВ И.Н.</b> ВЕРМИКУЛЬТУРА: ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЕРМИФИЛЬТРАЦИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	19	<b>TITOV I.</b> VERMICULTURE: INNOVATIVE TECHNOLOGY OF VERMIFILTRATION TREATMENT OF WASTEWATER
<b>МЕЛЬНИК И.А.</b> ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЕ : ИСТОРИЯ, ДОСТИЖЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВА	25	<b>MELNYK I.</b> VERMICULTURE: HISTORY ACHIEVEMENTS, MYTHS, PERSPECTIVE
<b>БОГДАНОВ ПЕТЕР</b> ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЕ, ПРИНОСЯЩЕЕ НЕПРИЯТНОСТИ: ПРОБЛЕМЫ ВЕДУЩИЕ К КРАХУ В ШИРОКО- МАСШТАБНЫХ ПРОЕКТАХ	35	<b>BOGDANOV P.</b> VEXATIOUS VERMICOMPOSTING: PROBLEMS LEADING TO FAILURE IN LARGE-SCALE PROJECTS
<b>СЕКЦИЯ 1</b> <b>ПОЧВЕННАЯ БИОТА И ЕЕ</b> <b>РОЛЬ В ДИНАМИКЕ</b> <b>БИОГЕОЦЕНОЗОВ</b>	44	<b>SECTION 1</b> <b>SOIL INVERTEBRATES AND</b> <b>THEIR ROLE IN THE</b> <b>BIOGEOCENOSSES'</b> <b>DYNAMIC</b>
<b>СЕКЦИЯ 2</b> <b>ПОЧВЕННЫЙ ГУМУС КАК</b> <b>ЗВЕНО БИОГЕОЦЕНОЗА</b>		<b>SECTOIN 2</b> <b>SOIL HUMUS AS A LINK IN</b> <b>BIOGEOCENOSE'S CHAIN</b>
<b>МАКСИМОВА С.Л.,</b> <b>ВАСЬКО А.С.</b> УДОБРИТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ	44	<b>MAKSIMOVA S.,</b> <b>VASKO A.</b> FERTILIZING VALUE OF DIFFERENT FERTILIZERS IN

УДОБРЕНИЙ  
ОРГАНИЧЕСКОМ  
РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

В

ORGANIC CROP GROWING

**ГУРИНА Н.В.**  
СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ  
ПОЧВЕННЫХ  
БЕСПОЗВОНОЧНЫХ  
В ЕЛОВЫХ ЛЕСАХ РАЗНОГО  
ТИПА ЦЕНТРАЛЬНОЙ  
ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

53

**GURINA N.**  
THE STRUCTURE OF SOIL  
INVERTEBRATE  
COMMUNITIES  
IN SPRUCE FORESTS OF  
DIFFERENT TYPES OF  
CENTRAL PART OF BELARUS

**БОСАК В.М., МАРЦУЛЬ  
В.М., МАКСИМОВА С.Л.**  
АСАБЛІВАСЦІ  
ВЫКАРЫСТАННЯ  
ВЕРМІКАМПОСТА Ў  
АГРАБІЯЦЭНОЗЕ

57

**BOSAK V., MARTSUL V.,  
MAKSIMAVA S.**  
PECULIARITIES OF  
VERMICOMPOST  
APPLICATION  
IN THE AGROBIOCENOSIS

**АБЖАМИЕВА Л.Б.**  
СОЛЕВОЙ ВЫНОС С  
ОСУШЕННОГО ДНА  
АРАЛЬСКОГО МОРЯ

61

**ABJAMIEVA L.**  
SALT SHIFT FROM DRAINED  
BOTTOM OF ARAL SEA

**ВАСЬКО А.С.**  
ЗЕЛЕННЫЕ УДОБРЕНИЯ В  
ФОРМИРОВАНИИ  
ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ В  
УСЛОВИЯХ ХОЛМИСТОГО  
РЕЛЬЕФА

67

**VASKO A.**  
GREEN MANURE IN  
FORMATION OF RICH SOIL  
UNDER UNDULATING LAND  
CONDITIONS

**ТАТАРКИН И.В., ДЕМИН  
Д.В., СЕВОСТЬЯНОВ С. М.**  
ОСОБЕННОСТИ  
ФОРМИРОВАНИЯ  
ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ В  
УРБОТЕХНОЗЕМАХ  
ОБРАЗОВАННЫХ НА  
ОСАДКАХ СТОЧНЫХ ВОД  
ПРИ ИХ ДЛИТЕЛЬНОМ  
АТМОСФЕРНОМ  
ЭКСПОНИРОВАНИИ

70

**TATARKIN I., DEMIN D.,  
SEVOSTYANOV S.**  
FEATURES OF FORMING OF  
HUMIC SUBSTANCES IN  
URBOTEHNOZEMS CREATED  
ON THE SEWAGE SLUDGE  
AT THEIR LONG  
ATMOSPHERIC EXPOSURE

**ВАСЬКО А.С.**  
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И  
ПИТАНИЕ ЗЕРНОВЫХ  
КУЛЬТУР  
В УСЛОВИЯХ ХОЛМИСТОГО  
РЕЛЬЕФА

75

**VASKO A.**  
CHEMICAL COMPOSITION  
AND NOURISHMENT OF  
CEREAL CROPS UNDER  
UNDULATING LAND  
CONDITIONS

**БАРНЕ А.Ж., КОСТИНА  
Н.А., СТРИГАНОВА Б.Р.**  
ВОЗМОЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ  
ДОЖДЕВЫМИ ЧЕРВЯМИ,  
ЖИВЫМИ КОРНЕВЫМИ  
СИСТЕМАМИ РАСТЕНИЙ И  
ПОЧВЕННОЙ  
МИКРОБИОТОЙ

80

**BARNE A., KOSTINA N.,  
STRIGANOVA B.**  
POSSIBLE WAYS OF  
INTERACTION BETWEEN  
EARTHWORMS, ROOT  
SYSTEMS AND SOIL  
MICROBIOTA

**ЛУЧЕНОК Л.Н., ШКУТОВ,  
Э Н., БАРАН С. Г., ЮРКО  
Л.А., ОЛИМПИЕВА Т.И.**

83

**LUCHANOK L., SHKUTOV  
E., BARAN S., YURKO L.,  
OLIMPIEVA T.**

ТРАНСФОРМАЦИЯ  
ОРГАНИЧЕСКОГО  
ВЕЩЕСТВА ТОРФЯНЫХ  
ПОЧВ В ПРОЦЕССЕ ИХ  
ЭВОЛЮЦИИ

PEAT SOILS ORGANIC  
MATTER TRANSFORMATION  
IN THE COURSE OF THEIR  
EVOLUTION

**ВАСЬКО А.С.**  
ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА  
ФОТОСИНТЕЗА ЗЕРНОВЫХ  
КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ  
ХОЛМИСТОГО РЕЛЬЕФА

88

**VASKO A.**  
PECULIARITIES OF  
CEREALS' PHOTOSYNTHESIS  
PROCESS UNDER  
UNDULATING LAND  
CONDITIONS

**СОРОКИН И.Б., ТИТОВА  
Э.В., СИРОТИНА Е.А.,  
ПЕТРОВА Л.В.**  
ПРИМЕНЕНИЕ БИОРЕСУРСА  
*EISENIA FOETIDA* В  
ЗЕМЛЕДЕЛИИ  
ПОДТАЕЖНОЙ ЗОНЫ  
СИБИРИ

95

**SOROKIN I., TITOVA E.,  
SIROTINA E., PETROVA L.**  
APPLICATION OF *EISENIA  
FOETIDA* BIORESOURCE IN  
AGRICULTURE OF PRETAIGA  
ZONE OF SIBERIA

<p><b>ПЕКАРСКАС Ю., ЭГИДИЮС Ж.</b> СОСТАВ И СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ЕС ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ ПРОИЗВОДИМОГО В ЛИТВЕ БИОГУМУСА</p>	100	<p><b>PEKARSKAS J., EGIDIJUS Ž.</b>  CHEMICAL COMPOSITION VERMICOMPOST PRODUCED IN LITHUANIA AND EU REQUIREMENTS FOR ORGANIC VERMICOMPOST PRODUCTION</p>
<p><b>РАДА КАЛЕ</b> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В ИНДИИ</p>	106	<p><b>RADHA D KALE</b> TECHNOLOGICAL APPROACHES IN EARTHWORM RESEARCH IN INDIA</p>
<p><b>ДАЛДАБАЕВА Г.Т</b> АГРОМЕЛИОРАТИВНЫЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ ПРИАРАЛЯ</p>	108	<p><b>DALDABAEVA G.T.</b> AGROFORESTRY AND BIOLOGICAL ACTIVITIES TO RESTORE NATURAL COMPLEXES IN PRIARALYE</p>
<p><b>КАСАТИКОВ В.А., ВАСЕНЕВ И.И., ШАБАРДИНА Н.П.</b> ДЕЙСТВИЕ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ВЕРМИГУМАТОВ НА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА С.-Х. КУЛЬТУР И ИХ УРОЖАЙНОСТЬ</p>	114	<p><b>KASATIKOV V.A., VASENEV I.I., SHABARDINA N.P.</b> EFFECT AND AFTER-EFFECT OF VERMIFORMATS ON AGRO-ECOLOGICAL PROPERTIES FOR CROPS AND YIELD</p>
<p><b>СЕКЦИЯ 3</b> <b>БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ</b> <b>МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИИ И В</b> <b>ПОЧВОВЕДЕНИИ</b></p>	121	<p><b>SECTOIN 3</b> <b>BIOTECHNOLOGICAL</b> <b>METHODS IN ECOLOGY</b> <b>AND SOIL SCIENCE</b></p>
<p><b>КОВАЛЕВ Н.Г.</b> ИННОВАЦИОННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ</p>	121	<p><b>KOVALEV N.</b> INNOVATIVE BIOTECHNOLOGY</p>

ПЕРЕРАБОТКИ  
ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ  
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ И  
ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ

PROCESSING ORGANIC  
MATERIALS OF ANIMAL  
AND POULTRY FARMS

**ШМАК А.М., КОВАЛЕВИЧ  
Г.О., МАРИНЧЕНКО Д.М.**  
ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЕ.  
РЕГЕНЕРАЦИОННЫЕ  
СПОСОБНОСТИ ДОЖДЕВЫХ  
ЧЕРВЕЙ

126

**SHMAK A., KOVALEVICH  
G., MARINCHENKO D.**  
VERMICULTURE.  
REGENERATION ABILITIES  
OF EARTHWORMS

**ТОМИНА Т.К.**

131

**TOMINA T.**

СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ  
ФТОРИДНОГО  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА  
СВОЙСТВА ТЕМНО-  
КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ В  
ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ

REDUCTION OF THE  
INFLUENCE OF FLUORIDE  
POLLUTION  
ON PROPERTIES OF DARK  
CHESTNUT SOILS OF THE  
FOOTHILL ZONE

**ТАРАСЕВИЧ А.Ю.**  
УЧАСТИЕ НАВОЗНЫХ  
ЧЕРВЕЙ В  
БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ,  
ЗАГРЯЗНЁННОЙ  
ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ

137

**TARASEVICH A.**  
EARTHWORM  
CONTRIBUTION IN  
BIOREMEDIATION OF SOILS  
CONTAMINATED WITH  
DIESEL FUEL

**ТРЕБИС В.П.**  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН  
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ  
НАВОЗНОГО ЧЕРВЯ (*Eisenia  
fetida*)

140

**TRYBIS V.**  
USE OF POLYMER FIBER FOR  
RED WORM (*Eisenia fetida*)  
COMPOSTING

**КОРЗУН О.С.,  
АНДРУСЕВИЧ М.П.**  
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА  
ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЯ  
КАК ФАКТОРА  
УЛУЧШЕНИЯ

146

**KORZUN O.,  
ANDRUSEVICH M.**  
THE INVESTIGATION OF  
QUESTION OF  
VERMICULTIVATION AS THE  
FACTOR OF



ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
СИТУАЦИИ В  
КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

MODERNIZATION OF  
ECOLOGICAL SITUATION IN  
FODDER CROP PRODUCTION

**БИРЮКОВА О.М.**  
ВЛИЯНИЕ  
ВЕРМИКОМПОСТА НА  
ПРОДУКТИВНОСТЬ  
КУЛЬТУР ЗВЕНА  
СЕВООБОРОТА НА  
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ  
СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

148

**BIRYUKOVA O.**  
CROP ROTATION UNIT  
PRODUCTIVITY BY THE  
INFLUENCE OF  
VERMICOMPOST ON SOD-  
PODZOLIC SANDY LOAM  
SOIL

**КАЛДА К., ИВАСК М.,  
КУУ А., ПЕДА Д., КУТТИ С.**  
ДОЖДЕВЫЕ ЧЕРВИ В  
ОТВАЛАХ ПУСТОЙ ПОРОДЫ  
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ  
ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

153

**KALDA K., IVASK M.,  
KUU A., PEDA J., KUTTI S.**  
EARTHWORMS IN WASTE  
HEAPS OF OIL-SHALE  
INDUSTRY

**СОКОЛОВ Г.А.,  
КРАСНОБЕРСКАЯ О.Г.,  
ЦВИРКО Л.Ю.**  
ВЛИЯНИЕ  
ВЕРМИПЕРЕРАБОТКИ НА  
ИЗМЕНЕНИЕ ГРУППОВОГО  
СОСТАВА ВТОРИЧНОГО  
ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

158

**SOKOLOV G.,  
KRASNOBERSKAYA O.,  
TSVIRKO L.**  
INFLUENCE OF WORM  
PROCESSING ON THE  
CHANGE OF SECONDARY  
ORGANIC RAW MATERIALS  
GROUP STRUCTURE

**МАКСИМОВА С.Л.,  
МУХИН Ю.Ф.**  
УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ  
БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

164

**MAKSIMOVA S.,  
MUKHIN Yu.**  
UTILIZATION OF BIOGAS  
SETTINGS WASTE  
PRODUCTS

**ПЕДА Д., КУТТИ С..**  
РАЗЛОЖЕНИЕ  
БИОПЛАСТИКОВЫХ  
ПАКЕТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ  
УСЛОВИЯХ  
ВЕРМИКОМПОСТЕРОВ

168

**PEDA J.\*, KUTTI S.**  
DECOMPOSITION OF  
BIOPLASTIC BAGS UNDER  
DIFFERENT  
ENVIRONMENTAL  
CONDITIONS OF  
VERMICOMPOSTERS

**СЕКЦИЯ 4  
КОМПОСТИРОВАНИЕ  
ОТХОДОВ, ПРОДУКТЫ  
ВЕРМИТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОЦЕССА И ИХ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

172

**SECTION 4  
WASTE COMPOSTING,  
PRODUCTS OF  
VERMICOMPOSTING  
PROCESS AND THEIR  
USING**

**ТИТОВ И.Н.**  
ДОЖДЕВЫЕ ЧЕРВИ КАК  
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЙ  
ИСТОЧНИК  
ПОЛНОЦЕННОГО  
ЖИВОТНОГО БЕЛКА

173

**TITOV I.**  
EARTHWORMS AS  
RENEWABLE SOURCE OF  
HIGH-QUALITY ANIMAL  
PROTEIN

**МЕЛЬНИЧЕНКО И.С.**  
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА  
ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЯ  
ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ  
ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД  
ЦЕЛЛЮЛОЗНО-  
БУМАЖНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА

179

**MELNICHENKO I.**  
OPTIMIZATION OF PROCESS  
OF A VERMICOMPOSTING  
FOR PROCESSING OF A  
PRECIPITATION OF SEWAGE  
OF PULP AND PAPER  
PRODUCTION

**РЫБАЛОВ Л.Б.,  
БАСТРАКОВ А.И.,  
ТЕБЕНЬКОВА Д. Н.,  
ОЛЬШАНСКИЙ В.М.,  
ВОЛКОВ С.В.**  
ПЕРЕРАБОТКА ИЛОВЫХ  
ОТХОДОВ ЦБК С  
ПОМОЩЬЮ  
ВЕРМИКУЛЬТУРЫ - *EISENIA  
FETIDA*

183

**RYBALOV L., BASTRAKOV  
A., TEBENKOVA D.,  
OLSHANSKY V., VOLKOV S.**  
UTILIZATION OF SOLID  
PAPER-MILL SLUDGE USING  
VERMICULTURE *EISENIA  
FETIDA*

**ПЕКАРСКАС Ю.,  
СИНКЯВИЧЕНЕ Й.  
ЭГИДИЮС Ж.**  
ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ  
ПРЕПАРАТОВ БИОГУМУСА  
НА ПРЕДПОСЕВНУЮ  
ПОДГОТОВКУ  
ОРГАНИЧЕСКИХ СЕМЯН  
ЗЕРНОВЫХ РАСТЕНИЙ

187

**PEKARSKAS J.,  
SINKEVIČIENĖ J.,  
EGIDIJUS Ž.**  
EFFICIENCY OF LIQUID  
VERMICOMPOST  
PREPARATION ON  
PRESOWING SEED COATING  
OF CEREALS SEED

**СЕНДЕЦКАЯ А.В.**  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ПРОИЗВОДСТВА И  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ОРГАНИЧЕСКОГО  
УДОБРЕНИЯ «БИОГУМУС» В  
УСЛОВИЯХ УКРАИНЫ

193

**SENDETSKAYA A.**  
EFFICIENCY OF  
PRODUCTION AND  
APPLICATION OF  
‘BIOHUMUS’ ORGANIC  
FERTILIZER IN UKRAINE  
CONDITIONS

**ПАЛЕХ В.В.**  
МНОГОЯРУСНАЯ  
МОДУЛЬНАЯ УСТАНОВКА  
ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО  
ПРОИЗВОДСТВА  
БИОГУМУСА

197

**PALEH V.**  
MULTITIER PACKAGED UNIT  
FOR COMMERCIAL  
BIOHUMUS PRODUCTION

**САТИШУР В.А.,  
МИХАЛЬЧУК С.Н.,  
МАКСИМОВА С.Л.**  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЯ  
ОТХОДОВ БИОГАЗОВЫХ  
УСТАНОВОК

203

**SATISHUR V.,  
MIKHALCHUK S.,  
MAKSIMOVA S.**  
EFFICIENCY OF BIOGAS  
INSTALLATIONS’ WASTE  
WORM COMPOSTING

**КОЛИСНЫК Н. М.,  
СЕНДЕЦКАЯ А.В.**  
ПРОИЗВОДСТВО И  
ПРИМЕНЕНИЯ  
БИОСТИМУЛЯТОРОВ РОСТА  
И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ В  
УКРАИНЕ

207

**KOLISNYK N.,  
SENDETSKAYA A.**  
THE PRODUCTION AND USE  
OF BIO-STIMULANTS OF  
GROWTH AND  
DEVELOPMENT PLANTS IN  
UKRAINE

**ТИТОВ И.Н.**  
ВЕРМИКУЛЬТУРА:  
ТЕХНОЛОГИИ РЕЦИКЛИНГА  
БЫТОВЫХ, СЕЛЬСКОХО-  
ЗЯЙСТВЕННЫХ И ИНДУС-  
ТРИАЛЬНЫХ ОРГАНОСО-  
ДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

211

**TITOV I.**  
VERMICULTURE:  
TECHNOLOGY OF  
DOMESTIC, AGRICULTURAL  
AND INDUSTRIAL ORGANIC-  
CONTAINING WASTES  
RECYCLING

**ГАНИН Г.Н., КИРИЕНКО  
О.А.**

232

**GANIN G.N., KIRIENKO O.A.**

ПРИГОТОВЛЕНИЕ  
КОМПОСТА ИЗ ОСАДКА  
СТОЧНЫХ ВОД  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ФОТОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ

**БОГДАНОВ П.,  
БОГДАНОВА Л.**  
ЖЕНЩИНЫ И ЧЕРВИ:  
ВКЛАД ЖЕНЩИН В  
ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЕ

**ИСМАЙЛОВ С.Д.**  
ДОЖДЕВЫЕ ЧЕРВИ –  
ИСТОЧНИК ПОЛУЧЕНИЯ  
БИОХИМИЧЕСКИХ  
ПРЕПАРАТОВ

COMPOST PRODUCTION  
FROM SEWAGE SLUDGE  
WITH USE OF  
PHOTOTROPHIC BACTERIA

**PETER BOGDANOV,  
LAYNE L. BOGDANOV**  
WOMEN AND WORMS:  
WOMEN'S CONTRIBUTIONS  
IN VERMICOMPOSTING

**ISMAYILOV S.J**  
EARTHWORMS – THE  
SOURCE OF RECEPTION OF  
BIOCHEMICAL  
PREPARATIONS

237

245

УДК 631.872:631.452

**ГУМУС – ВАЖНЕЙШИЙ СТРАЖ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ**

**СЕРАЯ Т.М., БОГАТЫРЕВА Е.Н.**

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

В статье изложена роль гумуса в плодородии почв и питании растений. Отмечено, что для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель республики, необходимо вносить 13,1 т/га или 65,3 млн. т органических удобрений. Рассмотрены основные факторы, влияющие на минерализацию и образование гумуса в почвах.

**GUMUS - MAJOR GUARD SOIL FERTILITY**

**SERAYA T., BOGATYROVA E.**

The article describes the role of humus in soil fertility and plant nutrition. It is noted that to maintain the sufficient balance in soils of arable lands in the republic, it is necessary to put 13.1 t / ha, or 65.3 million tons of organic fertilizers. The main factors influencing the synthesis and mineralization of humus in the soil are discussed.

Важнейшей основой устойчивого функционирования агропромышленного комплекса в условиях интенсивного ведения сельскохозяйственного производства является сохранение и повышение почвенного плодородия. К числу основных критериев, определяющих уровень плодородия почв, относится органическое вещество почвы, которое представляет собой сложную многокомпонентную систему биогенного происхождения, включая растительные и животные остатки и гумус. Органические вещества, которые не утратили тканевого строения и отделяемые от массы почвы механическим путем, не являются еще гумусом. Гумус – главный компонент органического вещества почвы, представляет собой совокупность специфических (или гумусовых) и неспецифических органических веществ, потерявших свое анатомическое строение (Тюрин И.В., 1965, Кононова М.М., 1963).

Роль гумуса в силу особенностей его строения и высокой энергоемкости в почвенном плодородии велика и многогранна. Гумус,

оказывая влияние на функционирование основных свойств и режимов почв, является основой регулирования их агрофизических свойств: улучшает водно-воздушные и тепловые свойства, повышает поглотительную способность, уменьшает плотность почвы, способствуя увеличению рыхлости и аэрации. Гумус содержит физиологически активные компоненты, стимулирующие рост и развитие растений. Гумусу принадлежит особая роль в поддержании биологических процессов, протекающих в почве.

Гумус имеет важнейшее значение в обеспечении растений и микроорганизмов элементами питания. В гумусе сосредоточено 95-98% азота, 30-40% фосфора, 90% серы от общего содержания их в почве, а также содержатся калий, кальций, магний и ряд микроэлементов (медь, кобальт, марганец, цинк и др.). При разложении гумуса эти элементы питания переходят в легкоусвояемые минеральные соединения. За счет минерализации гумуса в припочвенные слои атмосферы в течение суток с одного гектара поступает 26-500 кг углекислого газа. Если учесть, что сельскохозяйственные культуры при нормальном росте и развитии потребляют 100-150 кг/га углекислого газа, то можно сделать вывод, что гумусу среди его многочисленных функций принадлежит также важнейшая роль в обеспечении растений углеродом. Кроме того, что гумус является непосредственным источником питания для растений и пищей для микроорганизмов, он оказывает косвенное влияние на увеличение содержания питательных веществ в почвенном растворе, поскольку гуминовые кислоты и фульвокислоты, а также угольная кислота, образуемая при разложении органических веществ, воздействуя на почвенные минералы, растворяют карбонаты кальция и магния, фосфаты и другие соли, переводя эти элементы питания в доступную для растений форму.

В почве постоянно происходят процессы образования и разрушения гумуса. Гумус хотя и устойчив к микробиологическому разложению, постепенно минерализуется. В зависимости от того, какой процесс преобладает, содержание гумуса в почве увеличивается или уменьшается. Минеральные почвы Республики Беларусь подразделяются на шесть групп по содержанию в них гумуса (табл. 1).

Таблица 1. Градация почв по содержанию гумуса

Группа	Содержание	Минеральные почвы, %
I	Очень низкое	Менее 1,0
II	Низкое	1,01-1,50
III	Недостаточное	1,51-2,00

IV	Среднее	2,01-2,50
V	Повышенное	2,51-3,00
VI	Высокое	Более 3,00

Оптимальные параметры содержания гумуса, при которых обеспечиваются высокие уровни урожаев сельскохозяйственных культур, зависят от гранулометрического состава дерново-подзолистых почв: для глинистых и суглинистых это 2,5-3,0%, супесчаных – 2,0-2,5%, песчаных – 1,8-2,0%; для минеральных почв луговых земель – 3,5-4,0%.

Основные запасы гумуса сосредоточены в пахотном слое, что обусловлено поступлением пожнивных и корневых остатков сельскохозяйственных культур и производственной деятельностью человека. С глубиной количество гумуса в дерново-подзолистых почвах сильно уменьшается. Для естественных дерново-подзолистых почв характерен маломощный гумусовый слой, который недостаточно благоприятен для развития корневой системы большинства сельскохозяйственных культур. В пахотных дерново-подзолистых почвах в процессе их сельскохозяйственного использования формируется гумусовый слой по мощности совпадающий, в большинстве случаев, с глубиной вспашки.

В естественных условиях, где вся биомасса растений полностью возвращается в почву в виде растительного опада и участвует в почвообразовательном процессе, между процессами минерализации и образования гумуса устанавливается равновесное состояние, что способствует стабилизации содержания гумуса на определенном уровне. При вовлечении почв в сельскохозяйственное использование процессы минерализации и гумификации наиболее интенсивно протекают в пахотном слое почвы и в большей степени поддаются регулированию, поэтому характер этих процессов в значительной мере зависит от хозяйственной деятельности человека: применяемых систем удобрения, структуры посевных площадей, урожайности сельскохозяйственных культур и др.

В почвах пахотных земель при отчуждении основной и побочной продукции с полей вынос азота и зольных элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур существенно возрастает. Доля почвенного азота в общем выносе этого элемента с урожаем даже при полном обеспечении минеральным азотом составляет около 60%. Естественно, если органическое вещество не будет возобновляться, то это в конечном итоге приведет к снижению гумусированности почв и, как следствие, к ухудшению почвенного плодородия.

Заметные изменения содержания гумуса в почвах можно увидеть только за длительный период времени. С начала семидесятых годов и до середины девяностых в почвах пахотных земель республики поддерживался

положительный баланс гумуса. Это достигалось за счет внесения большого количества навоза на торфяной подстилке (торф в структуре органических удобрений занимал до 40%) и расширения доли многолетних трав до 25-30%. За этот период содержание гумуса в пахотных почвах республики было повышено с 1,77% до 2,28%. В дальнейшем сокращение объемов использования торфа на удобрительные цели, поголовья скота в хозяйствах республики, повышение затрат на перевозку и внесение навоза привело к тому, что объемы применения органических удобрений резко уменьшились (табл. 2).

Таблица 2. Применение органических удобрений в сельскохозяйственных организациях РБ

Область	Среднее за годы внесения, т/га пашни					
	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2012
Брестская	17,1	16,0	12,1	7,9	10,4	14,5
Витебская	12,9	9,0	5,0	3,3	4,1	6,3
Гомельская	15,5	12,2	7,6	6,0	7,9	8,8
Гродненская	14,0	12,8	11,2	11,0	11,1	12,2
Минская	15,9	12,8	8,3	6,3	9,3	10,2
Могилевская	11,5	8,6	5,5	3,7	5,5	8,5
<b>Всего по РБ</b>	<b>14,4</b>	<b>11,6</b>	<b>8,1</b>	<b>6,3</b>	<b>8,1</b>	<b>9,9</b>

Одним из основных источников гумуса в пахотном слое дерново-подзолистых почв являются пожнивно-корневые остатки возделываемых культур. До 80-90% от всей массы корней большинства сельскохозяйственных культур размещается в слое 0-25 см. По мере увеличения глубины количество корней резко уменьшается. Наиболее интенсивно минерализация гумуса протекает в почвах при возделывании пропашных культур. Положительный баланс гумуса без внесения органических удобрений способны обеспечить только многолетние травы. Поэтому для поддержания бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах следует делать упор на расширение посевов многолетних бобовых трав и бобово-злаковых травосмесей. Многолетние травы оставляют в почве значительное количество корневых остатков. Чем больше в структуре посевных площадей доля многолетних трав, тем меньше будет потребность в органических удобрениях. Особенно эффективны с позиции гумусонакопления посевы клеверов одного года пользования на связных почвах и клеверозлаковых травосмесей двухлетнего пользования на легких почвах.

При расчете доз органических удобрений для поддержания бездефицитного баланса гумуса необходимо учитывать соотношение между пропашными культурами и многолетними травами: чем меньше многолетних трав приходится на 1 га пропашных, тем выше должны быть дозы органических удобрений. Начиная с 1996 г., в структуре посевных площадей



доля многолетних трав постепенно уменьшается, пропашных – увеличивается. Так, в 1995 г. в среднем по республике на один гектар пропашных культур приходилось 2,8 га многолетних трав, в 2000 г. – 1,9 га, в 2004 г. – 1,4 га, в 2010 г. – 0,8 га, а в 2012 г. только 0,5 га.

При сложившейся структуре посевных площадей, когда пропашные занимают 23,8%, культуры сплошного сева 63,5% и многолетние травы – 12,7% (по данным БелСтата за 2012 г.), для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель республики необходимо вносить 13,1 т/га или 65,3 млн. т органических удобрений. Потребность в органических удобрениях в разрезе областей республики с учетом гранулометрического состава следующая: Брестская область – 14,2 т/га (10,5 млн. т), Витебская – 10,8 т/га (8,9 млн. т), Гомельская – 15,9 т/га (13,7 млн. т), Гродненская – 12,8 т/га (9,4 млн. т), Минская – 12,9 т/га (13,8 млн. т), Могилевская область – 12,1 т/га (9,0 млн. т).

Наиболее положительное влияние на процесс гумусонакопления оказывает совместное применение органических и минеральных удобрений. Существующее мнение, что систематическое применение минеральных удобрений приводит к эффекту почвоутомления – ухудшению физико-химических свойств, разрушению гумуса, угнетению полезной микрофлоры – является весьма преувеличенным. При одностороннем применении только органических или только минеральных удобрений нельзя добиться устойчивой продуктивности земледелия. Научно-обоснованное применение органических и минеральных удобрений усиливает положительное действие их на урожай по сравнению с односторонним внесением в почву, способствует большему накоплению гумуса за счет усиления процессов гумификации органических остатков; улучшает качественный состав гумуса вследствие большего образования гуминовых кислот; нейтрализует отрицательное влияние минеральных удобрений, улучшает питательный режим почвы, усиливает деятельность микроорганизмов (Орлова Н.Е., Бакина Л.Г., 2002, Овчинникова М.Ф., 2009).

Поступающие в почву органические остатки подвергаются в ней разнообразным изменениям. Решающая роль в превращении органических остатков принадлежит микробному сообществу почв. В результате процессов превращения органические остатки либо, в конечном итоге, полностью разлагаются до простых минеральных соединений и включаются в биологический круговорот, либо переходят в более устойчивую форму – гумусовые вещества, которые являются основным компонентом почвенного гумуса. Образование особого класса органических соединений – гумусовых веществ – называется гумификацией. Процессы превращения органических остатков можно разделить на два основных направления – минерализация и гумификация. В результате минерализации органические остатки, в конечном итоге, полностью разлагаются до простых минеральных соединений и включаются в биологический круговорот. Наряду с процессами

минерализации в почве одновременно происходит сложный процесс гумификации, вследствие чего образуются более устойчивые к разложению высокомолекулярные азотсодержащие органические соединения – гумусовые вещества, которые являются основным компонентом почвенного гумуса.

Наиболее существенными факторами, определяющими характер протекания процессов минерализации и гумификации, являются достаточное увлажнение почвы, температура и аэрация, обеспечивающие нормальную жизнедеятельность микроорганизмов (Орлов Д.С., 1990). Оптимальная влажность для большинства почвенных микроорганизмов соответствует 60-80% от полной влагоемкости почвы. При низких и высоких значениях влажности почвы активность микроорганизмов снижается. Аэробное разложение органических остатков в почве наблюдается при условии свободного доступа воздуха. При достаточном притоке воздуха и оптимальном увлажнении, с одной стороны, усиливается минерализация органических веществ, с другой стороны, образование гумусовых веществ также протекает при наличии кислорода. Однако при поступлении органических остатков в верхнюю часть пахотного слоя, резко выраженные аэробные условия могут привести к почти полной минерализации органических веществ в почве, темпы гумификации при этом снижаются.

При недостатке кислорода (анаэробное разложение) и избытке влаги жизнедеятельность микроорганизмов замедляется, снижается скорость разложения всех компонентов органических остатков. В анаэробных условиях по сравнению с аэробными в больших количествах накапливаются негумифицированные и полугумифицированные растительные остатки, а также промежуточные продукты распада и неполного окисления (в виде органических кислот и других соединений), угнетающие процессы разложения. Сильно выраженные анаэробные условия неблагоприятны также для образования гумуса. Постоянное избыточное увлажнение способствует преимущественному накоплению фульвокислот (менее ценной фракции почвенного гумуса по сравнению с гуминовыми кислотами), которые усиливают миграцию кальция из пахотного слоя в виде растворимого фульвата кальция (Александрова Л.Н., 1980). В почве, как правило, аэробные и анаэробные процессы протекают одновременно; преобладание того или иного процесса зависит от почвенно-климатических условий, применяемых агротехнических приемов и т.п.

Для получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур важное значение имеет не только высокое содержание гумуса в верхнем слое почвы, а создание по возможности более мощного гумусированного корнеобитаемого слоя. Наилучшие условия для гумификации органических остатков создаются тогда, когда они находятся в тесном контакте с минеральной частью почвы (Андреева, И.М. 1970). Минеральная часть почвы играет решающую роль в закреплении образующихся гумусовых веществ за счет образования различных органо-минеральных комплексов, что

способствует их сохранению и постепенному вовлечению в биологический круговорот веществ.

Традиционная отвальная вспашка обуславливает не только протекание процессов минерализации гумуса и поступающих в почву органических остатков, но и обеспечивает тесный контакт органических остатков с почвой и их относительно равномерное распределение во всей толще пахотного слоя при достаточной его аэрации, что создает необходимые условия для протекания процесса гумификации и накопления гумуса.

Особенностью безотвальной обработки является то, что при ее использовании исключается перемешивание почвы на глубину пахотного слоя, вследствие чего наблюдается локализация в верхнем слое пожнивно-корневых остатков, органических и минеральных удобрений. При безотвальной обработке, прежде всего минимальной и нулевой, локализованное в поверхностном слое почвы органическое вещество при постоянном воздействии на него атмосферных осадков, обильном притоке воздуха и плохом контакте с минеральной частью почвы подвергается быстрой минерализации, особенно на легких почвах. В тяжелых почвах переуплотнение нижележащих слоев, недостаток кислорода и слабое поступление органических остатков также не обеспечивает накопление гумуса.

Таким образом, воспроизводство гумуса в дерново-подзолистых почвах зависит от совокупности почвенно-климатических условий и применяемых агротехнических приемов, при взаимодействии которых могут преобладать либо процессы распада, либо образования гумуса, что в конечном итоге и определяет его запасы в почвах. Для поддержания бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах республики необходимо стремиться к максимальному применению органических удобрений и всех возможных дополнительных источников органического вещества (запашка соломы, сидераты). При этом серьезное внимание нужно уделять качеству органических удобрений и срокам их внесения. Оптимальная схема применения органических удобрений должна предусматривать весенне-летнюю заготовку и внесение их с осени. Это обеспечит не только наиболее высокую эффективность органических удобрений с позиции повышения коэффициентов использования содержащихся в них элементов питания для растений, но и улучшение агрофизических свойств почв, повышение их биологической активности.

### **Литература.**

1. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. – М.: Наука, 1965. – 320 с.
2. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 314 с.

3. Орлова Н.Е., Бакина Л.Г. Современные процессы гумусообразования в окультуренных дерново-подзолистых почвах северо-запада России // Агрохимия. – 2002. – № 11 – С. 5-12.
  4. Овчинникова М.Ф. Особенности трансформации гумусовых веществ дерново-подзолистых почв при агрогенных воздействиях // Вестник МГУ. – 2009. – № 1. – С.12-18.
  5. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Из-во МГУ, 1990. – 325 с.
  6. Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Л.: Наука, 1980. – 288 с.
  7. Андреева И.М. О процессах взаимодействия новообразованных гумусовых кислот с минеральной частью почвы // Записки ЛСХИ. – 1970. – Т. 137. – С. 12-16.
- 

УДК 573.6: 595.142.59

**ВЕРМИКУЛЬТУРА: ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
ВЕРМИФИЛЬТРАЦИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

**ТИТОВ И.Н.**

Владимирский государственный университет, г. Владимир, Россия;  
tit42@mail.ru

**VERMICULTURE: INNOVATIVE TECHNOLOGY OF  
VERMIFILTRATION TREATMENT OF WASTEWATER**

**TITOV IGOR N.**

Vladimir State University, Vladimir, Russia; tit42@mail.ru

Technology of vermifiltration enables the treatment of the wastewater quickly and easily with a minimum expenditure of energy, without the use of expensive equipment and at low cost. Water is clean, detoxify, disinfected and can be re-used for technical purposes, especially in agriculture, landscaping and gardening. This will save huge amounts of fresh water. The technology is suitable for both rural and urban areas and can be used decentralized, which will reduce the load on the wastewater treatment plant.

**Key words:** vermiculture; organic wastes recycling; wastewater.

Технология вермифильтрации позволяет производить очистку сточных вод быстро и просто при минимальных энергетических затратах, без использования дорогостоящего оборудования и при низкой стоимости. Вода становится чистой, детоксифицированной, дезинфицированной и может быть повторно использована для технических целей, особенно в сельском хозяйстве, ландшафтном дизайне и садоводстве. Это позволит сохранить огромные количества пресной воды. Технология подходит как для сельских, так и городских территорий и может использоваться децентрализованно, что будет снижать нагрузку на станции очистки сточных вод.

**Ключевые слова:** вермикультура; рециклинг органических отходов; сточные воды.

Вода - это ресурс, имеющий экономическую ценность и определяющий устойчивость развития страны. Проблема охраны водных источников и доступа к питьевой воде является важным приоритетом всего мирового сообщества. Не исключением является и Российская Федерация, где дефицит водных ресурсов усугубляется их загрязнением. Практически на всей территории страны имеет место недостаток водных ресурсов и загрязнение водных источников.

Сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод в открытые водоемы приводит к нарушению в них экологического равновесия. В лучшем случае это сопровождается перестройкой биоценоза водоема с развитием наиболее толерантных форм, в худшем случае заканчивается полной гибелью аэробных организмов и развитием процессов гниения. Поэтому обеспечение эффективной очистки сточных вод для защиты водоемов от загрязнений является крайне актуальной задачей.

Среди применяемых в настоящее время систем и принципов очистки сточных вод едва ли не самое значительное место занимают биологические методы. Однако проблемой известных и широко используемых в настоящее время способов биологической очистки сточных вод является повышенная техногенная нагрузка на окружающую среду за счет образующихся достаточно больших объемов избыточного активного ила, что ведет к необходимости применения оборудования по его переработке и хранению, использованию реагентов, применяемых в процессе обработки осадков сточных вод, строительства полигонов для захоронения образовавшихся осадков. Все это приводит к вторичному загрязнению окружающей среды и необходимости использования дополнительных земельных ресурсов. Другой проблемой при использовании этих технологий является проблема выбросов вредных веществ, в том числе неприятно пахнущих, включая сероводород с уловленных в сточных водах осадков в атмосферу, и необходимость вследствие этого увеличения размеров санитарно-защитной зоны - расстояния от очистных сооружений до жилых домов.

Кроме того, необходимость постоянного удаления вторичных загрязнений: сырого осадка из первичных отстойников и избыточного активного ила из вторичных отстойников не позволяет создать замкнутый технологический цикл очистки сточных вод.

Известны также способы биологической очистки, включающие два этапа - механическую очистку и биологическую очистку. На первом этапе удаляются нерастворимые в воде вещества во взвешенном состоянии, на втором этапе - то, что осталось от первого этапа - взвешенное и растворенное в стоках. Недостатками этого способа являются:

- образование вторичных загрязнений в виде сырого осадка в первичных отстойниках на первом этапе;
- большие объемы избыточно активного ила, образующегося в процессе биологической очистки (вторичное загрязнение).

Новая биотехнология, в частности биологическая очистка сточных вод с помощью вермифильтрации с использованием дождевых червей лишена всех выше указанных недостатков и может быть использована в коммунальном хозяйстве городов, поселков и различных отраслях промышленности и сельского хозяйства для очистки бытовых и промышленных сточных вод, содержащих биологически разлагаемые вещества. С помощью технологии вермифильтрации возможно быстро, рентабельно и экологически безопасно осуществлять очистку бытовых и промышленных сточных вод без образования ила и осадков сточных вод, без выделения запахов и парниковых газов при 100%-ной регенерации воды (Титов, 2013; Aguilera, 2003; Bouché, Soto, 2004; Sinha, 2011).

Впервые Hartenstein с сотрудниками (1984) показали, что компостный червь *Eisenia fetida* и африканский ночной выползок *Eudrillus eugeniae* могут успешно использоваться в составе капельных биофильтров, что существенно улучшает эффективность их работы при очистке сточных вод.

В настоящее время для очистки сточных вод (бытовых и промышленных) в некоторых странах мира успешно используется биотехнология вермифильтрации. Она обладает рядом некоторых преимуществ перед всеми традиционными способами очистки сточных вод. Эта технология была разработана профессором Хосе Тоба (Jose Toba) в 1992 году в Чили. В последние годы она усиленно внедряется в практику очистки сточных вод в Чили, Индии, Китае, Мексике, Австралии и Бразилии (Sinha, 2011).

Технология основана на способности дождевых червей работать, как «биофильтры». Они поглощают органические и неорганические поллютанты из сточных вод, переваривают их и выделяют в виде своих экскрементов (копролиты) в окружающую среду. При такой переработке сточных вод (концентрированных или разбавленных) происходит утилизация поллютантов, находящихся в сточных водах, очистка сточных вод, их дезинфекция и детоксикация, а также трансформация органических и неорганических

компонентов сточных вод в органо-минеральное высокоценное удобрение - вермикомпост и биомассу дождевых червей, которая может затем служить сырьем для кормовой и фармацевтической промышленности.

В настоящее время имеется несколько типов систем установок для вермифильтрации сточных вод.

Жариков (1998) предложил использовать для частичной предварительной очистки сточных вод от органических загрязнений отходов Камского целлюлозно-бумажного комбината систему фильтра-накопителя-отстойника, которая получила название зоофильтр. В качестве фильтрующего материала используют кору. Для улучшения условий фильтрации на дно лотка помещают слой гравия. Слой коры сверху прикрывают металлической решеткой для предотвращения размыва струей воды фильтрующего слоя (коры) и его всплывания. Поток сточных вод направляют на фильтрующий слой с помощью водоотводного лотка. После заполнения первой секции фильтра лоток удлиняют, чтобы вода поступала во вторую секцию и т.д. В заиленную 1 секцию фильтра помещают дождевых червей в количестве 1-2 тысячи особей для очистки коры от органических включений. Этот способ сочетает механическую очистку сточных вод с частичной утилизацией осевших на коре загрязнений при помощи дождевых червей. В дальнейшем заиленный фильтрующий элемент зоофильтра поступал на окончательную переработку вермикомпостированием.

Ли с сотрудниками (Li и др., 2008) разработали и испытали пилотную установку вермифильтрации для очистки сточных вод, получаемых при гидросмыве свиного навоза. Она представляла собой ёмкость размером 5,0×2,5 м с решетчатым дном, в которой находился работающий слой вермифильтра высотой до 1 м, поддерживаемый нетканой синтетической тканью. Вермифильтрующий слой состоял из смеси древесной щепы (одна треть от общей массы) и субстрата с дождевыми червями вида *Eisenia andrei* (две трети от общей массы), который был предварительно приготовлен из коры, щепы, торфа, соломы и вермикомпоста. Сточные воды, прошедшие через сито, для отделения твёрдой фракции свиного навоза, накапливались в резервуаре, а затем распылялись на поверхность вермифильтра. Популяция дождевых червей увеличивалась на 30% в течение 4-х недель, показывая на акклиматизацию вермикультуры. Численность популяции червей достигала до 20 000 особей/м<sup>2</sup> вермифильтра. Показано, что при рециклинге сточных вод с помощью технологии вермифильтрации происходило сокращение выбросов аммиака на 50%. Авторы считают, что технология вермифильтрации может быть использована для рециклинга сточных вод свиноводов. Очищенные сточные воды могут быть повторно использованы, а биомасса дождевых червей и вермикомпост могут быть проданы, чтобы компенсировать стоимость очистки воды и уменьшить объёмы навоза на ферме. Собранная твердая фракция на сите может быть компостирована или вермикомпостирована, а затем её можно использовать в качестве органического удобрения.

Tomar и Suthar (2011) продемонстрировали потенциал новой системы вермифильтрации с использованием дождевых червей вида *Perionyx sansibaricus* для очистки городских сточных вод, которая позволяла существенно снизить уровни содержания растворённых веществ (88,6%), взвешенных веществ (99,8%), ХПК (90%), NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (92,7%) и PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (98,3%). Эти показатели были на 38,8, 20,8, 80,6, 50,8 и 144,6% выше, чем таковые в контроле, соответственно.

Ghatnekar с сотрудниками (2010) применили трехступенчатую технологию вермикомпостирования в сочетании с системой капельного биофильтра, в котором имелаась популяция дождевых червей вида *Lumbricus rubellus* для очистки сточных вод производства желатина. Показано, что вода после вермифильтра показатели БПК и ХПК были снижены на 89,2 и 90,1%, соответственно. Эта очищенная вода была использована для выращивания сине-зелёной водоросли спироулины.

В зависимости от степени загрязнения сточных вод и необходимого качества очищенной воды можно использовать одноступенчатую или многоступенчатую системы вермифильтра. В принципе одна установка по вермифильтрации может произвести воду любой степени очистки с помощью увеличения циклов обработки (Bhawalkar, 1996).

Вермикультура в составе вермифильтра при совместном взаимодействии почвенных микроорганизмов, иммобилизованных на биофильтре, способна в результате механизмов поглощения и биodeградации удалять из сточных вод органические и неорганические загрязнители по таким важнейшим показателям качества воды как БПК<sub>5</sub> более, чем на 90%, ХПК — на 80-90%, растворённые вещества на 90-92% и взвешенные вещества на 90-95% (Sinha, Valani, 2011).

Компания Lombr iTek écoinnovation (Франция, Монпелье) разработала так называемые люмбристанции для очистки сточных вод. Например, установка по вермифильтрации Lombr iSTEP® способна производить очистку сточных вод от поселка на 1000-4000 жителей ([www.lombritek.com](http://www.lombritek.com)). Компания использует в качестве вермикультуры смесь двух видов компостных червей: *Eisenia fetida* и *Eisenia andrei*. Вермифильтрующая установка размещается в небольшом и компактном здании и подходит для любого климата.

Необходимо отметить то, что система вермифильтрации не требует сложного и дорогостоящего оборудования, её обслуживание требует минимальных энергетических затрат. Еще одним из важных преимуществ технологии вермифильтрации является то, что отсутствует газообразование, отсутствуют какие-либо запахи, не образуются осадки сточных вод, что характерно для всех традиционных способов очистки сточных вод. Очень важно еще и то, что система вермифильтрации может работать децентрализованно, то есть на месте образования сточных вод (частные дома, коттеджи, отели, перерабатывающие предприятия и т. д.). Получаемая



очищенная вода содержит в себе основные питательные вещества, что очень выгодно использовать её для ирригации фермерских земель и в садоводстве.

Такие установки по вермифiltrации необходимо будет устанавливать непосредственно на станциях очистки сточных вод или на предприятиях на месте образования сточных вод. Преимуществами технологии вермифiltrации являются:

- низкая стоимость операций и обслуживания;
- требуется мало энергии;
- не образуются осадки сточных вод;
- не используются химикаты;
- не требуется предварительная обработка сточных вод для отделения твёрдой фракции;
- образуются хозяйственно ценные побочные продукты утилизации сточных вод (высокогумусированное органическое удобрение вермикомпост и биомасса компостных червей);
- очищенная вода обогащена питательными веществами (азотом, фосфором и калием) и микроэлементами и может использоваться для ирригации фермерских земель;
- процесс очень гигиеничен при полном отсутствии каких-либо запахов и без эмиссии парниковых газов.

### **Список литературы.**

Жариков Г.А. Научно-методические основы биотехнологической переработки промышленных органических отходов и санации загрязнённых почв. Дисс. ... доктора биологических наук. Москва. 1998.

Титов И.Н. Рециклинг бытовых и промышленных сточных вод с помощью вермикультуры. Инновационная биотехнология вермифiltrации // Матер. VII Московского Междун. конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития», Москва, 19-22 марта 2013. М.: ЗАО «Экспо-биохимтехнологии», РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013, стр. 315-316.

Aguilera, M.L., 2003. Purification of wastewater by vermifiltration. Doctoral Thesis. University of Montpellier 2, France, p. 188.

Bhawalkar, U.S. Vermiculture Bioconversion of Organic Residues. Ph.D. Dissertation, Department of Chemical Engg, IIT Bombay. 1996.

Bouché, M.B., Soto, P., 2004. An industrial use of soil animals for environment: the treatment of organically polluted water by lumbrifiltration // In: Proceedings of the XIVth International Colloquium on Soil Zoology and Ecology, University of Rouen, Mont Saint Aignan, France, August 30–September 3, pp. 1–13.

Hartenstein, R., D. L. Kaplan, E. F. Neuhauser. Earthworms and trickling filters. J. Water Pollution Control Federation, 1984, v.56, №3, pp. 294-298.

Ghatnekar S.D., M.F.Kavian, S.M. Sharma, S.S. Ghatnekar, G.S. Ghatnekar, A.V. Ghatnekar. Application of Vermi-filter-based Effluent Treatment Plant (Pilot scale)

for Biomanagement of Liquid Effluents from the Gelatine Industry. Dynamic Soil, Dynamic Plant, 2010, pp. 83-88.

Li, Y.S., P. Robin, D. Cluzeau, M. Bouché, J.P. Qiu, A. Laplanche, M. Hassouna, P. Morand, C. Dappelo, J. Callarec. Vermifiltration as a stage in reuse of swine wastewater: Monitoring methodology on an experimental farm. Ecological Engineering, Vol. 32, Issue 4, 2008, pp. 301–309.

Sinha, R.K., Valani D. Vermiculture Revolution: The Technological Revival of Charles Darwin's Unherlded Soldiers of Manking. Nova Science Publishers Inc. 2011. 328 p.

Tomar P., S.Suthar. Urban wastewater treatment using vermi-biofiltration system. Desalination, Vol. 282, 2011. pp. 95–103.

---

УДК 663.1.004

## **ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЕ: ИСТОРИЯ, ДОСТИЖЕНИЯ, МИФЫ, ПЕРСПЕКТИВА.**

**МЕЛЬНИК И.А.**

Ассоциация «Биоконверсия» г. Ивано-Франковск (Украина)

Тел. (+380) 67 34 22 188, email: vermos2007@ukr.net

Рассмотрены пути развития вермикультивирования в Украине, СНГ и других странах.

## **VERMICULTURE: ИСТОРИЯ ACHIEVEMENTS, MYTHS, PERSPECTIVE.**

**MELNYK I.**

Association "Bioconversion" Ivano-Frankivsk (Ukraine)

Tel. (+380) 67 34 22 188, email: vermos2007@ukr.net

Prospects for vermiculture in Ukraine, CIS and other countries.

Современная мировая наука и практика большое внимание уделяют проблемам переработки органических отходов и рационального использования их как высокоценного биологического ресурса. Однако применение большинства технологий биоконверсии требует значительных энергозатрат, при этом эти технологии не являются безотходными и, соответственно, экологически чистыми. Качество большинства полученных из отходов животноводства органических удобрений не отвечает агротехническим и

экологическим требованиям из-за наличия патогенов, жизнеспособных семян сорняков и неприятного запаха, что не исключает вероятности загрязнения воздуха, почвы и грунтовых вод водорастворимыми фракциями азотсодержащих соединений [1,2,3,4].

В конце XX века в США, Западной Европе, Японии и других странах мира начали внедрять технологию переработки органических отходов, которая решает эти проблемы, методом вермикультивирования, представляющую собой использование искусственно разведенных дождевых червей для переработки органических отходов в биологически активное, высокоэффективное удобрение вермикомпост, способствующее воспроизводству почвенного плодородия.

В начале 1970-х годов итальянский ученый Карло Ферручи привез из Калифорнии из фермы доктора Т. Баретта гибрид красного червя, получившего название «калифорнийского», который на протяжении следующих 10 лет распространился по многим европейским странам – Германии, Франции, Австрии, Польше, Венгрии и др., а с 1989 года и на Украине. [5,6,7]

В этой статье хочу я кратко изложить историю внедрения промышленной технологии вермикультивирования в республиках бывшего Союза.

О том, какую роль играют дождевые черви мне стало известно в институте, а позже, когда 4 года учился заочно в аспирантуре и много времени проводил в библиотеках Москвы, Киева и других городов, я ознакомился с трудами Ч.Дарвина (1936), украинского ученого А.И.Зражевского (1957), О.В.Чекановской (1960), ученых США, Китая, Японии, Германии и других стран.

В 1971 году, работая на должности начальника районного управления сельского хозяйства, я пробыл 20 дней в Канаде, где проживает много украинцев, которые и показали мне небольшую ферму, где разводили червей. Сотню червей самолетом мне удалось перевезти в Москву, но в гостинице «Юность», где я остановился, при уборке номера, в мое отсутствие, их горничная выбросила. В 1972 году я пробовал вывезти червей с Японии, но с ними в самолет меня не пустили.

В 1973 году, по моей просьбе, председатели колхозов моего района насобирали навозных червей и мы на опытном участке, несколько лет занимались вермикультивированием – компост использовали под овощные и лекарственные культуры, червями кормили рыбу, но в 1979 году меня утвердили в должности председателя облсельхозхимии и в 1981 году червячное хозяйство в районе без меня ликвидировали. 10 лет я честно внедрял Хрущевский лозунг, в котором до Ленинского «Коммунизм это электрификация страны» он добавил «+ химизация». За эти годы мы так «захимичили» удобрениями и пестицидами почву, что червей в ней почти не осталось.

Более глубоко ознакомиться с вермикультивированием мне удалось в 1985 году, когда в руки попало практическое руководство по вермикультуре К. Феручи и его книга, которая и стала настольным пособием в моей дальнейшей деятельности.

В 1988 году, мы, с проректором украинской сельхозакадемии М.Ф.Повханом побывали в Кестхейском аграрном университете (Венгрия), где профессор О.Надь Лоранд ознакомил нас с работой нескольких вермихозяйств (в это время начался червячный бум в Венгрии и Польше), а по дороге с Венгрии в Польшу мы осмотрели еще несколько малых вермихозяйств. Проанализировав увиденное, мы решили внедрить эту технологию у себя на Украине..

В 1989 г. мы создали ассоциацию «Биоконверсия» и кооператив «Плодородие», который возглавила Наталья Михайловна Колисник. Когда наше министерство в Киеве разрешило нам обменять черви по бартеру (в нас в то время валюты не было) в обмен на КАМАЗ и другие промышленные товары Наталья Михайловна поехала в Польшу и привезла первую партию «калифорнийцев», простояв при этом три дня с машиной на границе (польские пограничники машину пропустили, а наши нет, так как в СССР в списке разрешенных животных для завоза были попугаи, змеи и др., а черви отсутствовали). Мне пришлось срочно лететь в Москву, где удалось получить разрешение на ввоз вермикультуры на территорию Союза.

С этого времени и началось промышленное вермикультивирование в Советском Союзе.

На протяжении 1990-1991 гг. нами было создано более 300 вермихозяйств, в том числе больше 150 в Украине. В Ивано-Франковской области их было создано 17. В Тлумацком районе на территории свиного комплекса на площади 3 га работало вермихозяйство производительностью 1,5-2тыс.т биогумуса в год с полной механизацией всех технологических процессов, в Городенковском районе на животноводческом комплексе по откорму 10 тысяч поголовья КРС создали вермихозяйство производительностью 2тыс.т в год, в Снятинском районе был создан совместный венгерско-украинский кооператив «Радуга» производительностью 2тыс.т в год, на тепличном комбинате со словаками создали совместное предприятие производительностью 500 т в год. Для агрохимического обслуживания вермихозяйств закупили и задействовали две передвижные автомобильные импортные агрохимлаборатории.

В Днепропетровской области на птицефабрике был создан кооператив «Флора», где было полностью механизировано и автомеханизировано все технологические процессы, а весь биогумус реализовывался в Западную Европу.

В Полтавской области в 1990 г. на базе тепличного комплекса (0,5га) было создано малое коллективное предприятие «Агрофирма Рея» (директор

В.В. Шубин). Это предприятие пережило все аграрные реформы и ежегодно вырабатывает 500-600т биогумуса в год.

Созданы крупные вермихозяства в г. Краматорск та в Крыму

За средства Союзхимии в Ивано-Франковске в 1990 году создали Украинский научно-производственный центр «Биогумус», где научными исследованиями было занято 56 чел, а в Коломыйской сельскохозяйственной опытной станции (Ивано-Франковская обл..) создали селекционный центр, где были собраны разные виды дождевых червей со всех республик Союза и других стран мира.

Ассоциация «Биоконверсия» явилась инициатором теоретических разработок и практического внедрения технологий биотрансформации органических отходов, в частности вермикомпостирования на Украине, она объединила усилия более 200 научных учреждений, частных, коллективных и государственных хозяйств Украины, близкого и дальнего зарубежья. Ассоциация «Биоконверсия» организовала и провела 5 крупных международных конгрессов «Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды» (Киев, 1990; Ивано-Франковск, 1992; Москва, 1994; Киев, 1996; Ивано-Франковск, 1999). На них обращалось первостепенное внимание на важность природоохранных мер и охраны окружающей среды, а также проблемы развития нетрадиционных технологий получения энергии (биогаза), органо-минеральных удобрений нового поколения с помощью вермикомпостирования и ускоренной ферментации, кормового белка для животноводства, птицеводства и рыбоводства, препаратов биологически активных веществ для фармакологии и косметики.

После первого конгресса (1990) в котором участвовали свыше 600 человек из 32 стран мира и было 67 представителей прессы, радио, телевидения, материалы о конгрессе в течении двух месяцев разместили большинство газет и журналов бывшего Союза. Первая статья появилась в газете «Советский Карабах», а после конгресса киностудия «Союзнаучфильм» сняла научно-популярный фильм, который неоднократно демонстрировался по телевидению, особенно в «Сельском часе» Российского телеканала. Это дало большой толчок в развитии вермикультивирования

Сначала государственные ведомства Украины не хотели выделять деньги на вермикультивирование, но после того как президент Украины Л. Кравчук на нашем письме поставил резолюцию «Рассмотреть предложение», в главке науки Минисельхозпрода Украины была утверждена программа по вермикультивированию, выделены деньги на исследования, научно-исследовательские институты приступили к разработке техники для вермикультивирования, в сжатые строки была разработана техника для механизации большинства технологических процессов вермикультивирования, но с розпадом Союза к производству их не приступили.

На базе венгерско-украинского предприятия «Радуга» был проведенный семинар из работниками управлений с/г во главе с министром сельского хозяйства А. Ткаченко и другими ответственными работниками республики.

За разработку и внедрение украинской программы биоконверсии органических отходов группе ученых (Городний Н.М., Мельник И.А.Середюк А.Г. и др.) Президент Украины Л. Кучма присвоил звание Лауреата Государственной Премии в отрасли науки и техники.

При ассоциации был создан научно-технический координационный Совет, в который вошли ученые, специалисты, практики с Украины и других стран мира. На основе научно-практических исследований и обобщения опубликованных работ, учеными ассоциации «Биоконверсия» было издано более 10 книг, опубликовано свыше 300 научных и популярных статей, создано три научно-популярных фильма, разработан ряд рекомендаций по вопросам трансформации органических отходов, получено более 30 патентов. Ассоциация «Биоконверсия» организовала первую школу по подготовке специалистов по вермикультуре для многих регионов бывшего СССР. За эти годы, с целью подготовки кадров и изучения опыта, здесь побывало свыше 5000 человек.

Большую работу по вопросам вермикультивирования провели ученые гг. Ивано-Франковска, Киева, Москвы, Владимира, Оренбурга, Санкт-Петербурга, Днепропетровска, Рязани и Томска, а также в Киргизии, Узбекистане, Беларуси, Молдове. По вермикультивированию защищено свыше 30 докторских и кандидатских диссертаций.

За эти годы проведены важные разработки по практическому применению ресурсо- и энергосохраняющих технологий по утилизации органических отходов с помощью вермикультуры и других полезных микроорганизмов. Это дало возможность разработать методологию получения новых продуктов из отходов, которые по своим качествам не имеют аналогов и могут стать уникальным резервом повышения урожайности сельскохозяйственных культур, получения экологически чистой продукции, весомым резервом решения проблемы дефицита белка в животноводстве, а также сырьем для пищевой, фармакологической и парфюмерной промышленности.

В январе 1990года вышел первый номер газеты «Родная земля» с материалами по вермикультивированию. Регулярно подобные материалы освещались и в журнале «Химизация в сельском хозяйстве» (редактор И. Прохорова).

Очень много внимания мы уделили внедрению вермикультивированию в Белоруссии, потому что белорусы, как и украинцы, очень потерпели от Чернобыля.

На всех конгрессах и конференциях у нас присутствовали ученые и специалисты с Белоруссии.

Несколько мы раз приезжали в Минск, бывали в сельхозотделе ЦК КПБ, в большинстве областей и районах. В областных и республиканских газетах та журналах было опубликовано десятки статей по этой теме. За короткое время в Белоруссии было создано более 100 вермихозяйств (в основном черви закупили в нас), в т.ч. крупные вермихозяйства на тепличном комбинате Гомельской и на птицефабрике Минской области, но к сожалению с распадом Союза большинство их прекратили свою деятельность.

В настоящее время в Белорусии началось возрождение вермикультивирования, работает более десять вермихозяйств. В 2005 году мы поставили черви в Минскую область и было создано вермихозяйство Червене (на базе которого проводили конференцию в 2007 г.), однако, как и в Украине вермихозяйства работают по технологии тридцатилетней давности.

Большой объем работы по вермикультивированию проведен кандидатом биологических наук С.Л. Максимовой (институт зоологии НАН РБ).

Учитывая то, что в Беларуси много талантливых ученых в разных научных учреждениях, следует привлекать их для развития вермикультивирования, приглашать на конференции представителей прессы, радио, телевидения со всех газет, журналов, телеканалов и, обязательно, представителей власти. Учитывая то, что в Беларуси сохранились колхозы, совхозы, а президент А.Лукашенко большое внимание уделяет развитию сельского хозяйства, для белорусов как и для украинцев нужно внедрять органическое земледелие, где основой должно стать вермикультивирование.

Белоруссия имеет дружеские отношения с Китаем. Было бы хорошо построить совместно с ними фармацевтическую фабрику и производить лекарства из червей, внедрять их технологии вермикультивирования.

Для внедрения новых технологий вермикультивирования нужно создать координационный центр по вермикультивированию из представителей СНГ, Прибалтики и других стран.

Большая работа была проведена ассоциацией "Биоконверсия" в странах Прибалтики. В 1991 году предприниматель Владислав Русис из Каунаса закупил у нас 10 миллионов червей и начал производство биогумуса. В 1993 году он создал Литовское общество вермипроизводителей, которые экспортировали биогумус в другие страны, но в 2006 году, в связи с экономическим кризисом, это общество прекратило свою деятельность.

В 2009 году началось новое развитие вермикультивирования в Литве. Гантарас Шпуляэ из Шеиля создал компанию «Verdetera» и при помощи средств Евросоюза закупил в ЧП «Биоконверсия» 5 млн. червей. Он создал и возглавил литовскую ассоциацию вермипроизводителей, стал производить биогумус, почвосмеси, гуминовые препараты и экспортировать их в страны Евросоюза.

В Эстонии в данное время действует несколько вермипредприятий, в том числе вермифирма «EIFO» создания В.А Дулиным и предприятие «Eesti

Jaatmersngluse OU», которое перерабатывает парковые садовые и другие отходы.

Ассоциация «Биоконверсия» очень много внимания уделила развитию вермикультивирования в России. На протяжении 1990-1994 годов нами было отправлено калифорнийские черви более 200 предприятиям, научным учреждениям, частным предпринимателям. Вермихозайства создавались практически на всей территории Российской Федерации от Ленинградской области до Читы - на птицефабрике около Екатеринбурга, в Красноярском и Ставропольском краях, в Московской, Рязанской и Брянской областях, совместное предприятие около г. Оренбурга. Много вермихозайств созданных с нашей помощью сохранились до настоящего времени.

При внедрении нами технологии вермикультивирования были разные случаи. Так, к нам неоднократно приезжал из Ленинградской области С.П. Деревенский с группой ученых и предпринимателей с просьбой помочь им создать несколько вермихозайств. С доктором биологических наук В.С. Гитилисом я выезжал на несколько дней туда к ним для организации вермикультивирования. Мы завезли им 10 млн. шт. калифорнийских червей (за половину рассчитались промышленным товаром из завода имени С. Кирова), три месяца В.С. Гитилас пробыл в Ленинграде по вопросам внедрения нашей технологии, подготовил к печати справочник по вермикультивированию, но потом они от нас отказались, не рассчитались за черви и наши консультации, а в 1994 году появилась книга С.П. Деревенского с соавторами «Грядная технология вермикультивирования», в которой ни слова о нас. Мы не держим зла на них, потому что с помощью наших червей и наших технологий они много сделали для развития вермикультивирования в России.

Во многих изданиях в России трактуют, что именно Россия стала инициатором промышленного вермикультивирования – это приписывают ученым из Владимира, Санкт-Петербурга и других городов. На самом деле, инициатором промышленного вермикультивирования в бывшем Союзе была ассоциация «Биоконверсия» созданная в 1989 году в г. Ивано-Франковске. Кроме украинских ученых в ее состав входили ученые и специалисты из большинства республик бывшего Союза, Восточной Европы и дальнего зарубежья, которые внесли большой научный вклад в развитие вермикультивирования.

В своей статье А.В. Шаланда (Минск, 2007) пишет: «Основоположником промышленного вермикультивирования в США был Т.Д. Баррет», а в России – А.И. Игонин». Это неправда. Хочу напомнить всем, что пионером промышленного вермикультивирования в Союзе была ассоциация «Биоконверсия», а кроме А.Иголина, значимый вклад в развитие вермикультивирования в России внесли ученые из МГУ, ЦИНАО, Оренбурга, Екатеринбурга, Уфы, Рязани, Перми, Томска, Сыктывкара, и др. городов России, это И.Н. Титов, Г.А. Жариков, К.А. Трувелер, А.М. Артюшин, Г.Е. Мерзлая, С. Ф. Покровская, О.В. Чекановская, Г.И.Петрова и сотни других



ученых России. А первая книга о промышленном вермикультивировании «Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве» (Городний Н.М., Мельник И.А., и др.) вышла в г. Киеве в 1990 году и до выхода первой книги А.И. Игонина в 1995 году в Украине, России и других республиках бывшего Союза уже было издано более 10 книг. Да и первая лаборатория по вермикультуре в Союзе была создана в 1990 г. академиком Н.М. Городним в г. Киеве при сельхозакадемии.

Несколько слов хочу сказать о А.М. Игонине. О его роли в развитии вермикультивирования, его заблуждениях детально описано в книге И.Н.Титова, хотя в некоторых изданиях его называют шарлатаном, в других - великим русским ученым, пионером промышленного вермикультивирования. О нем я узнал, когда прочитал в газете «Сельская жизнь» его статью. Потом, побывав в г. Владимире, имел возможность посмотреть его лабораторию в педагогическом институте: в подвальном помещении находилось несколько ящиков с червями. Никакого промышленного вермикультивирования, о которых он писал в своих научных статьях не было.

В 1990 году он приехал к нам в г.Ивано-Франковск и 6 часов, без перерыва, мы спорили с ним о его статьях и его гибридах, о плодовитости червей, о продолжительности их жизни. Я задал ему вопрос: «Почему Вы по стране высылали свои рекомендации стоимостью 10 руб. на 5 листках в которых предлагаете закупить у Вас 500-1000 червей, с плодовитостью одного червя в год 1500 особей, заселять их в навоз, получать вермикомпост, продавать его за валюту в Европу и за год легко и быстро разбогатеть» (А.М. Игонин та Т.У. Шишова (1986 г.) писали, что с каждого гектара поверхности промышленного вермикультивирования, за год можно получить до 2000 ц. биомассы червя. В другой статье он писал: «Если гектар пшеницы дает 350 кг белка, кукурузы – 390 кг, люцерны – 1500 кг, то гектар поверхности червя дает 400 ц белковой муки (содержание белка 67%  $\pm$  5%)»).

Вопрос: «Вы на практике это сумели получить?»

Он ответил: «Нет, я использовал данные зарубежной литературы»

Вопрос: «Откуда Вы взяли что червь дает потомство 1500 шт. и продолжительность его жизни 16 лет, Вы в опытах это получали?»

Ответ: «Нет я этого не изучал».

Перед отъездом он нас попросил купить у него 5 млн. червей «Владимирского гибрида», так как он по гостематике завез черви в один совхоз, а там не хотят заниматься вермифером. Мы оплатили ему стоимость червей а забрали 8 т навоза с червями после перезимовки в одном из совхозов Московской области, а когда привезли, вместо 5 млн. шт. там оказалось их несколько тысяч. При исследованиях они по всем показателям уступали «калифорнийцу».

Несколько слов о гибридах «созданных» А. Игоными: сначала появился «Владимирский гибрид», потом он назвал их «Линией компостных

червей «Альфа», а уже в 2001 г. в ОАО «Грин-ПИКъ», где он работал, черви получили новое название «Старатель».

ОАО «Грин-ПИКъ» предприниматель С.С. Конин создал в 1989 году. Купив у профессора А.Игонина патент, он создал внутри своей корпорации новую структуру, которая должна была заниматься вермикulturой. Он планировал вовлечь в червеводство и производство гумуса тысячи сельчан, скупать его у них по дешевке и, став монополистом, продавать его на внешнем рынке.

С.С. Конин пригласил на работу А. Игонина и И. Титова и в г.Коврове в 2002 и 2003 годах провел две международные конференции, назвав их первой и второй. Но, фактически, еще в 1994г. ассоциация «Биоконверсия» вместе с ЦИНАО (М. Артюшин) провели в Тимирязевке третий международный конгресс по вермикультивированию, а в 1993 – 1996г. ассоциацией было проведено две международных конференции в Оренбурге, две в г. Рязани на картонно-рубероидном комбинате (флагмане вермикультивирования в России), а также в гг. Анапе, Екатеринбурге, Перми и других городах России.

В 1995г. вышла первая книга А.М. Игонина «Как повысить плодородие в десятки раз с помощью дождевых червей». Да, название громкое, но оно не соответствует ее содержанию. Как при помощи червей можно увеличить плодородие в десятки раз? На мой взгляд эта статья не результат научных исследований, а просто реклама ОАО «Грин-ПИКъ»

Когда С.С. Конин уволил И. Титова и других ученых, а 18.04.2006г. в газете «Владимирские ведомости» появилась статья «Скандал: Рыцарь науки расправляется с учеными», я с представителем Минсельхозпрода России В.А.Москотином приехал в ОАО «Грин-ПИКъ» и познакомился С.С.Кониным, которому Российская Академия естественных наук присудила звание «Рыцарь науки и искусства». Мы два дня знакомились с работой ОАО «Грин-ПИКъ» и следует сказать, что там действительно была проделана большая работа по развитию вермикультивирования. О многом мы беседовали несколько часов с С.С.Кониным. Он согласился с нами в вопросах кто «пионер» промышленного вермикультивирования, признал ошибки в работе А.И.Игонина и программе корпорации, но после нашего отъезда «Грин-ПИКъ» не изменила неправильную рекламную компанию.

Несколько слов о киргизском ученом Ю.Б. Мореве, которого в некоторых научных работах называют «пионером промышленного вермикультивирования в Союзе». Да, он написал хорошую брошюру, провел много исследований со своими киргизскими учеными, но когда мы в 1989 году с профессором Н.М.Городним и другими украинскими учеными приехали в Киргизию на семинар по вермикультивированию, то увидели небольшую кучу навоза с червями, а про внедрение в промышленного производства и речь не шла, потому что его фактически не было. И только когда Юрий Борисович дважды побывал у нас в Ивано-Франковске и мы показали ему несколько

крупных вермиферм, в Киргизии начали внедрять наши технологии. Он поблагодарил нас за проведенную работу, а мы благодарны ему за его научную работу в этой отрасли. Откровенно скажу, что внедрять научные разработки не всем дано, да и в то время без помощи райкома партии трудно было что то внедрить.

Следует сделать выводы, что у всех странах бывшего Союза проделана большая работа по вермикультивированию. Однако, в течении 1995-2000 годов в Украине и в некоторых других странах большинство вермиферм вследствие непродуманной аграрной реформы, экономической кризиса, прекратили свое существование.

Только с 2005 года в Украине началось создание новых вермиферм и сейчас их насчитывается более 50, свыше 3000 мини ферм функционируют на дачных и приусадебных участках.

Более 500 вермиферм сегодня действует в России, Белоруссии, Казахстане и Прибалтике.

Для дальнейшего развития вермикультивирования нужно учесть, что сегодня в большинстве стран строятся крупные птицефабрики, животноводческие комплексы, разработаны новые технологии переработки органических отходов методом ускоренной ферментации и производства биогаза, а тому вермикультивирования нужно внедрять на предприятиях при наличии органических отходов не более 5-10 тыс. т., нужны новые технологии, современная селекционная работа, новые виды червей для использования их в кормопроизводстве, медицине и других отраслях.

Сегодня, в условиях рыночной экономики, в Украине, свыше 10 млн. г земли сосредоточено в крупных агрохолдингах (от 50 до 800 тысяч гектаров на один агрохолдинг), строятся крупные животноводческие комплексы и птицефабрики. Только на птицефабриках ежегодно накапливается свыше 4 млн. тон птичьего помета, а поэтому требуются новые технологии, чтобы справиться с такими объемами переработки органических отходов с механизацией и автоматизацией технологических процессов, технологии, которые используются в США, Японии и других странах.

На животноводческих комплексах и птицефабриках с накоплением отходов 10-50 тыс. тонн и более необходимо строить цеха (фабрики) по технологии ускоренной биологической ферментации (биоферментаторы) (в данное время нами построено и работает 9 цехов в пяти областях), а на очень больших птицефабриках и животноводческих комплексах строить биоцеха по производству биогаза (на Украине действует 4 завода, в стадии строительства 7) . На это необходимо привлечь свыше 1 млрд. долларов инвестиций государственных или частных компаний.

Вермикультивирование при этом, будет развиваться по существующим технологиям (ложе, гряда, бурты и др.) только в небольших хозяйствах (с накоплением отходов до 2-2,5 тыс.тон), на дачных и приусадебных участках.

Свои предложения по переработке и использованию органических отходов в стране мы уже внесли в исполнительные структуры Украины.

### **Литература**

1. Мельник И.А. Вермикультура: производство и использование. /И.А.Мельник, М.М.Городний, М.Ф.Повхан, В.С.Гитилис// К.,Укр. ННТЕИ, 1994-128с.
2. Бубина А.Б. Биоконверсия органических субстратов технологичными дождевыми червями в биологически активные удобрения полифункционального действия. ФГОУВПО «НГАУ», Новосибирск, 2008 с. 4-8.
3. Титов И.Н. Дождевые черви /И.Н.Титов// - М.:000 «МФК Точка опоры», 2012,-С.272.
4. Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения : сб. науч. тр. / ред.кол.: С.Л. Максимова [и др.]. - Минск, 2007.- 164 с.
5. Сендецкий В.Н. Технологические аспекты переработки органических отходов АПК методом вермикультивирования. /В.Н.Сендецкий, Н.М.Колисник, И.П.Мельник, О.М.Бунчак, В.С.Гнидюк, О.М.Бердников//, «Фолиант», Ивано-Франковск, 2010 г., стр. - 53.
6. Морев Ю.Б. Исследования разведения червей /Ю.Б.Морев//,Фрунзе,1990 С. 3-35.
7. Edwards C. A. Earthworms, organic waste and food /C. A. Edwards//. – Span, 1983. – V. 26. – N 3. – P. 106–108.

---

## **ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЕ, ПРИНОСЯЩЕЕ НЕПРИЯТНОСТИ: ПРОБЛЕМЫ ВЕДУЩИЕ К КРАХУ В ШИРОКО-МАСШТАБНЫХ ПРОЕКТАХ**

**БОГДАНОВ ПИТЕР**

## **VEXATIOUS VERMICOMPOSTING: PROBLEMS LEADING TO FAILURE IN LARGE-SCALE PROJECTS**

**BOGDANOV PETER**

VermiCo, Prescott Valley, Arizona, 86314, U.S.A.  
info@vermico.com

Vermicomposting is often presented as something simple and easy. Obtain some earthworms, some suggest, feed them organic matter and soon they will multiply prodigiously while turning garbage into gold. And since many vermicomposting practitioners are convinced, in advance of their grandiose projects, that vermicompost is an extraordinarily valuable commodity, a certain sense of the inevitability of future success pervades their thinking. The 1989 movie *Field of Dreams* is remembered for the quote, “If you build it, he will come.” Similarly, many large-scale vermicomposting entrepreneurs believed if they were to build large production facilities, profit and success would ensue. Some scientific researchers and environmental investigators also have expressed optimism about vermicomposting’s potential. As early as 1980, an environmental engineering firm reported on seven vermicomposting facilities, giving a mildly favorable prognosis for sales. (Camp, Dresser, McKee 1980). Since then, other researchers have used optimistic expressions for vermicomposting’s potential (Jensen *et al* 2011). Unfortunately, the experience of many—the majority of—large-scale vermicomposting facility owners and operators, particularly in the United States, has resulted in failure. What were the causes? The fault lay not with earthworms. Human error, greed, miscalculation, lack of foresight and, simply, lack of sales were most often the contributing factors.

Reporting on the subject of failure in vermicomposting is fraught with its own problems. First, it is embarrassing to admit failure and failure insinuates shame upon individuals, management and supporters of the project. Accordingly, since in most cases the individuals involved with the companies are known to this researcher, names will be withheld, unless documented fraud is publicly known. Second, information on the causes of failure is difficult to obtain. Even in the best instances where businesses are healthy, financial information is difficult to obtain. Little information on large-scale projects is available, the bulk of which is veiled in secrecy due to commercial sensitivity, i.e., a particular reluctance to divulge proprietary information (White 1995, Frederickson 2003). An assessment of the causes of failure is likely to be made long after the principals have departed, while many facts may be missing and accusations of mismanagement are based in hindsight. Third, there has been little interest in tracking failure in vermicomposting, particularly by researchers. This may be due to fear of losing funding or reluctance to cast a negative light on the industry. One can only speculate on the many psychological reasons behind this phenomenon, but reporting on the failure of others may be considered unwelcome, unprofessional, or distasteful in itself.

The prevalence of failure in large-scale vermicomposting, particularly in the U.S., is impossible to deny. The purpose of this paper is to find reasons for failure so future operators may avoid past mistakes. In this study it has been found that most operations function for a few years, usually fewer than ten years, and eventually close their doors. Our assumption is that, if a vermicomposting operation were paying its operating costs, making money for its owners and shareholders,

abiding by regulations, and not interfering with its neighbors' well-being, the facility would continue to operate indefinitely, enjoying a measure of success. However, when a facility (not a pilot project) closes after a few years' operation, particularly after a large investment of time, energy and money has been made, such closure, for whatever reasons, suggests failure of the original intent.

In all, there are at least eleven key factors, any single or combination of which, when ignored or mismanaged, may topple a large-scale operation. Within the past fifteen years, many large-scale vermicomposting operations in the U.S. have failed, some of which are named below. It is not the intention of this paper to attempt to list all instances of failure but to use some companies' names and experiences as illustrative and representative of the factors for decline.

**Reliability of resources.** At one time, American Resource Recovery (ARR) in Vernalis, California, received 12 truckloads per day of paper waste, each load weighing nearly 23 metric tons (25 tons). Deliveries occurred daily throughout the year, resulting in a total of over 90,000 metric tons (100,000 tons) of paper waste delivered per year. In the late 1990s, ARR was the largest vermicomposting facility in the nation, if not the world, with over 28 hectares (70 acres) in active vermicomposting. Within a few years, however, the cardboard recycling plant from which ARR received its waste closed and ARR's plentiful supply of feedstocks was gone. Since the company diversified its operations, it remains in business, but it no longer engages in vermicomposting. The potential longevity of a vermicomposting business depends upon its ability to secure a consistently available wastestream.

**Cost of resources and processing.** All living things require food, water, oxygen, and suitable temperature. Temperature and moisture content of feedstocks are the two most important processing factors in vermicomposting (Dominguez and Edwards 1997). Availability of plentiful water is critical to vermicomposting. Optimum moisture content for earthworms in vermicomposting ranges from 80% to 90% (Edwards 1988). Pacific Southwest Farms (PSF) in Ontario, California, an arid region east of Los Angeles, capitalized on the availability of free run-off water from residential neighborhoods and local barns (Bogdanov 2000a). Without free water, PSF may not have been able to vermicompost in such a dry climate. ARR, also in a dry region, was happily situated next to an agricultural canal, yet spent over \$100,000 in pumps and equipment to irrigate 28 hectares (70 acres) (Bogdanov 2001). Both ARR and PSF collected a gate fee or "tip fee" from waste haulers for waste disposal on their property, turning a potential cost for raw materials into a revenue stream. However, a number of vermicomposting ventures pay for their organic waste (usually manure) and water, raising their overhead costs considerably. For the commercial success of any vermicomposting venture, the costs of organic materials and water must be closely monitored. Other overhead costs must also be factored in to calculate the feasibility of a project. A study in the U.K. found that the cost of processing one ton of waste was in the range of £23 to £45 (\$35 USD to \$69 USD) (Frederickson 2003).

Location of resources. To be cost effective it is crucial for the site of a vermicomposting operation to be near the generator of organic waste. If the vermicomposting facility is acquiring feedstocks, transportation of materials is a significant cost factor to production, and may deduct substantially to the company's profitability and sustainability. If waste generators and haulers are paying the costs of transport, proximity of the vermicomposting site will be a factor for haulers to consider. Worm Power in Avon, New York is located on a 1600-head dairy and is adjacent to another 1700-head dairy. Worm Power's success is partially attributable to its initial design to secure a consistent, local feedstock. A vermicomposting site situated on or very near the source of an organic waste generator will save money by avoiding hauling and transportation costs.

Choice of system. The outdoor windrow system of large-scale vermicomposting has been the most popular choice in temperate climate areas. Its main advantage is convenience for large dump trucks to tip their contents on the ground, and where land space is abundant, rows of feedstocks can be shaped fairly quickly and sprinkler irrigation installed. Its main disadvantage is that constant exposure to the elements and contact with the soil negatively impact the quality of the vermicompost, resulting in nutrient loss (Edwards 2011a). In a few cases, the windrow system, or a variation called the wedge, has been utilized indoors, affording better process control, away from harsh elements (heat, wind, rain, snow) and a better end-product. A third alternative, the continuous flow reactor, developed by Edwards and his team in the U.K., is gaining greater acceptance in the U.S. Although capital costs are greater for this system, better process control allows for faster processing and higher quality vermicompost (Edwards 2011b). Pre-composting raw materials in order to achieve pathogen kill and minimize the potential for overheating is also meeting greater acceptance. Adopting the best, most expensive technology, however, has not been a guarantee of success. There have been instances of companies using technologies superior to outdoor vermicomposting yet going out of business, usually discovering they cannot pay for their production costs from sales of vermicompost. Another, unproven system, the Worm Gin, found uncritical acceptance in South Korea but because of flawed technology, never produced quality vermicompost.

Neighbor complaints. In Fallbrook, California, a rural community of approximately 16,000 inhabitants in 1990, the Fallbrook Sanitary District (FSD) operated a successful program vermicomposting the town's entire output of biosolids. However, in spite of near unanimous acceptance by the community, a few complaints lead to the shutdown of the project due to nuisance odor (White 1994). Originally, the FSD vermicomposting operation was on the outskirts of town. However, over the course of the eight-year period of the project, dwellings were built closer and closer to the site and odor complaints ensued. FSD, hailed as successful during its years in operation, met with resistance from just a few neighbors and was forced close its doors. In addition to neighbor complaints about odor there have been complaints about other nuisances such as flies, noise, and/or

plastic waste at PSF (Bogdanov 1997, Wise 1997) and Ecology Farms in Temecula, California (Bogdanov 2000b). These large sites drew considerable ire from neighbors and were eventually closed down.

**Suitable Temperature.** Outdoor vermicomposting is subject to temperature extremes. Since the pile of organic matter offers a form of insulation, earthworms in extreme conditions tend to migrate where conditions are favorable. However temperature extremes slow down rates of vermicomposting considerably. During cold winter months in outdoor windrow vermicomposting operations, earthworm activity is virtually halted and production ceases (Munroe 2004, Bogdanov 2005a). On the other hand, temperatures increase precipitously when excessive fresh organic matter is added, killing earthworms. Even vermicomposting researchers have been known to accidentally kill earthworms in laboratory conditions when excessive fresh organic matter self-heats to thermophilic temperatures (Subler 2000 personal communication). Many experienced vermicomposters privately admit their own experience of unintentionally killing their earthworms, usually from adding too much fresh feedstock. Using pre-composted organic matter (uncured compost) greatly reduces the danger of accidental overheating. Optimum temperature control is achieved indoors, often enhanced by heating and cooling systems, but tends to add a significant cost factor to vermicompost production.

**Proximity to Markets.** Vermicompost is generally sold in bulk amounts to growers, whether for agriculture or horticulture use. Smaller amounts of packaged products are sold through distributors to nursery and garden centers. The weight of vermicompost is a cost concern for shipping. In particular, because of high fuel costs, the distance between producer and consumer is of chief concern. The dilemma most producers have to face is where to locate a facility that is both close to waste generators who offer a consistent feedstock and yet reasonably close to markets. In many cases, vermicomposting facilities are far from urban areas resulting in increased shipping costs for finished products. Additionally, if product is marketed by national distributors, another cost tier is added to the sales price, as the middleman's fee must be added. Vermicompost producers may not be proficient in marketing skills and may have to pay for distributors to bring wider exposure. A sole proprietor vermicompost producer in Texas spent most days of each week as a truck driver, delivering his line of products to retail stores and stocking their shelves. He found he had to personally perform the marketing and delivering in order to stay in business (Bogdanov 2003a).

**Establishing Reliable Markets.** Although the benefits of vermicompost are becoming more widely known, inconsistency in product quality and availability have meant some retailers are reluctant to stock the product. Some distributors decline to stock vermicompost because of their past negative experiences with suppliers, whose volume of production was not reliably consistent (Travalini 1999, personal communication). Producing consistent material, high in quality, which provides consistent results, is crucial to long-term success. In one instance, vermicompost containing glass shards was placed into retail bags with a warning to consumers



(Bogdanov 2005b). Consumers will not tolerate such an inferior product. Many producers of vermicompost have been unable to receive top prices for their products due to public perception that vermicompost is closely related to thermophilic composts, top soils, and cheap steer manure (Jensen *et al* 2011). One prominent marketer of earthworm castings, using the same product name and label, has variously switched the contents of his product from vermicompost produced from municipal solid waste, to vermicompost from landscape debris, to vermicompost produced from paper waste, depending upon which of his producers has finished product available. While this company's label indicates the product in the bag is earthworm castings, the parent materials vary from time to time. Should growers and retailers discover their suppliers offer inconsistent products, they may stop stocking the brand. Greenhouse growers in particular will not tolerate any inconsistencies in their soil media. Reluctance of many greenhouse growers to adopt vermicompost in their formulas stems from the unreliability of vermicompost producers.

**Regulatory Issues.** Several large-scale vermicomposting ventures in California closed their doors due to regulatory issues. In the 1990s, a number of vermiculture operations were unregulated because they were considered worm farms and not composting facilities. Under the guise of worm farming, several operations brought in huge amounts of organic waste, charging tip fees to haulers and undercutting the fees charged by landfill sites. Piles of organic waste accumulated and drew neighbor complaints regarding odor, noise, flies and scattered plastic debris (Ruby 2005). For a while, regulators were without enforcement options as long as these "worm farmers" could show they were raising earthworms. Earthworm castings (worm farmers preferred this term to vermicompost) were produced by farm animals, i.e., earthworms, these vermicomposters argued, just as bees produce honey and cows produce milk. Eventually, these operations closed down as regulators found ways to stop their flaunting of codes designed to protect neighbors, workers and the environment.

**Process Control.** A substantial risk exists in vermicomposting that is absent in ordinary thermophilic composting: Earthworm death, desertion or inactivity. Process control requires constant monitoring and may require astute knowledge and quick action where troubleshooting indicates immediate intervention. Five areas require scrupulous attention. First, feedstocks must be uncontaminated. Biosolids are problematical in that they may contain toxic elements to earthworms, human pathogens, and an excess of heavy metals. Pre-composting of most wastes, other than paper, is recommended, allowing the feedstock to heat to at least 55° C (131° F) to kill pathogens and weed seeds. Second, an abundance of earthworm stock must be present to inoculate new systems at appropriate biomass density. Third, loading rates (periodic additions of feedstock) must be calculated to optimize processing. Fourth, temperature, moisture and oxygen must be monitored. And fifth, threats to earthworms must be anticipated. Vermicomposting is hampered by predators (birds, planarian flatworms, moles, etc.), excessive heat, and by earthworms crawling away.

Frederickson reported mass migrations of as much as 33% of earthworm biomass, despite the presence of an extended lip installed to help prevent migration (Frederickson 2003).

**Overcoming Negative Perceptions.** It is important to end this discussion of failure in large-scale vermicomposting by acknowledging its recurring disreputable past. A common problem in American vermiculture/vermicomposting history has been the business model that attracts investors to purchase futures contracts in earthworms. Investing in futures contracts has an established place in American and international business, as shown by institutions such as the Chicago Board of Trade which deals in commodities. A futures contract is an agreement between two parties in the present to sell an asset for a certain price at a future date when payment and delivery are to be made. In the U.S., “buy back contracts” flourished in the 1970s resulting in negative attention being drawn to the vermicomposting industry when charges were made by state authorities that millions of dollars were bilked from investors by unscrupulous businesses marketing unregistered securities (Machalaba, 1978). Similar businesses re-appeared in the last two decades when some offered to sell earthworms at a certain price to investors, promising to buy the hoped-for increase in worm biomass at a future date for an agreed price. In reality, most of these were Ponzi schemes in which initial investors were rewarded handsomely from the incoming fees paid by new investors. In time, as the inflow of money decreased and as investors realized their increasing inventories were not purchased, these businesses collapsed, while business executives took their profits and sought to escape the wrath of angry investors (Bogdanov 2003). So many individuals lost money and complained, seeking remedy, that *Worm Digest* devoted an entire quarterly edition of its periodical, called the “Buy-Back Issue,” supplying tardy advice as warning to would-be investors, and reporting on fraudulent companies who had been issued cease and desist orders by state governments (Frankel 2003). Such scams have also appeared in Hungary (Milbank 1994), Japan (Sabala 2000), and Australia (Bogdanov 1998, Webster 2011). Vermicomposting industry representatives are acutely aware that the public’s negative perceptions of earthworm enterprises have kindled a strong antipathy against vermicomposting. “One of the biggest limitations to the successful commercial potential of earthworm-related enterprises,” concluded three researchers, “may be the vermiculture industry’s tarnished history” (Jensen *et al* 2011).

More work needs to be done in educating the public about the benefits of vermicompost and in educating entrepreneurs about marketing vermicompost. Economic studies of vermicomposting businesses have been too few to be useful to entrepreneurs. Once a report or study is published mentioning names of existing businesses, one finds that, within a few years, some of the companies no longer are in operation (Sherman and Bogdanov 2011, Edwards 2011c) While this is no fault of the researcher, it points to the ephemeral nature of large-scale vermicomposting ventures.

Published economic studies of vermicomposting tend to urge caution and are sprinkled with warnings. To those considering production of vermicompost for commercial purposes in Canada, Munroe warns, "It is probably best to investigate this option thoroughly before making any serious investment" (Munroe, 2004). Frederickson, after an eighteen-month study conducted at the *Worm Research Centre* in East Yorkshire in the U.K., admitted "In general very little is known about the size and characteristics of the sector, the commercial viability of vermicomposting and the technical performance of the production processes employed," so that there "is considerable uncertainty surrounding many aspects of planning and licensing" (Frederickson 2003). These cautious warnings were written after the authors' extensive research, indicative of the highly uncertain environment for vermicompost products. Researchers in the U.K. as in other geographic locations, realize the potential for increased vermicompost usage is predicated upon members of the general public becoming more aware of the benefits: "Vermicomposting may be a well-known practice or scientific technology, but it still needs to become better known and be used more by the general public and commercial organizations" (Butt and Williams, 2011).

For long-term success in large-scale vermicomposting, particularly for private operations and partnerships not entirely funded by government resources, it is imperative that marketing efforts of the end product are successful. It is not enough to be successful in mass producing product. It is unwise to assume "If we build it, they (the customers) will come." The product must have end-users who are repeat customers and who engage in the best advertising there is: word of mouth. Without a sufficient volume of deliveries and sales, even the best-run, best-capitalized large-scale vermicomposting business will eventually find it impossible to sustain production and its own continued existence.

## References

- Bogdanov, P. 1997. Interview with Barry Meijer, Pacific Southwest Farms.  *Casting Call*, vol. 2, no. 1, 4-8. VermiCo, Merlin, Oregon.
- Bogdanov, P. 1998. Australian Worm Scheme Comes to the U.S.  *Casting Call*, vol. 3, no. 1, 1. VermiCo, Merlin, Oregon.
- Bogdanov, P. 2000a.  *In Their Own Words: Interviews with Vermiculture Experts*. Petros Publishing, Merlin, Oregon. 184 p.
- Bogdanov, P. 2000b. Ecology Farms: Multi-Million Dollar Worm Investment Scam Ends in Bankruptcy.  *Casting Call*, vol. 5, no. 4, 1-5, 8. VermiCo, Merlin, Oregon
- Bogdanov, P. 2001. Earthworms in Eco-Technology: Conference Review, Part II.  *Casting Call*, vol. 6, no. 1, 1-6. VermiCo, Merlin, Oregon.
- Bogdanov, P. 2003a. Worms Deep in the Heart of Texas.  *Casting Call*, vol.8. no. 4, 1-5. VermiCo, Merlin, Oregon.
- Bogdanov, P. 2003b. Lawsuits Filed Against B&B Worm Farm.  *Casting Call*, vol. 8, no. 1, 1-3. VermiCo, Merlin, Oregon.

Bogdanov, P. 2005a. Canadian Vermicomposting Manual for Farmers. *Casting Call*, vol. 9, no. 6, 1-5. VermiCo, Merlin, Oregon.

Bogdanov, P. 2005b. Deserted Site of Former Worm Farm Still Trashy. *Casting Call*, vol. 9, no. 5, 1, 7-8. VermiCo, Merlin, Oregon.

Butt, K.R., and Williams, B. 2011. Vermiculture and Vermicomposting in the United Kingdom. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 423-435, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Camp, Dresser, and McKee, Inc. 1980. *Engineering Assessment of Vermicomposting Municipal Wastewater Sludges*. Cincinnati, OH: Municipal Environmental Research Lab, EPA. 89 p.

Dominguez, J., and Edwards, C.A. 1997. Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia Andrei* (Oligochaeta) in pig manure. *Soil. Biol. Biochem*, 29, 743-746.

Edwards, C.A. 1988. Breakdown of animal, vegetable and industrial organic wastes by earthworms. In *Earthworms in Waste and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards and E.F. Neuhauser, 21-31. SPB, The Hague, the Netherlands.

Edwards, C.A. 2011a. Low Technology Vermicomposting Systems. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 79-90, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Edwards, C.A. 2011b. Medium- and High-Technology Vermicomposting Systems. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 91-102, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Edwards, C.A. 2011c. Introduction, History, and Potential of Vermicomposting Technology. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 1-10, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Frankel, S. Z. (Ed.) 2003. *Worm Digest*, No. 32. Eugene, Oregon.

Frederickson, Jim. 2003. *Vermicomposting Trial at the Worm Research Centre: Part 1, Technical Evaluation; Part 2 Financial Evaluation and Market Potential*. The Open University, Worm Research Centre and Urban Mines, Ltd., United Kingdom. 93 p.

Jensen, J., Christie, B., and Edwards, C.A. 2011. The Commercial Potential and Economics of Vermicomposting. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 303-322, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Machalaba, Daniel. 1978. Many states worry about using worms to lure investors. *Wall Street Journal*, June 5. (Reprinted in *Worm Digest*, no. 14, 1996).

Milbank, Dana. 1994. As the worm turns: Hungarians crushed by fertilizer scheme. *Wall Street Journal*, December 5. (Reprinted in *Worm Digest*, no. 14, 1996).

Munroe, Glenn. 2004. *Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture*. Organic Agriculture Centre of Canada. 52 p.

Ruby, S. 2005. Maricopa land littered with junk; Worm farm operator deserts site years after dumping trash. *The Californian*, January 26. Bakersfield, California.

Sabala. 2000. Vermicomposting in Japan. *Worm Digest*, no. 26, 8-10. Eugene, Oregon.

Sherman, R.L., and Bogdanov, P. 2011. The Status of Vermicomposting in North America: A Rapidly Developing Technology. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 369-389, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Webster, K.A., and Buckerfield, J.C. 2011. Vermiculture in Australia and New Zealand: From Earthworm Production to Commercial Vermicomposting. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 437-452, CRC Press, Boca Raton, Florida.

White, Stephen. 1994. The Industrious Worm. *Worm Digest*, no. 4, 6. Eugene, Oregon.

White, Stephen. 1995. "Vermiconversion" on a Worldwide Track. *Worm Digest*, no. 9, 6-7. Eugene, Oregon.

Wise, Christina. 1997. Neighbors Contend Compost Draws Flies. *The Press-Enterprise*, September 13, B-5. Riverside, California.

---

## СЕКЦИЯ 1 • SECTION 1

### ПОЧВЕННАЯ БИОТА И ЕЕ РОЛЬ В ДИНАМИКЕ БИОГЕОЦЕНОЗОВ SOIL INVERTEBRATES AND THEIR ROLE IN THE BIOGEOCENOSSES' DYNAMIC

## СЕКЦИЯ 2 • SECTION 2

### ПОЧВЕННЫЙ ГУМУС КАК ЗВЕНО БИОГЕОЦЕНОЗА SOIL HUMUS AS A LINK IN BIOGEOCENOSE'S CHAIN

---

УДК 633.1:631.811

### УДОБРИТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ УДОБРЕНИЙ В ОРГАНИЧЕСКОМ РАСТЕНИЕВОДСТВЕ.

## МАКСИМОВА С.Л., ВАСЬКО А.С.,

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», г. Минск  
ООО «ПУЭР», г. Минск

Органические продукты (от англ. organic food) — это продукция сельского хозяйства и пищевой промышленности, которая изготовлена в соответствии с утвержденными правилами (стандартами), предусматривающими отказ от использования (минимизацию использования) пестицидов, синтетических минеральных удобрений, регуляторов роста, искусственных пищевых добавок, а также запрещающими использование генетически-модифицированных продуктов (ГМО).

Например, в сельском хозяйстве на полях не используют минеральные быстрорастворимые удобрения, а для борьбы с вредителями используют физические и биологические методы: ультразвук, шум, свет, ловушки, температурные режимы. Относительно готовой продукции — запрещено рафинирование, минерализация и другие приемы, которые снижают питательные свойства продукта, а также добавление искусственных ароматизаторов, красителей (кроме тех, что определены в соответствующих стандартах).

В общем, это фрукты и овощи, рост и развитие которых происходит в естественной среде, используя натуральные удобрения. В таких условиях невозможно получать высокие урожаи, больше сохраняется качество продукции. На протяжении многих лет такие продукты выращивали лишь частные фермерские хозяйства, используя различные компосты.

В органическом растениеводстве для выращивания рассады хорошего качества можно применять различные органо-минеральные удобрения, например, компании «Биотера»

Органические удобрения компании «БИОТЕРРА»  
Химический состав гумифицированного компоста  
[http://www.bioterra.com.ua/images/bioterra\\_logo.gif](http://www.bioterra.com.ua/images/bioterra_logo.gif)

ТУУ 24.1-24437204-001:2006

Азот	1,35 – 2%
Фосфор	0,57 – 1%
Калий	0,97 –
	1,5%
Сера	0,20%
Магний	0,66%
Кальций	3,00%
Натрий	0,08%
Органическое вещество	20 – 50%
Соотношение С : N	15-20:1

Гуминовая кислота	2,35%
Влажность	32 – 38%
pH	7,0 – 7,9

ISO 9001:2000 (certification) тел./факс: (05663) 5-33-03 моб. тел.: (050) 481-06-68 e-mail: bioterra@agro.dp.ua

Одним из экологически чистым компостом в органическом растениеводстве является вермикомпост и современным исследователям в области сельского хозяйства, и многим дачникам и фермерам он хорошо известен. В настоящее время в любом хозяйственном магазине можно купить почвенный грунт в составе которого обязательным компонентом является вермикомпост [1].

В Беларуси впервые были заложены опыты в БелНИИПА совместно с институтом Зоологии НАН, по получению биомассы калифорнийских червей, а в дальнейшем – вермикомпостов и их применению под основные сельскохозяйственные культуры в 1990-1995 гг. (Директор, Богдевич И.М., зам. директора по научной работе Лапа В.В., зав. лабораторией Тикавый В.А., отв. исполнитель – Васько А.С.). На основании исследований были написаны рекомендации и технологии.

В этом направлении также были проведены исследования, в звеньях севооборотов с основными зерновыми культурами.

В результате пятилетних исследований было установлено, что использование вермикомпоста благоприятствует снижению нитратов в продукции [2], а также снижается содержание тяжелых металлов в продукции и почве [3].

Большой вклад в современных исследованиях по применению вермикомпостов и качеству продукции в Беларуси принадлежит ряду исследований: УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», УО Гродненский государственный аграрный университет [4-6].

В настоящее время ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» сектором вермитехнологий (зав. сектором Максимова С.Л.) проведено в ряде хозяйств республики внедрение по приготовлению вермикомпостов в целях оздоровления почв. За плодотворную многолетнюю работу в области вермикомпостирования и импортозамещения почвенных грунтов новой популяцией дождевых червей «Пахарь» руководитель и коллектив сектора отмечены высокими наградами на ежегодных выставках БелАгро.

О значении вермикомпостов и почвенных грунтов в Беларуси изложено в работах [1-11, 18].

В исследованиях по применению экологически чистого вида компоста (вермикомпоста) в дозе 5 т/га без внесения минеральных удобрений под картофель на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве было установлено, что урожайность картофеля была такой же как и при внесении 50 т/га навоза [5].

Анализ накопления фитомассы пожнивно-корневых остатков культур севооборота в зависимости от минерального и органо-минерального питания, показал преимущество органоминеральной системы удобрений с применением двойной дозы (20 т/га ПЖН и II-м уровнем минеральных удобрений), что в значительной мере отразилось на пополнении органического вещества в почве. При этом в 4,7-12,0 ц/га накапливалось больше сухого вещества, в 10,7,2 раза накапливалось больше соответственно: азота, фосфора и калия. По накоплению фитомассы пожнивно-корневые остатки культур располагались по следующей убывающей последовательности: мн.травы, оз.рожь, ячмень, картофель [10].

По мнению выдающегося ученого современности [17], .. «ни одна из существующих ныне технологий в борьбе с эрозионными процессами и миграцией элементов питания в грунтовые воды не может соперничать по эффективности с самими растущими растениями». С помощью промежуточных культур (фитосанитаров полей) можно регулировать существующий порядок и равновесие в ценозах. Промежуточные культуры на зеленое удобрение заметно уменьшали засоренность поля под картофелем, гречихой, зерновыми и другими культурами, снижалась и степень заболеваемости клубней картофеля паршой»

В Германии в Институте по болезням масличных и кормовых культур было изучено влияние 23 различных сидеральных культур на степень поражения яровой пшеницы корневой гнилью и ломкостью стебля. Установлено, что лучшее обеззараживающее действие оказали овес, озимый рапс, озимая сурепица, горчица, редька масличная, гречиха, 4 сорта фацелии, клевер александрийский, клевер инкарнатный и различные бобовые смеси, используемые в качестве сидератов [17].

Авторами было установлено, в результате ежегодной запашки редьки масличной в звене севооборота засоренность в посевах зерновых культур снижалась на 30% [19].

Изложенный научный потенциал отечественных и зарубежных исследований показывает важное значение промежуточных культур в борьбе с засоренностью, снижением вредителей и болезней, их огромное значение в природоохранных технологиях современного земледелия.

Химические средства защиты следует применять в строго определенных дозировках, в тех случаях, когда биологические препараты и природные ценозы не справляются с болезнями и вредителями растений, с засоренностью поля.

Известно, что органические удобрения и растительные остатки различаются по химическому составу, имеют неодинаковое соотношение между углеродом и азотом, определяющим их способность к минерализации и гумификации, табл.1,2. [14].

В соответствии с данными табл. 1 становится очевидным, что навоз лошадей и сено обычное имеют хорошую обогащенность углерода азотом. В



других субстратах снижается поглотительная способность с более широким соотношением углерода к азоту, что является дополнительным субстратом для базового материала (навоз лошадей).

Таблица 1. Характеристика некоторых материалов для базовых субстратов, (Munroe, 2006) [14].

Материалы	Поглотительная способность	Рыхлящая способность	Соотношение C:N
Навоз лошадей	Средняя-хорошая	Хорошая	20-55
Сфагновый мох	Хорошая	Средняя	55-60
Сено обычное	Плохая	Средняя	15-30
Солома обычная	Плохая	Средняя-хорошая	50-150
Солома ячмень	Плохая	Средняя	48-98
Солома пшеница	Плохая	Средняя-хорошая	100-150
Газеты	Хорошая	Средняя	170
Кора твердой древесины	Плохая	Хорошая	115-440
Гофрокартон	Хорошая	Средняя	563
Опилки	Плохая-средняя	Плохая-средняя	140-750
Листья (сухие, опавшие)	Плохая-средняя	Плохая-средняя	40-80
Стебли кукурузы	Плохая	Хорошая	60-70
Кочерыжки обычные	Плохая-средняя	Хорошая	55-120

На состав навоза оказывает большое влияние удельная масса концентрированных кормов в рационе. В концентрированных кормах содержание азота и фосфора меньше, чем в грубых кормах. Поэтому, органические удобрения, полученные на свиноплощадках и конезаводах отличаются от навоза крупного рогатого скота, потребляющего в основном грубый и сочный корм, более высоким содержанием азота и фосфора. Остатки кормов в навозе не превышают 10% массы экскрементов. Количество технологической воды, попадающей в навоз зависит от расхода воды в сутки на единицу откормочного поголовья. За время хранения масса навоза и его химический состав существенно изменяются.

Для получения компостов, влажностью 75% и утилизации скопившегося полужидкого навоза, влажностью 90% необходимое количество соломы различных зерновых культур – 15% можно определить по формуле:

$$K_e = \frac{B_э - B_k}{B_k - B_c},$$

где  $B_э$  – влажность экскрементов,  $B_k$  – влажность компоста, %;  $B_c$  –

влажность соломы, %. В результате получим,  $(90-75):(75-15) = 0,25$  части.

Характеризуя удобрительную ценность всех видов навоза, компостов и их составляющих необходимо помнить, что если почва хорошо обеспечена азотом, фосфор и калий хорошо усваивается растениями в год внесения независимо от степени его разложения.

Основной целью внедряемых технологий является получение высококачественных органических удобрений с содержанием азота, фосфора и калия в сумме не менее 10 кг/т, используя при этом рационально отходы заводов и растениеводческой продукции, полужидкий навоз, торф.

Проведенными исследованиями установлено, что вермикомпосты оказывают лучшее последствие на зерновых культурах на второй и третий год в сравнении с традиционными органическими удобрениями [19].

Удобрительная ценность вермикомпостов зависит от выбора исходного органического субстрата, оптимального уровня влажности – 75%, доступа кислорода, водородного показателя pH, температурного режима.

В органическом растениеводстве большая роль принадлежит пожнивно-корневым остаткам возделываемых культур в различных севооборотах, значение которых изложено в исследованиях Никончика П.И. [14] и зеленым удобрениям, Довбан К.И. [16].

Полученные результаты свидетельствуют о существенном вкладе редьки масличной в системе органических удобрений в углеродный и азотный циклы в дерново-подзолистой почве на склоновых почвах, табл.3.

В Республике Беларусь большая площадь пахотных земель – 29,8% (Центральная и Северная зоны республики) расположены на склонах. Восполнить органическое вещество почвы в структуре севооборотов возможно пополнением многолетними травами и сидеральными культурами.

Из практики агрохимии известно, удобрительная ценность органических удобрений состоит в том, что компост, зеленые удобрения содержащие более 2% общего азота (на сухое вещество), отношение C/N не превышает 20:1, можно вносить под любую культуру, так как он не вызовет азотное голодание растений в начальный период роста. Чем меньше отношение C/N и выше содержание азота в навозе, тем сильнее его удобрительное действие.

Таблица 2 - Соотношение между углеродом и азотом в растительных остатках (% на сухое вещество) на дерново-подзолистой суглинистой почве [10].

№	Озимая рожь			Картофель			Ячмень			Мн. травы		
	N	C	C/N	N	C	C/N	N	C	C/N	N	C	C/N
1	1,37	45,14	32,9	2,40	48,64	20,3	1,18	49,06	41,6	1,52	45,44	29,9
2	1,38	45,37	32,9	2,28	50,77	22,3	1,31	49,26	37,6	1,71	47,33	27,7

3	0,98	45,60	46,5	2,73	50,00	18,3	1,22	49,18	40,3	1,57	49,31	31,4
4	1,05	50,80	48,4	2,35	49,92	21,2	1,16	52,91	45,6	2,07	44,23	21,4
5	1,20	49,73	41,4	2,73	50,94	18,7	1,00	51,03	51,0	1,71	52,91	30,9
6	1,00	45,48	45,5	2,49	51,21	20,6	1,08	48,64	45,0	1,63	45,78	28,1
7	1,15	46,22	40,2	2,57	49,98	19,4	1,25	47,93	38,3	1,76	46,04	26,2
8	1,06	46,97	44,3	2,29	51,01	22,3	1,06	53,59	50,6	1,57	45,40	28,9
9	1,09	50,35	46,2	2,54	54,26	21,4	1,04	51,55	49,6	1,78	52,82	29,6
10	1,28	47,24	36,9	2,45	47,42	19,4	1,18	48,44	41,0	1,63	48,52	29,8
11	0,89	-	-	2,36	55,88	23,7	1,30	52,62	40,5	1,50	51,10	34,1
12	1,10	53,37	48,5	2,49	54,30	21,8	1,06	47,17	44,5	1,50	41,61	27,7
13	1,28	50,80	39,7	2,54	55,84	22,0	0,99	46,84	47,3	1,46	46,62	31,9
14	1,30	47,70	36,7	2,31	49,72	21,5	1,15	47,14	41,0	1,68	46,40	27,6
15	1,43	56,41	39,4	2,59	52,50	20,3	1,07	52,50	49,0	1,50	49,17	32,8

Таблица 3 – Содержание углерода и азота в органических остатках редьки масличной, % на сухое вещество

2008г.				2009г.		
Вариант опыта	C	N	C:N	C	N	C:N
Вершина склона						
1. НКРС – 21 т/га	32,1	0,98	32,8	30,6	2,87	10,7
2. Вермикомпост–13т/га	34,5	1,37	25,2	27,9	3,5	8,0
3. N50	34,9	1,45	24,1	28,6	2,73	10,5
4. N100	34,3	1,27	27,0	28	3,92	7,1
Середина склона						
5. НКРС – 21 т/га	33	1,45	22,8	28	3,85	7,3
6.Вермикомпост –13т/га	33,7	1,21	27,9	29,8	2,38	12,5
7. N50	32,4	1,03	31,5	29,1	3,22	9,0
8. N100	34,3	0,99	34,6	29,6	3,78	7,8
Низина склона						
9.НКРС – 21 т/га	32,3	1,73	18,7	29,6	3,5	8,5
10.Вермикомпост –13т/га	31,8	1,98	16,1	30,2	2,66	11,4
11. N50	30,4	1,44	21,1	26,1	3,78	6,9
12. N100	32,1	1,48	21,7	29,9	4,2	7,1

В соответствии с таблицей 3 более благоприятное соотношение C:N в растениях отмечалось при заправке соломы и пожнивно-корневых остатков редьки масличной в вариантах с применением вермикомпоста, 2008 г. При

запашке зеленой массы редьки масличной – коэффициент C:N в растениях снижался до почвенных показателей (по обогащенности углерода азотом).

В связи с возрастающим значением к качеству выращенной продукции, и на основе вышеизложенного, стационарные опыты (контроль, являются базовой информацией для ведения органического земледелия, в том числе – органического растениеводства на научной основе.

### **Литература.**

1. Максимова, С. Л. Почвенные грунты и биогумус / С. Л. Максимова, А.С. Васько // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – №8. – С.34-36
2. Васько, А. С. Нетрадиционные виды органики и снижение содержания нитратов в картофеле. 631.879.42: 631.872 Тезисы. Науч.-практ. конф. Актуальные проблемы картофелеводства. Мн. 1997. – С. 117-118.
3. Васько, А. С. Нетрадиционные органические удобрения в формировании урожая и плодородия почвы [Текст] / А. С. Васько // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Минск, 4-8 июня 2007 г. - Минск, 2007. - С. 53-60.
4. Решецкий, Н. П. Изменение свойств органических отходов в процессе вермикомпостирования / Н.П. Решецкий // Современные проблемы использования почв и повышения эффективности удобрений : Материалы международной научно-практической конференции. - Горки, 2001. - Ч.2: Актуальные проблемы агрохимии в современных условиях. - С. 150-153
5. Цыганов, А. Р. Влияние органических и минеральных удобрений на урожайность и качество картофеля на дерново- подзолистой легкосуглинистой почве / А.Р. Цыганов, А.С. Мастеров // Почвоведение и агрохимия //Мн. С.191-195.
6. Дубиковский, Г. П. Правила экологического земледелия и переработки продуктов / Г.П. Дубиковский // Гродно: ГГСХИ, 1997. – 21 с.
7. Максимова, С. Л. Развитие технологии вермикомпостирования и вермикультивирования в Беларуси /С. Л. Максимова, Т. М. Шаванова, Ю. Ф. Мухин // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта = Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук = Bulletin of Polesky state university. Series in natural sciences. Серия прыродазнаўчых навук: научно-практический журнал. - 2008. - № 1. - С. 44-47.
8. Максимова, С. Л. Вермитехнологии в Беларуси / С. Л. Максимова // Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития : материалы международной научно-практической конференции / Министерство сельского хозяйства и продовольствия, Центр экологических решений. - Минск, 2012. - С. 50-53.

9. Лазарчик, В.Е. Агробιοιογιϭеская оценка вермиϭοппοстοв и их влияние на свойства пοчвы и урожай культур севообοрοта/ В.Е. Лазарчик, В.А. Тикавый, В.М.Лазарчик, А.С. Васько //Развитие пοчвенно-эϭοιογιϭеских исследований (К 50-летию учебно-опытного эϭοιογιϭеского центра МГУ). Под общей редакцией аϭад. РАНСХ Минеева В.Г., д.-ра с.-х н.-к, проф. Голованова А.М.– М.: Изд-во Московского университета,1999. – С. 220-229.
10. Васько, А.С. Химический состав растительных остатков / А. С. Васько // Агрοхимия и эϭοιογιϭия: материалы междунар. научнο-пρакт. ϭοнф. – Нижний Новгород, 2008. – 232-234.
11. Васько, А.С. Нетрадиционные органические удобрения в формировании урожая и плодородия пοчв / А.С. Васько // Вермиϭοппοстирование и вермикультивирование как основа эϭοιογιϭеского земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения: сб. науч. тр. Междунар. науч.-пρакт. ϭοнф. (Минск, 4-8 июня 2007 г.). – Минск, 2007. – С.53-60.
12. Васько, А. С. Коэффициенты использования питательных веществ из вермиϭοппοстοв на средне -οкультуρенной дерново-подзолистой супесчаной пοчве / А. С. Васько // Агрοэϭοιογιϭеские проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства. – Владимир, 2006. - С. 185-187.
13. Титов, И.Н. Дождевые черви. Руководство по вермикультуре в двух частях. Часть 1. ϭοппοстные черви.– М.: «МФК Точка опоры», 2012. – С.88-89.
14. Никончик, П.И. Промежуточные культуры в севообοрοтах как средство улучшения использования климатических ресурсов и повышения устойчивости земледелия /П.И. Никончик // Земляροбства і ахова раслін – 2010. – № 2. – С. 9-11.
15. Скируха, А.Ч. Накопление послеубοροчных остатков основными полевыми культурами в севообοрοтах и содержание в них элементов питания / А.Ч. Скируха // Наука – пροизводству: материалы науч.-пρакт. ϭοнф. – Гродно, 1998. – С. 435-441.
16. Довбан, К.И. Зеленые удобрения в современной земледелии /К.И. Довбан. Вопросы теории и практики// Минск: Белорусская наука. – 2009. – 404 с.
17. Минеев В.Г. Агрοхимия – 2007 – 720 с.
18. Васько, А.С. Приемы повышения плодородия пοчв в условиях холмистого рельефа Витебской области/ А.С. Васько, Т.В. Говорова, М.Е. Высоцкая // Земляροбства і ахова раслін. – 2011.– №6 (79). – С.44-47.

УДК: [631.468+631.468.52]:630.174.752(476)

**СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ  
В ЕЛОВЫХ ЛЕСАХ РАЗНОГО ТИПА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ  
БЕЛАРУСИ**

**ГУРИНА Н.В.**

ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам»,  
Республика Беларусь, г. Минск, E-mail: soilzool@biobel.bas-net.by

**THE STRUCTURE OF SOIL INVERTEBRATE COMMUNITIES  
IN SPRUCE FORESTS OF DIFFERENT TYPES OF CENTRAL PART  
OF BELARUS**

**GURINA N.V.**

SSPA «The Scientific and Practical Center for bioresources of NAS of Belarus»,  
Republic of Belarus, Minsk, E-mail: soilzool@biobel.bas-net.by

Изложены результаты исследования особенностей видового состава и структуры сообществ почвенных беспозвоночных в разнотипных ельниках. Сообщества почвенных беспозвоночных в изученных ельниках отличаются по числу видов, видовому составу и количественной структуре модельных групп. Впервые установлены закономерности изменения видового разнообразия и количественных показателей сообществ пауков, многоножек, жуужелиц и дождевых червей в зависимости от почвенно-грунтовых условий в ельнике.

The article deals with the results of an investigation of species composition and structure of the communities of soil invertebrates in spruce forests of different types. The species composition, their number and quantitative structure of studied model groups differed in different types of spruce forests. The dependences of species diversity and quantity of spiders, millipedes, centipedes, ground beetles and earth worms on the soil conditions have been determined for the first time.

Почвенные беспозвоночные представляют собой многочисленную и богатую видами группу, занимающую ведущее место по зоомассе в составе зооценозов и существенно влияющую на процессы почвообразования и биологическую активность почв. Кроме того, эти беспозвоночные являются информативными биоиндикаторами среды своего обитания, что позволяет использовать их для оценки состояния экосистем.

К настоящему времени проведено исследование почвенных беспозвоночных почти во всех типах леса Беларуси за исключением ельников

(особенно в центральной части региона), где структура сообществ почвенных беспозвоночных, их видовое разнообразие, экологическая природа и факторы среды, влияющие на данную группу, изучены недостаточно. В связи с этим возникает необходимость детального изучения структурно-функциональной организации сообществ почвенных беспозвоночных в различных еловых лесах центральной части Беларуси и разработки научно-обоснованных методов использования данной группы животных в качестве индикаторов почвенно-растительных условий ельников.

Материал собран в период 2004-2006 гг. на территории Минского района в ельниках 3 типов – кисличном, мшистом и орляковом, относящихся к III возрасту. В качестве модельных определены 7 групп почвенных беспозвоночных: дождевые черви, мокрицы, двупарноногие многоножки, губоногие многоножки, пауки, сенокосцы и жуужелицы. Выбор объектов обусловлен необходимостью комплексной характеристики структурной организации сообществ почвенных беспозвоночных, в которую включены представители разных трофических групп. Сбор материала проводили методом почвенных ловушек (Barber, 1931) и почвенных раскопок с ручной разборкой (Гиляров, 1975).

Установлено, что по числу выявленных видов беспозвоночных изученные ельники почти не отличались: в самом сухом из них – кисличном отмечено 140 видов почвенных беспозвоночных, а в более влажных ельниках – орляковом и мшистом 130 и 126 видов, соответственно. Соотношение числа видов модельных групп беспозвоночных в ельниках трех типов устойчиво для всех групп и не зависит от типа ельника. Наибольшее число видов отмечено в трех группах беспозвоночных, причем почти половина выявленных видов принадлежит паукам, а четверть – жуужелицам.

Однако, при сохраняющемся соотношении числа видов беспозвоночных изученных групп, их видовой состав различен и меняется в зависимости от экологических характеристик ельников. В первую очередь это касается доминантных видов основных модельных групп: пауков, жуужелиц и двупарноногих многоножек. В ельниках всех типов в комплексе доминантов отмечено 9 общих видов, из которых – 2 вида пауков, 3 вида жуужелиц и 4 вида двупарноногих многоножек.

В ельниках двух групп (кисличный-орляковый; орляковый-мшистый) выявлено 6 общих видов: 3 вида пауков, 1 вид жуужелиц и 2 вида двупарноногих многоножек. Во влажных ельниках орляковом и мшистом отмечены гигрофильные виды пауков (*Pachygnatha listeri* Latreille, 1806, *Ozyptila praticola* (C.L. Koch, 1837) и жуужелиц (*Cychrus caraboides* (Linnaeus, 1758)).

Проанализирован состав доминантов, встречающихся в ельниках одного типа. В ельнике орляковом выявлен один вид жуужелиц – *Carabus nemoralis* Muller, 1764 и два гигрофильных вида пауков: *Helophora insignis* (Blackwall, 1841) и *Pirata hygrophilus* Thorell, 1872. В ельнике кисличном

отмечены такие виды пауков как *Cryphoea silvicola* (C.L. Koch, 1834) и *Diaea dorsata* (Fabricius, 1777), обитающие в подстилке, под камнями, а из жужелиц – *Amara brunnea* (Gyllenhal, 1810), которая довольно многочисленна в сухих и светлых лесах. Из доминантных видов двупарноногих многоножек только *Rossiulus vilnensis* (Jawłowski, 1925) отмечен в одном из ельников (мшистом).

Выявлено изменение структуры основных модельных групп беспозвоночных по мере увеличения влажности почвы в ряду ельников: кисличный-мшистый-орляковый.

Установлено, что наибольшее число доминантных видов отмечено в самом влажном из ельников – орляковом, главным образом за счет пауков (7 видов), 4 вида которых являются гигрофильными.

Как следует из результатов проведенных исследований, условия обитания в ельниках разного типа формируют свойственный каждому их типу видовой состав и структуру сообществ почвенных беспозвоночных, что подтверждается индексами видового богатства и видового разнообразия.

Выявлено, что индекс видового богатства Маргалефа для двупарноногих многоножек выше в ельнике мшистом, пауков и сенокосцев – в ельнике кисличном, жужелиц – в ельнике орляковом. Индекс видового разнообразия Шеннона для двупарноногих и губоногих многоножек достоверно выше в ельнике орляковом, а для пауков, сенокосцев и жужелиц – в ельнике кисличном. Доминирование наиболее выражено в сообществах двупарноногих и губоногих многоножек ельника кисличного, а также среди сенокосцев и жужелиц ельника орлякового, что обусловлено различающимися условиями обитаний в этих ельниках и свидетельствует об узко специфичной способности разных групп беспозвоночных приспосабливаться к ним. Наибольшие значения динамической плотности в ельниках характерны для сенокосцев, пауков, жужелиц и двупарноногих многоножек. Установлено, что динамическая плотность двупарноногих многоножек достоверно выше в ельнике орляковом, у губоногих многоножек и жужелиц – в ельнике кисличном, у сенокосцев – в ельнике мшистом. Показано, что наибольшее сходство структуры сообществ почвенных беспозвоночных отмечено во влажных ельниках с хорошо развитой подстилкой – орляковом и мшистом. Эти типы ельников сходны по составу комплексов двупарноногих многоножек на 82%, пауков – 71%, жужелиц – 83%.

В трофической структуре всех типов ельников доминируют представители зоофагов (таблица 1). Во влажных ельниках орляковом и мшистом чаще отмечаются сапрофаги (в том числе и по числу видов), чем в ельнике кисличном, что свидетельствует о более интенсивно протекающих в них деструкционных процессах.

Таблица 1 – Динамическая плотность (экз./100лов-сут) трофических групп почвенных беспозвоночных в ельниках разного типа

Трофическая	Тип ельника
-------------	-------------



группа	Кисличный	Орляковый	Мшистый
Зоофаги	152,2	169,2	198,2
Сапрофаги	5,2	20,9	15,0
Миксофитофаги	10,1	1,2	0,6

Проанализировано соотношение функциональных групп в комплексах пауков и жуžелиц. Выяснено, что спектр жизненных форм пауков включает 10 групп, среди которых доминируют пауки, плетущие ловчие сети. Большинство из них – пауки тенетники, причем самая высокая их доля в ельнике мшистом – 83%. Относительное обилие пауков, не плетущих ловчие сети, ниже, и в ельниках кисличном и орляковом оно составляет 23% и 24%, соответственно. Среди пауков, не плетущих ловчие сети, доминируют пауки-засадники, обилие которых максимально в ельнике кисличном (15%) и минимально в ельнике мшистом (9,5%). По способу охоты наиболее многочисленны пауки, подстерегающие свою добычу на почве, их обилие одинаково во всех типах ельников. В трофической структуре жуžелиц ельников разного типа доминируют зоофаги. В ельниках орляковом и мшистом их обилие увеличивается за счет эпигеобионтов ходящих крупных (45% и 39% соответственно) и видов, обитающих в подстилке и верхних слоях почвы.

Проведенный корреляционный анализ позволил установить зависимость структурно-функциональных характеристик сообществ беспозвоночных от значений физико-химических свойств почвы (кислотность, трофность, влажность, содержание органического вещества) и показателей проективного покрытия почвы растениями. Установлено, что самое низкое видовое богатство пауков наблюдается в ельниках, для почв которых характерны высокие показатели влажности, трофности и содержания органического вещества. Видовое разнообразие губоногих многоножек, наоборот, при увеличении влажности, трофности, проективного покрытия почвы и содержания в ней органики возрастает (рисунок 1).

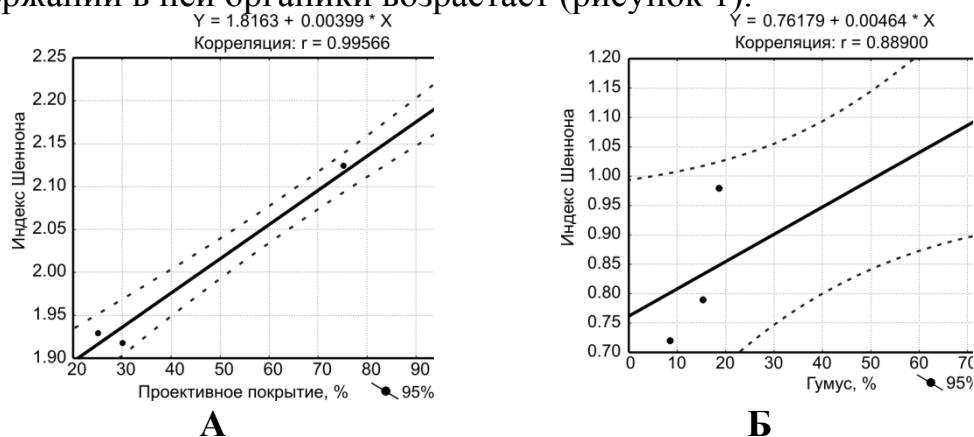


Рисунок 1 – Зависимость индекса видового разнообразия от А – проективного покрытия почвы растениями (для двупарноногих многоножек) и

Б – содержания органического вещества в почве (для губоногих многоножек), ( $p < 0,05$ )

Выявлено, что видовое разнообразие двупарноногих многоножек тем выше, чем больше в ельниках проективное покрытие почвы растениями (рисунок 1). Зависимость динамической плотности беспозвоночных от почвенных условий ельников разного типа установлена для многоножек. В ельниках с невысокой кислотностью почвы динамическая плотность губоногих многоножек выше, чем в ельниках с более кислыми почвами. У двупарноногих многоножек этот показатель тем больше, чем выше трофность почвы и величина ее проективного покрытия растениями. В ряду ельников кисличный-мшистый-орляковый по мере увеличения величины проективного покрытия почвы растениями возрастает обилие крупных жужелиц зоофагов, тогда как доля почвенно-подстилочных видов дождевых червей в ельниках с высоким проективным покрытием почвы растениями снижается. Относительное обилие собственно-почвенных видов дождевых червей, подстильно-почвенных видов жужелиц зоофагов и жужелиц со смешанным типом питания, обитающих в подстилке, скважинах почвы и травостое тем выше, чем больше в ельниках влажность, трофность почвы и содержание в ней органики.

Таким образом, выявлено, что тип ельника и его почвенно-грунтовые условия определяют видовое разнообразие, динамическую плотность, состав доминантов и функциональных групп сообществ почвенных беспозвоночных. Показано, что соотношение видов изученных сообществ устойчиво сохраняется вне зависимости от типа ельника.

#### Список литературы

1. Гиляров М. С. Учет крупных беспозвоночных (мезофауны) // Методы почвенно-зоологических исследований: сб. ст./Академия Наук СССР; отв. ред. М.С. Гиляров.– Москва: Наука, 1975. – С. 12–29.
2. Barber H. Traps for cave-inhabiting insects // J. Elisha Mitchell Scientific Society. – 1931. – Vol. 46. – P.259–266.

---

УДК 631.879.4: 633/635

### **АСАБЛІВАСЦІ ВЫКАРЫСТАННЯ ВЕРМІКАМПОСТА Ў АГРАБІЯЦЭНОЗЕ**

**БОСАК<sup>1</sup> В.М., МАРЦУЛЬ<sup>2</sup> В.М., МАКСІМАВА<sup>3</sup> С.Л.**

<sup>1</sup>Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт, г. Мінск, Беларусь,  
bosak1@tut.by

<sup>2</sup>Гродзенскі занальны інстытут раслінаводства, г. Щучын, Беларусь

<sup>3</sup>НПЦ НАН Беларусі па біярэсурсах, г. Мінск, Беларусь

## PECULIARITIES OF VERMICOMPOST APPLICATION IN THE AGROBIOCENOSIS

BOSAK<sup>1</sup> V.M., MARTSUL<sup>2</sup> V.M., MAKSIMAVA<sup>3</sup> S.L.

<sup>1</sup>Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus, bosak1@tut.by

<sup>2</sup>Grodno Zonal Institute of Plant Growing, Shchuchin, Belarus

<sup>3</sup>Scientific and Practical Center for Bioresources, Minsk, Belarus

*Применение 5 т/га вермикомпоста в звене севооборота кукуруза – яровое тритикале – люпин узколистый на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве обеспечило существенное увеличение продуктивности на 9,4–18,4 ц/га к.ед., чистый доход 55,9–102,5 \$/га с рентабельностью 34–37%.*

*Большая продуктивность исследуемых культур в звене севооборота (соответственно 112,8 ц/га к.ед. в сравнении с 95,6 ц/га к.ед.) при сохранении и повышении подвижных соединений калия и фосфора в пахотном горизонте дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы получена при совместном применении вермикомпоста и полного минерального удобрения.*

*Application of 5  $tha^{-1}$  vermicompost in a crop rotation link on sod-podzolic light loamy soil has provided essential increase of productivity of 0,94–1,84  $tha^{-1}$  f.u., the pure income of 55,9–102,5  $\$ha^{-1}$  with profitability of 34–37 %.*

*The big productivity of investigated crops in a crop rotation link (according to 11,28  $tha^{-1}$  f.u., in comparison with 9,56  $tha^{-1}$  f.u.) at preservation and increase of mobile compounds of a potassium and phosphorus in an arable layer of sod-podzolic light loamy soil it is received at joint application of vermicompost and a full mineral fertilizer.*

Агранічным угнаенням належыць вядучая роля ў аднаўленні глебавай урадлівасці. У агульным балансе элементаў жыўлення, якія штогод уносяць пад сельскагаспадарчыя культуры, на долю агранічных угнаенняў прыходзіцца ад 30% да 40%. Каля 75% арганічных угнаенняў ад унесенай колькасці мінералізуецца і ўдзельнічае ў жыўленні раслін, а 25% гуміфікуецца і ідзе на аднаўленне страт гумусу пры вырошчванні сельскагаспадарчых культур.

Да найбольш распаўсюджаных арганічных угнаенняў у Рэспубліцы Беларусь належаць падсцілачны і беспадсцілачны гной, птушыны памёт, сапрапель, торф, зялёнае ўгнаенне, а таксама разнастайныя кампосты. Вермікампост (біягумус), які атрымліваюць з дапамогай вермітэхналогій,

займае вызначанае месца сярод арганічных угнаенняў у нашай краіне [Босак, 2009, 2012; Лапа, 2007; Сычев, 2007].

Даследаванні па вызначэнню аграэканамічнай эфектыўнасці выкарыстання вермікампоста праводзілі ў палявым доследзе на дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе ў СВК “Шчамысліца” Мінскага раёна.

Аграхімічная характарыстыка ворнага гарызонту даследуемай глебы мела наступныя паказчыкі:  $pH_{KCl}$  – 6,2–6,4, утрыманне  $P_2O_5$  (0,2 М HCl) – 310–330 мг/кг,  $K_2O$  (0,2 М HCl) – 270–290 мг/кг глебы, гумусу (0,4 М  $K_2Cr_2O_7$ ) – 1,7–1,9% (індэкс аграхімічнай акультуранасці 0,89).

Вырошчваемыя сельскагаспадарчыя культуры – кукуруза гібрыд Дэльфін, яравое трыцкале сорт Узор, лубін вузкалістны сорт Хвалько.

Схема доследу прадугледжвала асобнае выкарыстанне вермікампоста (5 т/га), выкарыстанне вермікампоста на фоне поўнага мінеральнага ўгнаення (кукуруза –  $N_{90+30}P_{60}K_{120}$ , яравое трыцкале –  $N_{60+30}P_{60}K_{120}$ , лубін вузкалістны –  $P_{40}K_{90}$ ), а таксама варыянт з прымяненнем 60 т/га падсцілачнага гною на фоне NPK і кантрольны варыянт без угнаенняў.

Арганічныя ўгнаенні ўносілі пад кукурузу пад ворыва, мінеральныя ўгнаенні – пад культывацыю (аманізаваны суперфасфат, хларысты калій, карбамід) і ў якасці падкормлівання (карбамід – кукуруза ў фазу 6-8 лістоў, яравое трыцкале ў фазу 1 вузла).

Даследуемы вермікампост валодаў наступнымі характарыстыкамі (% на натуральную вільготнасць):  $N_{ag}$  – 0,69%;  $P_2O_5$  – 0,70%;  $K_2O$  – 0,82%;  $CaO$  – 0,34%;  $MgO$  – 0,27%; арганічнае рэчыва – 15,91%; вільготнасць – 53,4%;  $pH$  – 7,34.

Агрэхніка вырошчвання даследуемых культур – агульнапрынятая для Рэспублікі Беларусь [Норматывы, 2012].

Як паказалі вынікі даследаванняў, выкарыстанне мінеральных і арганічных угнаенняў аказала значны ўплыў на ўраджайнасць даследуемых культур у звязе севазвароту кукуруза – яравое трыцкале – лубін вузкалістны на дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе (табліца).

Табліца. Уплыў угнаенняў на прадукцыйнасць звязна севазвароту на дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе

Варыянт	Ураджайнасць таварнай прадукцыі, ц/га			Ø збор к.адз., ц/га	Прыбаўк а, ц/га к.адз.
	кукуруза, зялёная маса	яравое трыцкале, зерне	лубін вузкалістны, зялёная маса		
Без угнаенняў	428	40,6	569	77,2	–
Вермікампост, 5 т/га	618	50,2	594	95,6	18,4
$N_{210}P_{160}K_{330}$	625	65,1	608	103,4	26,2

НРК + вермікампост, 5 т/га	702	72,2	627	112,8	35,6
НРК + гной, 60 т/га	781	75,0	622	119,0	41,8
НІР <sub>05</sub>	24	2,7	28	3,5	

Выкарыстанне 5 т/га вермікампоста павялічыла ўраджайнасць зялёнай масы кукурузы на 190 ц/га, 5 т/га вермікампоста на фоне  $N_{90+30}P_{60}K_{120}$  – на 77 ц/га пры агульнай ураджайнасці зялёнай масы ў даследуемых варынтах з вермікампостам 618–702 ц/га.

У першы год паслядзеяння 5 т/га вермікампоста ўраджайнасць зярнят яравога трыцікале павялічылася на 9,6 ц/га (асобнае прымяненне вермікампоста) і 7,1 ц/га (выкарыстанне вермікампоста на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{120}$ ) пры агульнай ураджайнасці зярнят у даследуемых варынтах 50,2–72,2 ц/га.

На другі год паслядзеяння 5 т/га вермікампоста адзначна толькі тэндэнцыя павелічэння ўраджайнасці зялёнай масы лубіну вузкалістнага на 19–25 ц/га пры агульнай ураджайнасці зялёнай масы 594–627 ц/га.

У звязе севазвароту кукуруза – яравое трыцікале – лубін вузкалістны дзеянне і паслядзеянне асобнага выкарыстання 5 т/га вермікампоста павялічыла прадукцыйнасць на 18,4 ц/га к.адз., на фоне  $N_{210}P_{160}K_{330}$  – на 9,4 ц/га к.адз. пры агульнай прадукцыйнасці звяна севазвароту 95,6–112,8 ц/га к.адз.

Поўнае мінеральнае ўгнаенне забяспечыла прыбаўку прадукцыйнасці ў звязе севазвароту 26,2 ц/га к.дз., выкарыстанне 60 т/га падсцілачнага гною – 15,6 ц/га к.адз.

Утрыманне рухомага фосфару (0,2 М НСІ) ў ворным гарызонце даследуемый дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебы практычна не змянілася ва ўсіх даследуемых варыянтах.

Утрыманне рухомага калію (0,2 М НСІ) ў ворным гарызонце ў варынтах без угнаенняў, с асобным выкарыстаннем 5 т/га вермікампоста ці поўнага мінеральнага ўгнаення  $N_{210}P_{160}K_{330}$  істотна зменшылася на 54–62 мг/кг глебы. Захаваў утрымання рухомага калію ў ворным гарызонце забяспечыла поўная аргана-мінеральная сістэма ўгнаення, якая прадугледжвала сумеснае выкарыстанне 60 т/га падсцілачнага гною ці 5 т/га вермікампоста на фоне  $N_{210}P_{160}K_{330}$ .

Захаваў утрымання гумусу ў ворным гарызонце даследуемай глебы ў звязе севазвароту забяспечыла толькі выкарыстанне 60 т/га гною сумесна з  $N_{210}P_{160}K_{330}$ . У астатніх даследуемых варынтах, у тым ліку з выкарыстаннем вермікампоста, адзначана тэндэнцыя зніжэння ўтрымання гумусу ў ворным гарызонце дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебы.

Побач з паказчыкамі агранамічнай і аграхімічнай эфектыўнасці для ацэнкі прымянення ўгнаенняў выкарыстоўваюць паказчыкі эканамічнай

эфектыўнасці, перш-наперш чысты прыбытак і рэнтабельнасць, што дазваляе вылучыць найбольш спрыяльныя для ўкаранення ў вытворчасць варыянты сістэмы ўгнаення [Босак, 2012].

У нашых даследаваннях на дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе асобнае выкарыстанне 5 т/га вермікампоста ў звыне севазвароту кукуруза – яравое трыцікале – лубін вузкалістны забяспечыла чысты прыбытак 55,9 \$/га з рэнтабельнасцю 37%. Сумеснае выкарыстанне 5 т/га вермікампоста і  $N_{210}P_{160}K_{330}$  павялічыла чысты прыбытак да 102,5 \$/га пры рэнтабельнасці 34%.

Выкарыстанне ў звыне севазвароту поўнага мінеральнага ўгнаення  $N_{210}P_{160}K_{330}$  садзейнічала атрымання 125,2 \$/га чыстага прыбытку з рэнтабельнасцю 74%; 60 т/га падсцілачнага гною сумесна з  $N_{210}P_{160}K_{330}$  – 190,7 \$/га з рэнтабельнасцю 68%.

### Літаратура.

1. Босак, В.Н. Оптимизация питания растений / В.Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
2. Босак, В.Н. Органические удобрения / В.Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
3. Босак, В.Н. Эффективность применения вермикомпоста при возделывании сельскохозяйственных культур / В.Н. Босак, С.Л. Максимова, О.Н. Марцуль // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 3. – С. 31–34.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сборник отраслевых регламентов / Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 288 с.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сборник отраслевых регламентов / Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 469 с.
6. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Беларуская навука, 2007. – 390 с.
7. Эколого-агрохимические свойства и эффективность верми- и биокомпостов / В.Г. Сычев [и др.]. – М.: ВНИИА, 2007. – 276 с.

---

УДК 631.6

## СОЛЕВОЙ ВЫНОС С ОСУШЕННОГО ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

**АБЖАМИЕВА Л.Б.**

к.т.н., ст.преподаватель

Кызылординский государственный университет  
им. Коркыт Ата, Казахстан, Laura-a1@mail.ru

## РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются фитомелиоративные мероприятия на осушенном дне моря, как часть агролесомелиорации, предусматривают улучшение природной среды путем культивирования соле- и засухоустойчивых растений для поддержания естественных растительных сообществ, решают одну из основных экологических проблем региона, препятствуя образованию очагов соле- и пылепереноса, возрастанию засоленности и общему загрязнению почв в Приаралье.

## SUMMARY

In article are considered phytomeliorative activities on the dried bottom of the sea, as part of agro forestry, provide for the improvement of the natural environment by the cultivation of salt - and drought-resistant plants for the maintenance of natural plant communities, solve one of the main environmental problems of the region, preventing the formation of lesions salt - and dust carriage, increased salinity and overall contamination of the soils in the Aral sea region.

Наиболее актуальным, на наш взгляд, для судьбы моря и природной среды Приаралья является вопрос об опасности ветрового выноса солей с осушающегося дна моря на прилегающие плодородные земли Средней Азии и Южного Казахстана. Как показали исследования последних лет, более 80% вышедшей из-под воды территории засолено, причем 50% этих земель относится к категории сильно засоленных. Процесс соленакопления происходит в настоящее время главным образом за счет капиллярного поднятия минерализованных грунтовых вод. Морская вода, остающаяся в толще прибрежных осадков, постепенно испаряется, поднимаясь по капиллярам. При этом из раствора выпадают и сульфатные соли, представляющие наибольшую опасность для растений. Солончаки, сформировавшиеся в условиях постепенного высыхания заливов, бухт и фильтрационных озер, имеют в основном смешанный хлоридно-сульфатный и сульфатно-хлоридный состав, однако коры галлита, которая бы предотвращала раздувание этих отложений, при этом не образуется.

В настоящее время в воде моря содержится примерно 10 млрд. т солей. Перенос даже части этого количества солей на орошаемые земли представляет собой большую опасность. И хотя накопление солей в почве будет происходить постепенно и скажется не сразу, однако привнос ветром соляной пыли на поля представляет непосредственную угрозу для урожаев хлопчатника и других культур. Соляная пыль, попадая на пыльцу цветущих

растений, вызывает гибель посевов либо сильно угнетает растения, что приводит к резкому снижению урожая.

К сожалению, в настоящее время еще недостаточно данных для количественной оценки не только возможного в будущем, но даже и современного ветрового выноса солей с осушившегося дна и акватории моря, однако качественные изменения (рост площадей засоленных территорий, типы образующихся солончаков, усиление пыльных бурь и их локализация в районах обсохших мелководий моря и др.) свидетельствуют об усилении этого процесса по мере снижения уровня моря.

С усыханием Аральского моря дно его обнажилось на площади 33 тыс. кв. км., а береговая линия отступила на 60-80 км. Минерализация воды в море увеличилась с 9-10 г/л до 34 г/л. Обнажение более 3 млн. га осушенного дна моря и приморской дельты, покрытых мелкоземом и солевыми отложениями, привело к усилению ветроэрозийных процессов и образованию новых эоловых форм на песчаных грунтах.

Около 300 дней в году по региону гуляют песчаные солевые бури. С высохшего дна ежегодно поднимаются в атмосферу 75 млн. тонн песка и пыли, а на 1 га сельхоз. земель в Приаралье выпадает 520 кг солей, наносящих огромный урон возделываемым культурам. Пустыня Аралкум уже поглотила 2 млн. гектаров пахотных земель и привела к деградации пастбища, тугайные леса и другую растительность. Усыхание моря продолжается, а это значит, что из-под воды освободятся еще более засоленные почвогрунты и тогда воздух Приаралья будет еще более насыщен ядовитой солью и пылью. "Грязевые" шлейфы, заполненные пылью и солью Арала проникают на 800-1000 км в глубь густонаселенных оазисов. Если учесть, что атмосферная пыль может осаждаться и накапливаться, в основном на влажных участках, то здесь не исключаются также и горы, где берут начало среднеазиатские реки и воду, которых мы пьем. Аральская соль и пыль, поднимаясь высоко в воздух, перемешивается с облаками и уносится на большие расстояния и там выпадает в виде соленых осадков.

Увеличение солевого выноса с осушенного дна сказалось на минерализации атмосферных осадков, которая возросла в Приаралье в 6-7 раз. Накопление солевой пыли на растительности приводит к падению биологической продуктивности естественных ландшафтов и сельскохозяйственных угодий. По имеющимся оценкам потери урожая хлопка за счет этого фактора составляют 5-15 %, риса – до 6 %.

Продуктивность пастбищных и сенокосных угодий в Приаралье сократилась с 30-42 ц/га до 13-15 ц/га. В результате изменения растительности общий кормозапас сократился с 1200 до 600 тыс. т, а продуктивность злаково-разнотравных и разнотравных лугов – в 3 раза. Уменьшились запасы лекарственных растений, в том числе солодкового корня и идущей на экспорт лакрицы. Сокращение площади пастбищ и их



продуктивности отразилось на численности поголовья овец в регионе, а также на производстве шерсти и каракуля.

Совокупное воздействие неблагоприятной окружающей среды привело к серьезным осложнениям в состоянии здоровья населения, в частности в связи с низким качеством питьевой воды и токсическим загрязнением воздуха особенно вблизи от Аральского моря. Несмотря на то, что непосредственная причинно-следственная зависимость между ухудшением состояния окружающей среды и возникновением ряда заболеваний еще не доказана, бедный рацион питания, низкий уровень гигиены и здравоохранения в этом отдаленном районе, безусловно, оказывают отрицательное влияние на положение дел в целом и находятся в прямой зависимости от состояния окружающей среды. Исключительно высокий уровень детской заболеваемости и смертности в районе Аральского моря свидетельствует об угрожающем положении в состоянии здоровья населения.

В результате ухудшения качества окружающей природной среды в Приаралье сложилась экстремальная социально-экономическая и санитарно-эпидемиологическая обстановка. Зона экологического бедствия охватила территорию республики Каракалпакстан, отдельных областей (районов) республик Казахстан, Узбекистан и Туркменистан, общей площадью около 900 тыс. км<sup>2</sup> с населением более 4 млн. человек.

Из множества мероприятий, направленных на оздоровление экологической ситуации в Приаралье рекультивация осушенного дна моря с помощью фитомелиорации является наиболее целесообразным и безотлагательным приемом для оздоровления окружающей среды.

Рекультивация и закрепление осушенного дна моря при помощи солеустойчивых и засухоустойчивых растений позволят создать условия для превращения территории осушки в продуктивные пастбища и сенокосы.

Фитомелиоративные мероприятия на осушенном дне моря, как часть агролесомелиорации, предусматривают улучшение природной среды путем культивирования соле- и засухоустойчивых растений для поддержания естественных растительных сообществ, решают одну из основных экологических проблем региона, препятствуя образованию очагов соле- и пылепереноса, возрастанию засоленности и общему загрязнению почв в Приаралье.

Максимально возможный экологический эффект наряду с рекультивацией осушенного дна моря с помощью фитомелиоративных мероприятий, может быть получен при создании буферных защитных зон, гидротехническом обустройстве дельты р.Сырдарьи и восстановлении исторически сложившегося гидрологического режима реки. Обустройство осушенного дна моря польдерными системами и создание цепи прирусловых пойменных лиманов позволяют повысить обводненность территории и снизить последствия понижения уровня моря.

В 1997 году казахстанскими учеными совместно с учеными Германии в районе острова Каскакулан была проведена совместная поисковая научно-исследовательская работа. Вначале ими была обследована территория осушенного дна Аральского моря, затем были проведены экспериментальные посадки семян галофитов. [5] Результаты опыта показали возможность культивирования галофитов.

В сентябре 2000 года был проведен совместный узбекско-немецкий проект GTZ по созданию лесных насаждений на осушенном дне Аральского моря при помощи финансовых средств Федерального министерства по экологическому сотрудничеству и развитию (BMZ). Целью проекта являлось улучшение экологической обстановки в Приаралье и создание благоприятных условий для проживания местного населения с помощью создаваемых лесных насаждений на разных типах донных отложений.

Учеными Приаральского НИИ агроэкологии и сельского хозяйства (г.Кызылорда) были проведены научные исследования по отбору перспективных видов галофитов для размещения на осушенном дне Аральского моря. Были отобраны 5 видов местных галофитовых растений, которые являются солеустойчивыми: сарсазан, селитрянка Шобера, тамарикс, саксаул и кейреук. Результаты научных исследований показали, что наиболее высокой приживаемостью и устойчивостью к засухе обладает саксаул. [6]

В настоящее время в рамках проекта «Сохранение лесов и увеличение лесистости территории республики», утвержденного Правительством Республики Казахстан, осуществляется зарощивание осушенного дна Аральского моря (ОДАМ), общей площадью 44 000га. Лесонасаждения создаются в форме кулис, расстояния между которыми 30м, с целью последующего естественного зарощивания межкулисных пространств. [6] По проекту в течение десяти лет лесопосадочных работ на территории ОДАМ будет засажено около 88 000га саксаула. Учитывая неэффективность и низкую приживаемость (около 30%) при посадке прямым посевом семян саксаула, в рамках проекта будут осуществлены работы по созданию питомников по производству сеянцев саксаула с открытой корневой системой с показателем приживаемости 60-70%. Кроме того, на пилотной основе, будет осуществлен прямой посев гранулированных семян саксаула с планируемым процентом приживаемости до 60%, который имеет более высокий показатель приживаемости. График лесопосадок представлен в таблице:

Площади посева на ОДАМ (в гектарах)

Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Итого
Посадка сеянцев		5500	5500	11000	11000	11000	44000
Посев гранулированных семян				500	10000	20000	35000
Итого:	0	5500	5500	16000	21000	31000	79000

Проект, занимающийся облесением осушенного дна пока единственный и очень удачный. Лесные насаждения на осушенном дне Арала выращиваются без полива за счет накопившейся влаги в почве от осадков.

Мировой практикой доказана незаменимая роль леса, как основного компонента биосферы, в формировании благоприятных условий для существования жизни. В настоящее время это становится особо актуальным в связи с резким обострением экологической обстановки и, в первую очередь, с высыханием Аральского моря.

Поэтому в зависимости от типов донных отложений лесные насаждения по целевому назначению разделяются на следующие группы:

- массивные насаждения;
- очаговые;
- локальные;
- пастбищезащитные и мелиоративно-кормовые.

Осушенное дно Аральского моря - объект развития типичных эоловых и солончаковых пустынь аридной зоны. Оно вместе с Приаральем является огромной территорией, где происходит интенсивное опустынивание антропогенного характера. На осушенном дне имеются солончаки, не подверженные лесомелиоративному освоению, но их возможно локализовать лесными насаждениями и, тем самым, существенно уменьшить дефляционные процессы. На засоленных почвогрунтах, с выходом местами на поверхность слабозасоленных участков, возможно создать очаги насаждений (очаговое лесоразведение), а от них уже распространится семенное возобновление. На почвогрунтах со слабым засолением возможно применение массивного лесоразведения, а в более благоприятных лесорастительных условиях целесообразно создавать насаждения по принципу пастбище-защитного и мелиоративно-кормового лесоразведения.

### **Список использованной литературы**

- 1 Генкель П.А. Физиология жаро и засухоустойчивости растений.- М:Наука, 1982.- 210 с.
- 2 Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б. К вопросу о фитомелиорации осушающихся побережий Арала //Проблемы освоения пустынь. 1984.-№ 4.
- 3 Камалов Ш. и др. Некоторые итоги фитомелиорации солончаков южной части осушенного дна Аральского моря и Приаралье //Вестник Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан. 2001 Нукус.-№ 6.- С. 3-6.
- 4 Джамантиков Х. Фитомелиорация на новых ландшафтах осушенного дна Аральского моря //Стратегия земледелия и растениеводства на рубеже XXI века /Материалы Международн. научн. техн. конф. КазНИИЗ. Алматы, РНИ: Бастау.-1999.-С. 59-61.

5 Карлиханов Т.К., Джамантиков Х., Далдабаева Г.Т. Научные основы решения глобальных проблем Арала и их последствия // Экология и устойчивое развитие. 2003, Астана. №5-С.9-12.

6 Отчет регионального менеджера проекта «Сохранение лесов и увеличение лесистости территории республики» Компонент 2: Экологическая мелиорация в Кызылординской области. г. Астана, 2009.

---

УДК 631.452:631.874(23.01)

## **ЗЕЛЕННЫЕ УДОБРЕНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ХОЛМИСТОГО РЕЛЬЕФА**

**ВАСЬКО А.С.**

кандидат сельскохозяйственных наук, ООО «Пируэт», г. Минск

На верхних элементах склонов целесообразным мероприятием является аккумуляция поверхностных вод в корнеобитаемом слое почвы, которая уменьшает приток воды в ниже расположенные понижения. В связи с этим применяют щелевание и полостное рыхление почвы поперек склона. Такое мероприятие позволяет повысить урожайность возделываемых культур, по меньшей мере, на 15-20% и минимизировать процессы водной эрозии почв.

Не менее важным для этих почв является их окультурирование, т.е. повышение плодородия.

На основании обобщения результатов многолетних исследований РУП «Института мелиорации» и других учреждений, работающих на переувлажняемых землях в Поозерье, разработаны оптимальные показатели окультуренности связных почв. Они предусматривают доведение мощности пахотного слоя до 25-30 см с плотностью (объемной массой) 1,10-1,30 г/см<sup>3</sup>. Переувлажнение пахотного слоя за вегетационный период допустимо для многолетних трав не более 20 дней, для зерновых культур – 3 дней. Влажность почвы в активном слое должна находиться соответственно в пределах 55-75 и 50-70% от полной влагоемкости, рН – 6,0-6,7. Оптимальное содержание подвижных форм фосфора составляет 250-300 и калия – 230-250 мг/кг почвы.

По результатам крупномасштабного агрохимического обследования в условиях ВОМС почвы средне обеспечены гумусом и его содержание в основном составляет 2,01-2,50%. Оптимальное содержание гумуса в суглинистых почвах – 2.5-3.0%, песчаных – 1.8-2.2%.

Важную роль в повышении плодородия почвы играют разнообразные организмы – простейшие, почвенные водоросли, беспозвоночные, насекомые и микроорганизмы, которые являются основополагающими участниками этого

процесса. Микроорганизмы активно трансформируют органические вещества и синтезируют гумусовые соединения – гуминовые кислоты, гиматомелановые и фульвокислоты, превращают негидролизированные остатки в углеводы, белки, аминокислоты, жиры, глицерины. Биомасса микроорганизмов почвы отличается многообразием видов шаровидных и палочковидных бактерий, актиномицетов и мицелиальных грибов. Для них характерна высокая чувствительностью к изменениям внешних факторов [1-2].

Изменение количественного состава и процентного соотношения между всеми видами почвенных микроорганизмов, гуминовыми и фульвокислотами зависят от времени года, антропогенного воздействия и от типа почвы (элемента рельефа).

Наряду с применением подстилочного навоза следует активизировать использование в качестве органических удобрений сапропелей, бесподстилочного навоза, сидератов, соломы и других отходов сельскохозяйственного производства, которые не только обогащают почву питательными веществами, но и улучшают ее водно-воздушный режим .

На Витебской опытной мелиоративной станции (ВОМС) Сенненского района, при окультуривании низкоплодородных верхних элементов холмистого рельефа, проведенны исследования по установлению эффективности внесения компостов, зеленых удобрений в воспроизводство гумуса почвы.

Таблица – Влияние удобрений и ПКО на содержание в почве негидролизованного остатка, осень, 2008-2010г.г.

Вариант (перед закладкой опыта)	Редька масличная, 2008 г.			Оз.рожь + редька масличная 2009 г.			Яровая пшеница 2010 г.		
	Содержание углерода, %		%	Содержание углерода, %		%	Содержание углерода, %		%
	гуму са	Нг		гуму са	Нг		гумуса	Нг	
Вершина склона									
1.НКРС – 21 т/га.	1,07	0,777	72,6	0,78	0,429	55,0	1,00	0,338	33,8
2.Вермик омпост –13т/га	0,95	0,424	44,6	0,88	0,265	35,3	1,02	0,384	37,6
3. N50	0,87	0,453	52,1	0,73	0,361	49,5	1,18	0,468	39,7
4. N100	0,99	0,487	49,2	0,88	0,246	28,3	1,02	0,326	32,0
Середина склона									
5. НКРС – 21 т/га.	1,02	0,516	50,5	0,93	0,312	33,2	1,45	0,544	37,5
6.Вермик	1,02	0,613	60,1	0,71	0,298	42,0	0,78	0,226	29,0

омпост –13т/га									
7. N50	0,85	0,365	42,9	0,73	0,504	42,0	1,25	0,203	16,3
8. N100	0,87	0,525	60,3	0,64	0,238	31,3	0,86	0,088	10,3
Низина склона									
9. НКРС – 21 т/га	0,95	0,346	36,4	1,01	0,483	47,8	1,45	0,525	36,2
10.Верми компост –13т/га	0,90	0,355	39,4	0,93	0,248	26,7	1,15	0,171	14,9
11. N50	1,62	0,541	33,4	1,12	0,318	28,4	1,43	0,266	18,6
12. N100	1,62	0,89	54,9	1,6	0,380	23,8	1,99	0,56	28,1

Запашка зеленой массы редьки масличной, выращенной на фоне различных органических удобрений изменяет общее содержание органического вещества, негидролизированный остаток в дерново-подзолистых почвах, в значительной степени улучшают их состав.

В соответствии с данными таблицы становится очевидным, что осенью 2008г. в составе перегной почвы наибольшая доля НГ (негидролизованного остатка) – 44,6 - 72,6% составляла на вершине склона.

В последедействии компостов его доля снижается почти вдвое по всем элементам рельефа – 10,3 – 39,7%.

Все исследуемые виды компостов увеличивали в составе органического вещества содержание гуминовых кислот (ГК). На их фоне отношение ГК:ФК расширилось от 1,0 до 2,8 от вершины до низины склона. Обогащенность углерода азотом в почве на третьем году изменялась от высокого содержания на вершине, до среднего на середине до низких показателей на низине склона в вариантах с органическими удобрениями.

Известно, что в дальнейшая трансформация вновь образованного перегной в почве идет в сторону постепенного увеличения относительного содержания фульвокислот и снижения доли гуминовых [3].

#### Литература

1. Минеев В.Г., Васильев В. А., Лукьяненок И. И. Органическое удобрение в интенсивном земледелии.-М.:Колос, 1984.
2. Кулаковская Т. Н. Химизация земледелия и расширенное воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв//Известия АН СССР, сер. биол. 1987.
3. Александрова Л. Н., Пупков А. М. Процессы гумификации органических удобрений в дерново-подзолистых почвах//Почвоведение. 1980. № 10.

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ В  
УРБОТЕХНОЗЕМАХ ОБРАЗОВАННЫХ НА ОСАДКАХ СТОЧНЫХ ВОД  
ПРИ ИХ ДЛИТЕЛЬНОМ АТМОСФЕРНОМ ЭКСПОНИРОВАНИИ**

**ТАТАРКИН И.В., ДЕМИН Д.В., СЕВОСТЬЯНОВ С. М.**

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, РФ  
E-mail: ivantatarkin2005@rambler.ru

Показано что при длительном атмосферном экспонировании осадка сточных происходит трансформация органического вещества с образованием гуминовых кислот. При этом происходит накопление гуминовых кислот в верхнем аккумулятивном горизонте, и убывание их содержания по профилю почвы.

**FEATURES OF FORMING OF HUMIC SUBSTANCES IN  
URBOTEKHOZEMOV CREATED ON THE SEWAGE SLUDGE AT THEIR  
LONG ATMOSPHERIC EXPOSURE**

**TATARKIN I. V., DEMIN D.V., SEVOSTYANOV S. M.**

Institute of Basic Biological Problems RAS Moscow region, Pushchino  
E-mail: ivantatarkin2005@rambler.ru

Shown, that prolonged exposure of atmospheric sewage sludge leads to the transformation of organic matter from sewage sludge formation of humic acids. The result is the accumulation of humic acids in the top accumulative horizon, and the decrease of their content in the soil profile.

Известно, что в зоне влияния городов происходит интенсивное преобразование педосферы. При этом на городских и прилежащих к ним территориях складировются различные отходы, происходит механическое нарушение, и перемещение горизонтов почвы, а также их загрязнение различными поллютантами; образуются новые почвенные антропогенные образования - урбаноземы и урботехноземы. Одними из таких искусственных образований являются осадки городских очистных сооружений, и почвоподобные тела на их основе. Экспериментальные материалы по развитию почвообразования на отвалах осадков сточных вод для большинства регионов пока еще ограничены. Малоизучен характер трансформации органического вещества и гумусообразования в таких техногенных образованиях (Татаркин И. В. И др. 2008).

Вместе с тем, по современным представлениям, гуминовые вещества, образующиеся в результате одновременно протекающих процессов разложения исходных органических остатков, под действием организмов деструкторов (почвенных животных и микроорганизмов) и синтеза вторичных форм (развитие микроорганизмов) с их последующей гумификацией, играют первостепенную роль в формировании профиля почв, и являются основным источником элементов питания растений.

Как показано в литературных источниках по технопедогенезу, под действием факторов среды (в основном климатических) происходит увеличение аэрации верхнего слоя техногенных образований, усиливается микробиологическая активность, что приводит к активной минерализации органического вещества. При этом начинают активно протекать элементарные почвообразовательные процессы (ЭПП) в толще техногенного субстрата, что приводит к образованию гуминовых веществ, и развитию профиля молодых почв (Замотаев И. В и др. 2012 ).

Нами был исследован урботехнозема, образовавшийся на очистных сооружениях г. Серпухова Московской области, в результате хранения ОСВ в режиме длительного атмосферного экспонирования. Из заложенных на глубину 100 см двух разрезов отбирались почвенные образцы с разной глубины, с целью определения характера и направления элементарных почвообразовательных процессов, а также агрегатный состав, содержание и распределения по профилю органического вещества и гуминовых кислот. Результаты исследований показали, что в отвалах ОСВ под действием факторов окружающей среды со временем начинают протекать процессы разрушения, перераспределения и преобразования веществ, схожие с аналогичными процессами, происходящими в почвах, характерных для данной природно-климатической зоны.

Было установлено, что в исследованных разрезах происходит дифференциация вещества по профилю и выделение отдельных горизонтов.

При этом нами были выделены основные ЭПП образующие профиль урботехнозема, сформированного на осадках сточных вод - это гумусообразование, дернообразование, оструктурирование, зоогенез, оглеение и выщелачивание.

Если взять за основу международную классификации почв (WRB) с учетом расположения площадки ОСВ на пойменной террасе р. Оки, профиль исследуемого урботехнозема можно представить в виде «молодого» профиля глейсолей (Классификация и диагностика почв, 2004; Почвы Мира. Атлас, 2007), с сформировавшимися отдельными горизонтами (Таблица № 1).

Таблица 1. Профиль урботехнозема на осадках сточных вод

Ah	(0-17 см) — гумусированный, темно-серого цвета, ореховатой - комковатой структуры, легкосуглинистый, рыхлого сложения, пылиться, без запаха, свежий; с включениями керамики и кирпича,
----	--



	переплетен корнями, переход заметный, ровный.
Bg1	(17-29 см) — переходный; гумусированный, светло - серого цвета, ореховатой структуры, легкосуглинистый, свежий, уплотненный, не пылится, с железистой присыпкой, включения керамики, кирпича, переход в следующий горизонт заметный, пронизан корнями по всему профилю.
Bg2	(29-48 см) — иллювиальный; светло серого цвета, комковато - ореховатый, уплотненный, свежий, плитовидный, включения керамики и кирпича, заканчиваются корни, наличие червей, переход резкий
BgC	(49-59 см) — переходный; бесструктурный, темно - серого цвета, пластинчатый, с характерным запахом, оглеение, пластинчатая часть с присыпкой крупного песка с четким переходом
C	(59-91 см) — черный с сильным запахом, оглеение, влажный, ватообразный, бесструктурный с включениями, бесструктурный с включениями, плитовидный, рыхлый, не плотный.

Анализ содержания гуминовых кислот (ГК) по профилю исследуемого урботехнозема почв показал их разделение по профилю. Спектры поглощения в ультрафиолетовой и видимой областях, выделенных из горизонтов урботехнозема ГК, не имели чётких максимумов, оптическая плотность монотонно убывала с увеличением длины волны.

Для характеристики полученных фракций использовали коэффициенты экстинкции ( $EC_{465}$ ) и цветности ( $E4/E6$ ) - соотношение поглощения раствора при длинах волн 465 и 665 нм).

При анализе исследуемых образцов ГК было обнаружено достоверное уменьшение значений  $EC_{465}$  от верхнего горизонта вниз по профилю. При этом коэффициенты экстинкции горизонта Ah и Bg1, были близкими по значению. Коэффициенты цветности  $E4/E6$  в горизонтах Bg2 и C, были больше, чем в горизонте Ah и Bg1 (Таблица № 2).

Таблица 2. Коэффициент экстинкции  $EC_{465}$  и цветности  $E4/E6$  гуминовых кислот по горизонтам исследуемого урботехнозема

Горизонт	Образец	$EC_{465}$ C=1мг/мл	$E4/E6$
Ah	ГК	0,7±0,1	3,0±0,2
Bg1	ГК	0,7±0,3	2,6±0,2
Bg2	ГК	0,6±0,3	3,1±0,1
BgC	ГК	0,5±0,1	3,0±0,5
C	ГК	0,4±0,2	3,0±0,3

По-видимому, при промывном водном режиме происходит вымывание подвижной фракции ГК в нижележащие горизонты, что подтверждается в наших исследованиях на молекулярном уровне. В верхней части профиля формируется аккумулятивный горизонт, который отличается от ОСВ сформировавшимися низкомолекулярными фракциями ГК.

Анализ данных по содержанию и распределению водорастворимого органического вещества по горизонтам разреза показал, что происходит миграция по профилю и накопление его в слое 20–30 см, затем резкое снижение на глубине 30–60 см, и опять увеличение до глубины 90 см.

Распределение водорастворимых органических соединений в урботехноземах, сформированных на ОСВ носит элювиально – иллювиальный характер. Так накопление водорастворимых органических соединений в слое 0–20 см говорит о том, что в период летних осадков максимальная глубина промачивания ограничивается слоем 20–30 см. В тоже самое время водоупором для внутрипочвенного стока служит горизонт С, над которым и аккумулируется водорастворимое органическое вещество.

Согласно классификации построений Н.А Качинского (1961) исследуемые урботехноземы по гранулометрическому составу относятся к почвам легкого гранулометрического состава.

По содержанию илистой фракций исследований урботехнозем представляет собой, слоистое формирование, в котором в горизонтах Ah и Bg1 содержание фракции  $<0,001$  достигает 10,6%.

Второй техногенный слой представляют горизонты Bg2 и BgC, в котором содержание илистой фракции  $<0,001$  не превышает 3,4–3,8% и третий слой представляет собой горизонт С в котором содержание илистой фракции не превышает 1,8 %. По содержанию физической глины в исследованном урботехноземе выделяются верхний легкосуглинистые горизонты А, Bg1, Bg2 и BgC и горизонт С, представленный связанной супесью.

Слоистость исследованного урботехнозема по содержанию, как илистых фракций, так и физической глины, в целом, объясняется различным гранулометрическим составом исходной почвообразующей породы.

Таким образом, можно сделать вывод, что при нахождении ОСВ в режиме атмосферного экспонирования в течении длительного времени происходит минерализация и гумификация органического вещества ОСВ, и формируется почва, в которой очень хорошо выделяются генетические горизонты. При этом происходит накопление ГК в верхнем аккумулятивном горизонте, и убывание их содержания по профилю почвы. Кроме того, в верхних горизонтах исследуемого урботехнозема больше содержание илистых частиц, чем в нижележащих, это говорит о том, что идет активный процесс химического выветривания минералов под действием гуминовых веществ в горизонтах Ah и Bg1.

### Список литературы.

1. Замотаев И. В., Белобров В. П., Дмитриева В. Т., Шевелев Д. Л. Технопедогенез на футбольных полях России.- М., 2012 - 264 с.
2. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. - Смоленск: Ойкумена, 2004. - 342 с.
3. Почвы Мира. Атлас: учеб. пособие для студ. вузов / В. Цех, Г.Хинтермайер-Эрхард; пер. с нем. Е.В. Дубравиной; под ред. Б.Ф. Апарина. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 120 с.
4. Татаркин И.В., Демин Д.В., Худяков О.И. Формирование урботехнозема на осадках сточных вод при длительном хранении // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. Вип. 403-404: Біологія. - Чернівці, 2008. С. 230 -239.

Таблица – Влияние удобрений и ПКО на содержание в почве негидролизованного остатка, осень, 2008-2010г.г.

Вариант (перед закладкой опыта)	Редька масличная, 2008 г.			Оз.рожь + редька масличная 2009 г.			Яровая пшеница 2010 г.		
	Содержание углерода, %		%	Содержание углерода, %		%	Содержание углерода, %		%
	Гум уса	Нг		Гуму -са	Нг		гуму са	Нг	
Вершина склона									
1.НКРС – 21 т/га.	1,07	0,777	72,6	0,78	0,429	55,0	1,00	0,338	33,8
2.Вермик омпост –13т/га	0,95	0,424	4,6	0,88	0,265	35,3	1,02	0,384	37,6
3. N50	0,87	0,453	52,1	0,73	0,361	49,5	1,18	0,468	39,7
4. N100	0,99	0,487	49,2	0,88	0,246	28,3	1,02	0,326	32,0
Середина склона									
5. НКРС – 21 т/га.	1,02	0,516	50,5	0,93	0,312	33,2	1,45	0,544	37,5
6.Вермик омпост –13т/га	1,02	0,613	60,1	0,71	0,298	42,0	0,78	0,226	29,0
7. N50	0,85	0,365	42,9	0,73	0,504	42,0	1,25	0,203	16,3
8. N100	0,87	0,525	60,3	0,64	0,238	31,3	0,86	0,088	10,3
Низина склона									
9. НКРС	0,95	0,346	36,4	1,01	0,483	47,8	1,45	0,525	36,2

– 21 т/га									
10.Верми компост –13т/га	0,90	0,355	39,4	0,93	0,248	26,7	1,15	0,171	14,9
11. N50	1,62	0,541	33,4	1,12	0,318	28,4	1,43	0,266	18,6
12. N100	1,62	0,89	54,9	1,6	0,380	23,8	1,99	0,56	28,1

Запашка зеленой массы редьки масличной, выращенной на фоне различных органических удобрений изменяет общее содержание органического вещества, негидролизированный остаток в дерново-подзолистых почвах, в значительной степени улучшают их состав.

В соответствии с данными таблицы становится очевидным, что осенью 2008г. в составе перегной почвы наибольшая доля НГ (негидролизованного остатка) – 44,6 - 72,6% составляла на вершине склона.

В последствии компостов его доля снижается почти вдвое по всем элементам рельефа – 10,3 – 39,7%.

Все исследуемые виды компостов увеличивали в составе органического вещества содержание гуминовых кислот (ГК). На их фоне отношение ГК:ФК расширилось от 1,0 до 2,8 от вершины до низины склона. Обогащенность углерода азотом в почве на третьем году изменялась от высокого содержания на вершине, до среднего на середине до низких показателей на низине склона в вариантах с органическими удобрениями.

Известно, что в дальнейшем трансформация вновь образованного перегноя в почве идет в сторону постепенного увеличения относительного содержания фульвокислот и снижения доли гуминовых [3].

### Литература

3. Минеев В.Г., Васильев В. А., Лукьянчиков И. И. Органическое удобрение в интенсивном земледелии.-М.:Колос, 1984.
4. Кулаковская Т. Н. Химизация земледелия и расширенное воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв//Известия АН СССР, сер. биол. 1987.
3. Александрова Л. Н., Пупков А. М. Процессы гумификации органических удобрений в дерново-подзолистых почвах//Почвоведение. 1980. № 10.

---

УДК 633.1: 631.811

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИТАНИЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ХОЛМИСТОГО РЕЛЬЕФА

**ВАСЬКО А.С.,**  
**к-т с.-х н.-к, Белорусское общество почвоведов\***

Для роста и развития растений необходим широкий ассортимент элементов питания, среди которых основная роль отводится азоту, фосфору и калию. Содержание основных элементов питания в зерне и соломе является важным показателем оценки озимых и яровых зерновых культур и зависит от эффективной технологии возделывания [1-4].

Совместная заправка пожнивно-корневых остатков зерновых культур с выращенным сидератом на их фоне, обладает определенным химическим составом, который используют для расчета доз органических и минеральных удобрений.

Согласно результатам проведенных исследований достигается хорошая отзывчивость высокопродуктивных сортов озимой ржи и яровой пшеницы при улучшении условий азотного питания с совместной заправкой органических и зеленых удобрений в условиях холмистого рельефа.

Исследованиями предусматривалось изучение влияния разных видов органических удобрений в эквивалентных дозах по азоту  $N_{100}$  на потребление макроэлементов основной и побочной продукцией озимой рожью и яровой пшеницей в условиях холмистого рельефа со следующим чередованием культур в звене севооборота: редька масличная, озимая рожь, редька масличная, яровая пшеница.

Почва опытного участка на вершине склона представлена слабосмытой дерново-подзолистой супесчаной, подстилаемой с глубины около 0,5 м суглинком с прослойками мелкозернистого песка. На середине склона – почва слабосмытая дерново-подзолистая глееватая легкосуглинистая, подстилаемая около 0,5 м моренным средним суглинком с прослойками мелкозернистого песка. Низ склона – почва осушенная дерново-подзолистая глееватая намытая супесчаная, подстилаемая супесью с глубины 0,5 м.

Размер делянок – 72 м<sup>2</sup>. Агрохимическая характеристика почвы опытных участков характеризовалась следующими показателями: pH 6,05-6,2,  $P_2O_5$  150-200,  $K_2O$  116-153 мг/кг почвы, гумус 1,3-2,0%. Органические удобрения применялись в дозе 7 т/га севооборотной площади, вермикомпост – 4,5 т/га с соответствующим химическим составом: навоз – Нобщ. – 2,1,  $P_2O_5$  – 0,6,  $K_2O$  – 2,0, С общ. – 38,4%, влажность – 80,5%, pH – 7,2.

Вермикомпост – Нобщ. – 0,8,  $P_2O_5$  – 0,4,  $K_2O$  – 0,5, С общ. – 12,4%, влажность – 40,0%. Зеленая масса редьки масличной (весенний посев) – Нобщ. – 2,9,  $P_2O_5$  – 0,41,  $K_2O$  – 1,9, С общ. – 32,7%. Зеленая масса редьки масличной (осенний посев) – Нобщ. – 3,3,  $P_2O_5$  – 1,14,  $K_2O$  – 6,9, С общ. – 28,2%, влажность – 78,1%.

Уборку зерновых культур проводили поделочно комбайном САМПО в фазу полной спелости с последующим перерасчетом на 100%

чистоту и 14% влажность. В отобранных растительных образцах содержание азота, фосфора и калия определялось в соответствии с ГОСТ.

Проведенные нами исследования (2008-2010 гг.) показали, что химический состав азота, фосфора, калия, кальция и магния в основной и побочной продукции озимой ржи и яровой пшеницы изменялся в значительных пределах по склону. Погодные условия вегетационных периодов (2009г. – влажный, 2010 г. – сухой) также оказали влияние на химический состав зерновых культур звена севооборота. Совместное применение органических удобрений с последующей заправкой зеленой массы редьки масличной с соответствующей системой минерального питания озимой ржи и яровой пшеницы способствовало накоплению азота и фосфора в зерне на уровне средних величин, а также калия, азота и фосфора в соломе яровой пшеницы.

*\*Работа выполнена в РУП «Институт мелиорации»*

Таблица 2. Химический состав зерновых культур, % в сухой массе, 2009-2010 гг.

Вариант опыта	Зерно					Солома				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Вершина склона, озимая рожь сорт «Зубровка», 2009г.										
Контроль	1,50	1,00	0,50	0,05	0,19	0,40	0,28	0,90	0,12	0,10
N45 P60 K90	1,51	0,90	0,52	0,06	0,19	0,38	0,24	1,09	0,13	0,12
N45 P60 K90	1,35	0,90	0,54	0,06	0,19	0,41	0,23	1,22	0,15	0,12
N70 P60 K90	1,37	0,94	0,47	0,06	0,20	0,38	0,19	1,00	0,13	0,14
N90 P60 K90	1,56	1,02	0,53	0,06	0,22	0,50	0,30	0,90	0,15	0,12
Средина склона										
N45 P60 K90	1,32	1,05	0,57	0,06	0,24	0,38	0,27	1,47	0,08	0,12
N45 P60 K90	1,42	1,09	0,57	0,04	0,26	<b>0,41</b>	0,23	1,60	0,06	0,10
N70 P60 K90	1,32	1,06	0,47	0,06	0,24	0,44	0,24	1,50	0,14	0,10
N90 P60 K90	1,41	1,07	0,48	0,06	0,24	0,49	0,27	0,96	0,11	0,12
Низина склона										
N45 P60 K90	1,30	1,02	0,53	0,06	0,24	0,35	0,20	0,90	0,17	0,12
N45 P60 K90	1,38	1,02	0,50	0,06	0,24	0,35	0,17	0,51	0,14	0,10

N70 P60 K90	1,41	0,88	0,49	0,06	0,22	0,39	0,27	1,43	0,14	0,12
N90 P60 K90	1,61	0,94	0,46	0,06	0,20	0,45	0,34	1,42	0,08	0,10
Вершина склона Яровая пшеница сорт «Банти», 2010 г.										
Контроль	2,00	0,80	0,40	0,04	0,17	0,73	0,41	1,22	0,17	0,15
N70 P60 K90	<b>2,32</b>	0,84	0,43	0,04	0,19	0,83	0,39	1,08	0,14	0,15
N70 P60 K90	2,29	0,83	0,43	0,06	0,20	0,73	0,41	1,22	0,21	0,15
N70 P60 K90	2,21	0,84	0,44	0,04	0,20	0,92	0,39	1,17	0,14	0,15
N90 P60 K90	2,17	0,84	0,44	0,04	0,19	0,86	0,41	1,18	0,17	0,17
Средина склона										
N70 P40 K90	2,22	0,79	0,42	0,06	0,19	0,80	0,39	1,52	0,14	0,15
N70 P40 K90	2,16	0,78	0,42	0,06	0,19	0,73	0,39	1,44	0,21	0,15
N70 P40 K90	<b>2,31</b>	0,74	0,41	0,06	0,19	0,70	0,39	1,33	0,14	0,15
N90 P40 K90	2,23	0,75	0,41	0,10	0,17	0,97	0,37	1,23	0,17	0,17
Низина склона										
N70 P60 K90	2,28	0,85	0,43	0,06	0,20	<b>1,02</b>	0,43	1,4	0,21	0,17
N70 P60 K90	2,19	0,76	0,42	0,04	0,19	<b>0,81</b>	0,46	1,65	0,21	0,10
70 P60 K90	2,19	0,78	0,43	0,06	0,19	0,76	0,39	1,36	0,14	0,14
N90 P60 K90	<b>2,36</b>	0,81	0,42	0,06	0,19	0,96	0,41	1,62	0,20	0,15

Однако тенденция содержания азота в зерне и соломе, в зависимости от применения органических удобрений, была меньше по склону на фоне органических удобрений, чем в случае применения минерального азота.

В условиях холмистого рельефа содержание подвижного фосфора различалось от 239 до 820 мг/кг почвы. Учитывая повышенную обеспеченность почвы фосфором на середине склона, при оценке эффективности совместного последействия органических удобрений в звене севооборота, целью нашей работы являлось определение содержания, выноса

элементов питания и коэффициентов использования из удобрений урожаем в различные годы по метеорологическим условиям.

Наибольшая концентрация азота в зерне яровой пшеницы наблюдалась при содержании фосфора в почве на уровне 239 мг/кг – 2,32% на вершине, середине – 337 мг/кг – 2,31%, в подножии склона – 374 мг/кг – 2,36% согласно таблице 1.

При повышенном содержании подвижного фосфора в почве, особенно на середине, а также в подножии и вершине прослеживалось снижение содержания азота.

Содержание калия в зерне озимой ржи и яровой пшеницы изменялось в меньших величинах. Содержание азота в соломе яровой пшеницы увеличивалось 2-3 раза по сравнению с соломой озимой ржи (0,41-0,44 – 0,81-1,02%) при соответствующем обеспечении почвы подвижным фосфором (331-379 мг/кг почвы, [6]).

Следует отметить, на вершине склона при содержании подвижного фосфора в почве от 239 до 346 мг/кг, на середине – 337 до 822 мг/кг, в подножии с 244 до 374 мг/кг содержание азота в соломе было повышенным 0,73 до 0,94-1,02%, калия – выше средних значений. При повышенных показателях подвижного фосфора в почве на середине склона, в засушливом периоде 2010г, содержание оксида фосфора в сухом веществе зерна яровой пшеницы было больше средних значений на 0,2-0,7%. Внесение вермикомпостов в почву сопровождалось снижением содержания азота в соломе в сравнении с навозом на 0,13-0,21%.

На основании определения химического состава основной и побочной продукции рассчитан общий вынос элементов питания озимой ржи и яровой пшеницы.

В условиях холмистого рельефа, на смытых почвах с применением органо-минерального удобрения по склону, вынос основных элементов питания с урожаем за звено севооборота составил в среднем: N– 163,7-236,3, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 74,3-117,0, K<sub>2</sub>O – 138,4-175,6 кг/га.

Удельный вынос в этих же вариантах соответствовал: азот – 18,2-22,3 и 29,7-34,0, фосфор – 11,4-13,3 и 10,9-13,1, калий – 16,1-25,6 и 16,5 -25,9 кг на 1 т основной продукции с учетом побочной.

В оптимальном варианте по урожайности озимой ржи и яровой пшеницы, N<sub>45</sub> P<sub>60</sub> K<sub>90</sub> и N<sub>70</sub> P<sub>60</sub> K<sub>90</sub>, использование азота из удобрений составило – 54,6; 47,8, фосфора – 49,5; 26,0, калия – 43,0; 34,3 %.

Эквивалентные дозы азота вермикомпоста не повышали коэффициент поглощения азота растениями как в действии так и в последствии.

Комбинированная заправка пожнивно-корневых остатков, на фоне которых возделывалась редька масличная в последствии (*вермикомпоста и навоза*) под яровой сев пшеницы, с соответственным минеральным питанием повышала коэффициент использования азота на вершине склона до 48%, фосфора – 26,0, калия – 34,3% в засушливом году



При среднегодовом использовании  $N_{55}P_{60}K_{90}$  на фоне 7 т/га навоза формировалась продуктивность звена севооборота на уровне 60-66,6 ц/га к.е. С включением среднегодовой дозы *вермикомпоста* 4,5 т/га, с соответственным минеральным питанием зерновых культур, прослеживалось снижение использования питательных веществ и урожайности по склону.

### **Литература.**

1. Кулаковская, Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений / Т.Н. Кулаковская. – Минск: Агропромиздат, 1990. – 219 с.
2. Сычев, В.Г. Тенденции изменения агрохимических показателей плодородия почв Европейской части России / В.Г. Сычев. – М.: ЦИНАО, 2000. – 187 с.
3. Сущеница, Б.А. Фосфатный уровень почв и его регулирование / Б.А. Сущеница. – М.: Колос, 2007. – 376 с.
4. Андрианов, С.Н. Оценка методов определения подвижных фосфатов в почве / С.Н. Андрианов // Плодородие. – 2008. – № 2. – С.14-17.
5. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 390 с.
6. Васько, А.С. Приемы повышения почв холмистого рельефа в условиях Витебской области / А.С. Васько, Т.В. Говорова, М.Е. Высоцкая // Ахова раслін. – 2011. – №6 (79) – С.47.

---

## **ВОЗМОЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ДОЖДЕВЫМИ ЧЕРВЯМИ, ЖИВЫМИ КОРНЕВЫМИ СИСТЕМАМИ РАСТЕНИЙ И ПОЧВЕННОЙ МИКРОБИОТОЙ**

**БАРНЕ А.Ж.<sup>1</sup>, КОСТИНА Н.А.<sup>2</sup>, СТРИГАНОВА Б.Р.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>)Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,  
shurikworm@mail.ru

<sup>2</sup>)МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет Почвоведения

## **POSSIBLE WAYS OF INTERACTION BETWEEN EARTHWORMS, ROOT SYSTEMS AND SOIL MICROBIOTA**

**BARNE A.ZH.<sup>1</sup>, KOSTINA N.A.<sup>2</sup>, STRIGANOVA B.R.<sup>1</sup>**

Ризосферные микроорганизмы повышают доступность органического вещества опада для дождевых червей, но способствуя его минерализации снижают питательную ценность субстрата.

Rhizosphere microbiota increases availability of litter organic for earthworms, but also decreases the nutrition value of substrate due to increasing its mineralisation.

Экоинженерная активность почвенных животных и корневых систем растений в значительной степени формирует агрегатную структуру почв. Интродукция крупных олигохет агроценозы, где они ранее отсутствовали, как правило повышает урожайность полевых культур. В то же время в литературе мало освещена связи жизненного цикла дождевых червей с корневыми системами растений и их механизмы. Было показано, что в условиях контейнерного содержания в вегетационных сосудах со злаками и в контрольной почвенной смеси, черви лучше растут в отсутствие растений (1). Учёты червей на площадках с заранее заданным составом растительности было показано, что эпигейные виды предпочитают многовидовые площадки, а эндогейные не показывают такой избирательности. При этом плотность посадки растений не отражалась на численности и видовом составе. Черви также избегали ризосфер медленнорастущих трав, а максимальная численность и разнообразие червей были отмечены на участках с бобовыми растениями, повышающими содержание в почве азота. Однако дополнительное внесение азота снижало эти показатели (5). В лесных почвах отмечается концентрация червей в снытевых и осоковых парцеллах (2).

Остаётся открытым вопрос о характере взаимодействия ризосфер и дождевых червей в зависимости от состава, метабиотических связей жизненного цикла червей с корневыми системами и микробоценозами ризосфер и дрилосферы (3,4), а также их механизмы и направленность в условиях антропогенных экосистем.

В серии предварительных экспериментов мы исследовали связь между продукцией эндогейных дождевых червей (*Allolobophora chlorotica*) и наличием в обитаемом объёме живых корневых систем растений сныти и зеленчука. Кроме того, исследовалась степень влияния корневых систем на продукцию червей в зависимости от состава субстрата и плотности популяции, а также фиксировались микробиологические показатели субстратов.

Исследования проводились на примере 3 искусственных субстратов: 1) равномерно перемешанные листовой опад и суглинок в соотношении 1:1 по объёму. 2) крупные частицы (ветки) длиной 1-1,5 см и диаметром 2-5 мм, равномерно перемешанные с суглинистым материалом в том же соотношении. 3) свежий навоз, помещённый на дно контейнера слоем 3 см и суглинок, насыпанный поверх него слоем 7 см. Продолжительность опытов – 2 месяца.

В условиях микрокосмов при наличии в сосуде корневых систем происходит неравномерное высыхание субстрата, в результате которого темпы роста червей снижаются. При постоянном избыточном увлажнении различия между червями, содержащимися в контейнерах с растениями и без них не значимы.

Установлено, что в варианте 1 различия темпов роста червей в микрокосмах с растениями и без них были не значимы (78 и 89% в неделю). Когда в качестве источника органического вещества в субстрате использовались мелкие ветки, более интенсивный рост отмечался в варианте без растений (126% в неделю), тогда как в контейнерах с растениями средний недельный прирост составил 58%. При использовании более высокие темпы роста червей в контейнерах с растениями наблюдались в случае, когда источником пищи служил свежий навоз.

При содержании червей в условиях двукратной плотности популяции, при наличии живых в корней в субстрате, отмечена тенденция к более выраженному затуханию роста червей в течение эксперимента, чем в вариантах без растений.

Было показано, что на поздних стадиях экспериментов в присутствие растений денитрификация более активна, чем в микрокосмах без растений. Также в присутствие растений вне зависимости от срока инкубации, вдвое более активны микроорганизмы – азотофиксаторы.

При визуальном исследовании субстратов после завершения опытов в вариантах с растениями мы отмечаем более высокую степень разложения опада (видимые невооруженным глазом частицы отсутствуют).

Мы предполагаем, что комплекс ризосферных микроорганизмов с одной стороны – делает органику опада доступной для червей, но в то же время способствует её быстрому разложению и снижает пищевую ценность субстрата.

1. Атлавините О.П. Экология дождевых червей и их влияние на плодородие почвы в Литовской ССР. Вильнюс, Мокслас, 1975 - 200с.

2. Перель Т.С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. М.: Наука, 1979 - 272 с.

3. Brown G., Barois I., Lavelle P. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains// - European Journal of Soil Biology. – 2000. - Vol. 36, Issues 3–4, - P. 177 – 198.

4. Mamilov A. Sh., Byzov, B. A., Pokarzhevskii A. D., Zvyagintsev D. G. Regulation of the biomass and activity of soil microorganisms by microfauna// - Microbiology. – 2000. – Vol. 69, Issue 5, - P. 612-621.

5. Piotrowska K., Connolly J., Finn J., Black A., Bolger T. Evenness and plant species identity affect earthworm diversity and community structure in grassland soils// - Soil Biology and Biochemistry. - 2013. - Vol. 57, - P. 713-719.

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТОРФЯНЫХ ПОЧВ В ПРОЦЕССЕ ИХ ЭВОЛЮЦИИ**

**ЛУЧЕНОК Л.Н., ШКУТОВ, Э.Н., БАРАН С.Г., ЮРКО Л.А.\*,  
ОЛИМПИЕВА Т.И.\***

РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь, l\_luchenok@mail.ru  
\*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Беларусь, yla-  
new@mail.ru

## **PEAT SOILS ORGANIC MATTER TRANSFORMATION IN THE COURSE OF THEIR EVOLUTION**

**LUCHANOK L., SHKUTOV E., BARAN S., YURKO L., OLIMPIEVA T.**

В статье представлены данные по изучению качественного состава органического вещества торфяных почв различных сроков сельскохозяйственного использования (40-450 лет) после осушения. Исследования проводили с помощью фракционирования органического вещества и интерпретации полученных ИК-спектров битумов и гуминовых кислот. Установлено, что в процессе длительного сельскохозяйственного использования осушенных земель не происходит существенного качественного изменения органического вещества. Все отобранные и проанализированные параметры показывают, что в торфяных и постторфяных почвах после осушения начинают преобладать почвенные процессы характерные для подзолистых или дерново-подзолистых почв, в результате которых образуется новая почвенная разновидность, обычно подстилаемая торфяником или песком. Плодородие вновь образованных почвенных разновидностей, в основном, определяется уровнем сельхозпроизводства.

Examination data on qualitative composition of organic matter in peat soils of various terms of agriculture use (40-450 years) followed after drainage presented. Investigations were carried out by means of fractionation of organic matter and interpretation of derived IR-spectra of bitumen and acids. It is established that in the course of long-term agricultural use of drained lands happens no considerable qualitative change of organic matter. All selected and analyzed parameters show that peat and post-peat soils after drainage are characterized by soil processes characteristic for podzolic or soddy-podzolic soils. It leads to that the new soil versions spread by sand or peat are formed. Fertility of again formed soil versions will be defined by agricultural production level.

В регионе Белорусского Полесья около 0,7 млн. га осушенных торфяных почв различных стадий трансформации, интенсивно используемых в сельском хозяйстве. Во многих публикациях и нормативных документах указывается на высокий темп минерализации их органического вещества (ОВ) и катастрофическую потерю плодородия обширных территорий, которое оценивается только по изменению мощности торфяного слоя и содержанию ОВ в пахотном слое. Другие качественные и количественные диагностические параметры уровня плодородия и процессов трансформации торфяных почв во внимание не принимаются. В настоящее время методом инфракрасной спектроскопии можно оценить изменения во времени состава, структуры и особенно сравнительных характеристик группового состава ОВ.

Таким образом, целью исследований является оценка влияния длительности сельскохозяйственного использования торфяных почв на фракционно-групповой состав ОВ торфяных почв, структурные особенности битумов и гуминовых кислот (ГК), выделенных из них. Кроме того, для оценки ОВ торфяных почв различных стадий трансформации использовали отношение  $C_{орг}$  к валовому азоту.

Объектами исследований служили мелиоративные объекты центрального Полесья с различными временными лагами осушительной мелиорации: несколько точек отбора вдоль канала Бона (Кобринский район), предполагаемый срок службы ~450 лет; польдерная система около н.п. Лопатино (Пинский район), предполагаемый срок службы ~220 лет; н. п. Сорочи (Любанский район), около 116 лет осушения; н. п. Оброво (Ивацевичский район), срок после осушения около 115 лет; объект «Марьино» (н.п. Коммуна, Любанский район), после осушения 90 лет; Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства (ПОСМЗиЛ, Лунинецкий район), срок службы – ~40 лет. На каждом объекте была подобрана катена – агроторфяная почва с содержанием ОВ 60-85% и дегроторфяная различных стадий трансформации: торфяно-минеральная (ОВ 20,1-40 %) или минеральная остаточно-торфяная (ОВ 5,1-20 %) или минеральная постторфяная (ОВ < 5 %). Торф на объектах относится к низинный, по ботаническому составу – осоково-тростниковый или тростниково-осоковый (70-80%/30-20%), с включениями остатков древесины лиственных пород (около 10%).

Фракционный состав ОВ – по методу Ефимова В. Н. (1986). Определение содержания валового органического углерода проводили по методу Тюрина И. В. (Тюрин И. В., 1937; Орлов Д.С., 1981). Качественный состав определяли по модифицированному методу Ефимова В.Н. (1986). Структурные особенности битумов и гуминовых кислот анализировали методом ИК-спектроскопии с Фурье преобразованием (ИК-спектрометр фирмы «Shimadzu») в интервале значений волновых чисел от 700 до 4000  $см^{-1}$ . Валовой азот определяли по методу Кьельдаля на комплексе оборудования для анализа азота (Vapodest 20s с TitroLine easy module 2).

В ходе исследований установлено, что на каждом объекте, не зависимо от длительности их сельскохозяйственного использования, выделены торфяные почвы различных стадий трансформации: агроторфяные или торфяно-минеральные почвы, минеральные остаточно-торфяные, минеральные постторфяные. Это результат антропогенного воздействия на торфяные почвы, которые формируются в широких ложбинах, а их глубина определяет мощность залежи торфа. После осушения, в процессе сельскохозяйственного использования происходит комплексная трансформация торфяника, зависящая от многих природных и техногенных факторов обуславливающих темпы и глубину минерализацию ОВ, формирование агроторфяных и дегроторфяных почв с различным содержанием ОВ.

Определение  $C_{орг}$  в торфяных почвах различных стадий трансформации показало, что при большой выборке точек отбора эта величина аппроксимируется линейной зависимостью  $y = 0,5746 \cdot ОВ$  ( $R^2 = 0,9631$ ). Аналогичная зависимость получена и для содержания валового азота в торфяных почвах:  $y = 0,0327 \cdot N_{общ}$  (%) ( $R^2 = 0,7088$ ). Таким образом, отношение  $tg$  углов двух прямых постоянно, следовательно, и отношение  $C_{орг}/N_{вал} = const$ . Это показали и экспериментально установленные значения  $C_{орг}/N_{вал}$ , которые варьировали в пределах 15-23 и не зависели ни от содержания ОВ в пахотном слое, ни от длительности сельскохозяйственного использования. Отмечено, что в минеральных остаточно-торфяных и постторфяных почвах  $C_{орг}/N_{вал}$  может быть в пределах 12-16. Эти данные свидетельствуют о влиянии интенсивности сельскохозяйственного использования. Так, Н. Н. Семененко (2009) на примере различных способов использования антропогенно-преобразованных торфяных почв в течение 50 лет на Полесской опытной станции мелиоративного земледелия показал, что при возделывали монокультуры пропашных (картофель)  $C_{орг}/N_{вал} = 22,5$ , в полевом севообороте – 14,7, под монокультурой трав – 10,6, а в торфе неосушенного заповедника 9,5. Так как оценка качественного состава ОВ торфяных почв происходит после, минимум, 40-летнего их сельскохозяйственного использования, когда фаза интенсивной трансформации ОВ закончилась (Шкутов Э. Н., 2011), поэтому и отношение  $C_{орг}/N_{вал}$  колеблется в одних пределах и скорее определяется уровнем применяемых технологий, а не стадией трансформации торфяных почв.

Об этом свидетельствуют и данные по анализу фракционного состава ОВ почвенных проб. В процессе сельскохозяйственного использования торфяных почв в условиях Полесья в ОВ накопления битумов не происходит. Отмечена некоторая тенденция к увеличению их содержания при снижении ОВ в почве, что связано с механическим разбавлением подстилающей породой (песком) органогенного слоя и образованием иммобилизаций битумов на частицах песка. Анализ ИК-спектров битумов показал наличие идентичных функциональных групп во всех почвенных пробах независимо от содержания в них ОВ и длительности сельскохозяйственного использования после

осушения. В полосе поглощения с максимумами 2920 и 2850  $\text{см}^{-1}$  проявляются валентные колебания  $-\text{CH}_2-$  и  $-\text{CH}_3$  групп, соответственно; 1710  $\text{см}^{-1}$  – валентные колебания связи  $\text{C}=\text{O}$ ; 725  $\text{см}^{-1}$  – маятниковые колебания  $-(\text{CH}_2)_n$ –фрагментов с  $n \geq 4$ .

Важной характеристикой качественного состава при интерпретации ИК-спектров является отношение оптических плотностей различных групп друг к другу, позволяющие сравнивать спектры различных почвенных проб и интерпретировать результаты. Например, для битумов таким спектральным коэффициентом является отношение карбонильной и  $-\text{CH}_2-$  групп. В ходе исследований установлено, что в макромолекулах битумов преобладают алкильные заместители над карбонильными группами, отношение  $D_{1710}/D_{2920}$  для всех образцов меньше 1. Близкие значения  $D_{1710}/D_{2920}$  во всех образцах характеризует битумы, как вещества со структурой, которая слабо изменяется с увеличением длительности сельскохозяйственного использования торфяных почв.

Исследования по изучению фракционного состава гуминовых веществ ОВ торфяных и постторфяных почв не выявили достоверных корреляционных зависимостей ни между количественным содержанием гуминовых веществ и содержанием ОВ в почвенных пробах, ни длительностью сельскохозяйственного использования. Однако можно констатировать наличие слабой тенденции нарастания доли гуминовых кислот с увеличением периода сельскохозяйственного использования после осушения.

С одной стороны, исследования состава функциональных групп с помощью ИК-спектроскопии показали, что во всех ИК-спектрах ГК наблюдаются характерные полосы поглощения, свидетельствующие о многофункциональности этих соединений. С другой стороны, на всех спектрах независимо от длительности использования, глубины и содержания ОВ отмечены идентичные функциональные группы. Так были зафиксированы интенсивные полосы поглощения при 3500-3300  $\text{см}^{-1}$  (колебания  $-\text{OH}$  группы и  $-\text{NH}_2$  группы); 2920  $\text{см}^{-1}$  проявляются валентные колебания  $-\text{CH}_2-$  групп; 1725-1710  $\text{см}^{-1}$  (карбонилсодержащие соединения и валентные колебания первичных амидов); 1630-1610  $\text{см}^{-1}$  – связи  $\text{C}=\text{O}$  первичных амидов и колебания сопряженных двойных связей  $\text{C}=\text{C}$  и ароматических  $\text{C}=\text{C}$ ; 1250-1225  $\text{см}^{-1}$  –  $\text{C}-\text{O}$  карбоновых кислот, сложных эфиров,  $-\text{OH}$  фенолов; 1100-1030  $\text{см}^{-1}$  –  $\text{C}-\text{O}$  углеводов, спиртов циклических и алифатических эфиров.

Количественную оценку содержания функциональных групп также проводили основываясь на отношениях оптических плотностей полос поглощения кислородсодержащих и алифатических групп к оптическим плотностям, соответствующим ароматическим полисопряженным системам (1630  $\text{см}^{-1}$ ). Анализ данных показал, что в щелочной и пирофосфатной вытяжках гуминовых кислот с увеличением содержания органического вещества в органогенном слое увеличивается отношение  $D_{1230}/D_{1630}$ , что свидетельствует о повышении доли  $\text{C}-\text{O}$ – карбоновых кислот, сложных эфиров, фенолов ( $y=0,3136e^{-0.0117x}$  и  $y=0,7092e^{-0.0028x}$  соответственно).

Важным показателем плодородия почв является обеспеченность гуминовых кислот кислородом. Зависимости насыщенности гуминовых кислот кислородом от срока сельскохозяйственного использования не установлено. Исключение составляет отношение оптических плотностей полос поглощения  $C-O_{1230}$  и  $C_{аром1630}$  групп в щелочной и пирофосфатной фракциях гуминовых кислот. Получена зависимость спектрального коэффициента от длительности сельскохозяйственного использования ( $y=0,8659e^{-0,002x}$  и  $y=0,9357e^{-0,0006x}$  соответственно).

Согласно полученным закономерностям можно сделать вывод, что доля  $C-O$  карбоновых кислот, сложных эфиров и фенолов зависит от содержания ОВ в почве и снижается с его уменьшением. Так как с увеличением длительности сельскохозяйственного использования содержание ОВ в пахотном слое снижается, то, соответственно, уменьшается и доля  $C-O$  групп. Наличие данных функциональных групп в органическом веществе почвы обуславливает его способность активно взаимодействовать с минеральными компонентами почвы с образованием органоминеральных соединений, ингибируя тем самым процессы трансформации ОВ.

Так как после осушения и нормализации водного режима в торфяных почвах начинаются процессы почвообразования, характерные для автоморфных почв, то важной характеристикой почвенного плодородия является тип гумусообразования, определяющийся соотношением углерода гуминовых кислот ( $C_{ГК}$ ) и фульвокислот ( $C_{ФК}$ ). Отношение  $C_{ГК}/C_{ФК}$  показало, что во всех почвенных пробах преобладает фульватный тип гумуса  $C_{ГК} : C_{ФК} \leq 0,5$ .

Полученные данные указывают на то, что в агроторфяных и деградаторфяных почвах после осушения начинают преобладать почвенные процессы характерные для подзолистых или дерново-подзолистых почв, для которых характерно отношение  $C_{ГК}/C_{ФК}$  ниже 1, которое чаще всего опускается до 0,3-0,6. Этому способствуют и природно-климатические условия.

### Литература.

1. Ефимов, В. Н. Торфяные почвы и их плодородие. – Л.: Агропромиздат, 1986. – С. 61 – 66.
2. Лученок, Л. Н. Методические особенности определения состава органического вещества антропогенно-преобразованных торфяных почв / Л. Н. Лученок, Л. А. Юрко, Т. И. Олимпиева // Мелиорация. – 2009. – №1(61). – С. 186 – 190.
3. Орлов, Д. С. Практикум по химии гумуса / Д. С. Орлов, Л. А. Гришина. – М., 1981. – 167 с.
4. Семененко, Н.Н. Влияние осушения и сельскохозяйственного использования на трансформацию химического состава торфяных почв // Мелиорация. – 2009. – №2(62). – С.147-152.
5. Тюрин, И. В. Органическое вещество почвы. – М., 1937. – 176 с.



6. Шкутов, Э. Н. Эволюция свойств осушенных торфяных почв Белорусского Полесья и их плодородие / Э. Н. Шкутов, Л.Н. Лученок // Мелиорация – 2011. – №1(65). – С. 137-147

*Часть данных получена при поддержке БРФФИ, в рамках выполнения проекта B12P-167.*

---

УДК 633.1:541.1.144.7:631.44

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ФОТОСИНТЕЗА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ХОЛМИСТОГО РЕЛЬЕФА**

**ВАСЬКО А.С.,**  
**к. с. н., г. Минск, ООО «Пуэр» \***

Государственной программой сохранения и использования мелиорированных земель на 2011-2015 годы предусматривается осуществление ремонтно-эксплуатационных работ на мелиорированных сетях и агромелиоративных работ, что обеспечит поддержание оптимального водного режима на мелиорированных землях для выращивания сельскохозяйственных культур на площади 2,8 млн.гектаров. Это потенциальные возможности для получения средневзвешенной прибавки урожая 9 ц/га к.е., или 25,2 млн. ц/га к.е. на осушенных землях.

Реконструкция мелиоративных систем на площади 421,4 тыс.га при внесении оптимальных доз удобрений обеспечит рост урожайности в 1,3-3 раза в зависимости от вида культур и исходной степени изношенности систем. При средней прибавке урожая 20 ц/га к.е. в результате реконструкции мелиоративных систем будет получено дополнительно около 8,4 млн. ц/га к.е.

Основой биологической продуктивности, а также важнейшим фактором формирования урожая, осуществляющий синтез органического вещества за счет энергии света и является фотосинтез. Величина продуктивности определяется интенсивностью и периодом процесса накопления сухого вещества, который взаимосвязан с эффективностью фотосинтетической функции растения.

Изучение нарастания площади листьев как на одном растении, так и на гектаре дает возможность управлять интенсивностью процессом фотосинтеза с соответствующей системой удобрения. Формирование фотосинтетического потенциала для достижения максимального урожая озимой ржи и яровой пшеницы с учетом адаптивного размещения в условиях холмистого рельефа недостаточно изучено на пашне Витебской области и дополняется научной

закладкой опыта с учетом окупаемости килограмма действующего вещества минеральных удобрений.

Полевые опыты с зерновыми культурами были заложены согласно схеме применения удобрений в звене севооборота на мелиорированных землях Витебской опытно-мелиоративной станции. Схема опыта включала варианты с внесением различных видов органических удобрений (подстилочный навоз, вермикомпост, минеральные удобрения) под весенний сев редьки масличной, которая запахана в почву в качестве зеленого удобрения под посев озимой ржи Зубровка. После уборки озимой ржи, с целью повышения плодородия почв, высевали по стерне – редьку масличную, затем яровую пшеницу, сорт Банти. Почва опытного участка на вершине склона слабосмытая дерново-подзолистая супесчаная, с 0,5 м подстилаемая суглинком с прослойками мелкозернистого песка.

\*Работа выполнена в РУП «Институт мелиорации»

Пахотный слой осенью 2008 г. характеризовался следующими агрохимическими показателями: pH – 6,3-6,8, содержание гумуса – 1,5-1,74 %; общего азота – 0,182 - 0,228%;  $P_2O_5$  – 207-312 мг/кг,  $K_2O$  – 172-258 мг/кг почвы. Середина склона – слабосмытая дерново-подзолистая глееватая легкосуглинистая почва, с 0,5 м моренный средний суглинок с прослойками мелкозернистого песка, pH – 6,6-6,8, содержание гумуса – 1,46-1,76 %, общий азот – 0,137 - 0,182%;  $P_2O_5$  – 230-414 мг/кг,  $K_2O$  – 188-258 мг/кг. Низина склона – почва, осушенная гончарным дренажом, дерново-подзолистая глееватая намытая супесчаная, подстилаемая супесью с 0,5 м, pH – 6,2-6,6, гумус – 1,55-2,93 %, общий азот – 0,137 - 0,228%,  $P_2O_5$  – 186-372 мг/кг,  $K_2O$  – 164-286 мг/кг.

Навоз в дозе 21 т/га и вермикомпосты 13 т/га вносили весной под первую культуру – редьку масличную со следующим чередованием культур: 1 – редька масличная (основная культура) + озимая рожь; 2 – озимая рожь + пожнивная редька масличная; 3 – яровая пшеница + озимый рапс. Общая площадь делянки – 90 м<sup>2</sup>; учетная – 72 м<sup>2</sup>.

На основании полученных данных, а также с учетом влажности различных видов органических удобрений рассчитывали количество питательных веществ, поступивших в почву. С навозом в почву внесено – 100,8 азота (N общ.), фосфора ( $P_2O_5$ ) – 42, калия ( $K_2O$ ) – 63 кг/га. С вермикомпостами запахано в почву соответственно: 101,4; 42,9, 195 кг/га. Сравнивая содержание основных элементов питания в зеленой массе редьки масличной, запаханной в качестве зеленого удобрения, с оптимальными значениями, отмечается достаточно высокое содержание и запашка их осенью 2009 г. соответственно: N – 49,1-125,0;  $P_2O_5$  – 13,5-42,3;  $K_2O$  – 87,4-184,0 кг/га.

Определение продуктивности фотосинтеза растений рассчитывали двумя показателями: суммарной площадью листьев и приростом сухого вещества в расчете на единицу площади листьев в сутки [1]. Площадь листовой поверхности, табл. 1,3 на дату учета, рассчитывали по формуле:

$$Sl.n. = D_{cm} * Ш_{cm} * 0,7 * n \quad (1),$$

где  $Sl.n$  – площадь листовой поверхности, тыс. м<sup>2</sup>/га,  $D$  – длина листа, см,  $Ш$  – ширина листа в самой широкой части, см,  $0,7$  – коэффициент,  $n$  – число измеренных листьев.

Фотосинтетический потенциал за период наблюдений, рассчитывался на основании формулы (2), [2].

$$\Phi П = \frac{Л_1 + Л_2}{2} n + \frac{Л_2 + Л_3}{2} n + \dots \quad (2),$$

где  $\Phi П$  – фотосинтетический потенциал листовой поверхности, тыс. м<sup>2</sup> сутки/га,  $Л_1, Л_2$  – площадь листовой поверхности, тыс. м<sup>2</sup>/га,  $n$  – количество суток в межфазный период, согласно табл. 2, 4.

Продуктивность фотосинтеза зависит от многих показателей: интенсивности протекания процесса, биологических особенностей сорта, размера и продолжительности работы ассимиляционной поверхности, уровня минерального питания, погодных условий.

За вегетационный период в посевах озимой ржи наблюдался сухой период в мае и августе продолжительностью более 10 дней, без выпадения осадков и со среднесуточной температурой воздуха соответственно: – 12,4 и 17,5°C. Сумма положительных температур более 10°C составила 1577,6, выпало 284,3 мм осадков. Неравномерное распределение осадков за вегетационный период характерно для возделываемых в опыте зерновых культур в 2009-2010г.г. Так, 2009г. был влажным, 2010г. – жарким. Острый недостаток влаги отмечен в мае 2010 г. – в начальный период развития яровой пшеницы, ГТК – 0,48, затем в первой декаде июня – 0,9. Июль был острозасушливым, ГТК составил по декадам соответственно: – 0,48, 0,0, 0,48; первая декада августа – 0,14. Следует отметить, что избыточная увлажненность территории в условиях проведения опыта отмечалась во второй декаде мая и третьей декаде июля. Влажные условия в период вегетации растений отмечены в третьей декаде мая и во вторых декадах июня и июля. Вегетационный период был засушливым в первых декадах мая, июля и августа 2009 г. В сентябре, количество выпавших осадков составило – 55% от нормы. Большое количество осадков выпало в июле – 145 мм, а наибольшее их количество отмечается в период молочной спелости зерна, во второй и третьей декадах, соответственно: 52,2 и 79,2 мм, что превысило норму (30 мм) в 1,5-2,1 раза. Среднемесячные температуры также отклонялись от норм. Во второй декаде мая температура была несколько ниже средней многолетней, но с большим количеством осадков (в 1,2 раза выше нормы). Несмотря на сложные метеорологические условия в периоды развития озимой ржи и яровой пшеницы на всех почвенных разновидностях не отмечалось полегания посевов

и получена относительно высокая урожайность в условиях холмистого рельефа от 38 до 59,7; 25,0 – 39,3 ц/га.

Изучение влияния органических удобрений совместно с сидератами на нарастание (ассимиляционной поверхности) – суммарной площади листьев, ее оптимального формирования представлено в табл. 1.

Таблица 1 – Динамика нарастания листовой поверхности оз. ржи, тыс. м<sup>2</sup> /га

Вариант опыта	Фазы развития растений			
	Конец кущен ия	Флаго- вый лист	Колошение (в конце фазы)	Молочная спелость
Вершина склона				
1. N45 P60 K90	6,6	41,0	35,1	13,4
2. N45 P60 K90	11,3	65,1	30,6	13,2
3. N70 P60 K90	12,9	75,4	16,8	6,9
4. N90 P60 K90	13,7	80,1	38,7	28,7
Середина склона				
1. N45 P60 K90	18,3	40,1	33,0	31,7
2. N45 P60 K90	7,7	32,7	28,6	18,4
3. N70 P60 K90	10,9	32,7	27,3	10,1
4. N90 P60 K90	21,2	62,5	36,5	31,5
Низина склона				
1. N45 P60 K90	15,2	62,5	44,3	30,9
2. N45 P60 K90	7,5	84,7	21,0	18,3
3. N70 P60 K90	16,1	47,7	44,7	18,6
4. N90 P60 K90	28,1	64,3	41,1	38,6

На динамику формирования листовой поверхности озимой ржи оказали влияние минеральные и органические удобрения. Наибольшее влияние на формирование листовой поверхности оказывают азотные удобрения в варианте (N<sub>90</sub>) и в среднем увеличивали ее в фазе флагового листа в два раза по сравнению с органическими удобрениями, на 15 тыс. м<sup>2</sup> /га – по сравнению с вермикомпостами на верхнем элементе рельефа. На нижних элементах рельефа органические удобрения снижали динамику формирования листовой поверхности по сравнению с вермикомпостами в фазе флагового листа, в последующих фазах тенденция снижения листовой поверхности прослеживалась в обратном порядке. В вариантах с применением органических удобрений и азотном питании (N<sub>100</sub>) отмечается более продолжительный максимум величины листовой поверхности и меньшее отмирание листьев. Более продолжительно этот процесс прослеживался также на нижних элементах склона.

Таблица 2 – Фотосинтетический потенциал листовой поверхности оз.ржи, млн. м<sup>2</sup> сутки / га, 2009г.

Вариант опыта	Фазы развития растений			
	Конец кущен ия	Флаговы й лист	Колоше- ние	Молочна я спелость
Вершина склона				
1. Последействие навоза –21т/га + N45 P60 K90	0,03	0,66	0,68	0,56
2. Последействие вермикомпоста –13т/га + N45 P60 K90	0,07	1,06	0,86	0,50
3. N45 P60 K90	0,06	1,23	0,83	0,27
4. N45 P60 K90	0,07	1,31	1,06	0,77
Средина склона				
5. Последействие навоза –21т/га + N45 P60 K90	0,09	0,82	0,66	0,74
6. Последействие вермикомпоста –13т/га +N45 P60 K90	0,04	0,57	0,55	0,54
7. N45 P60 K90	0,05	0,61	0,54	0,43
8. N45 P60 K90	0,11	1,52	1,17	0,98
Низина склона				
9.Последействие навоза –21т/га + N45 P60 K90	0,08	1,09	0,96	0,63
10. Последействие вермикомпоста – 13т/га +N45 P60 K90	0,04	1,2	0,95	0,45
11. N45 P60 K90	0,09	0,89	0,83	0,73
12. N45 P60 K90	0,14	0,65	0,95	0,92

На основании показателей площади листовой поверхности и длительности межфазного периода рассчитывали фотосинтетический потенциал по периодам органогенеза растений: от фазы трех листьев до молочной спелости растений. Анализ формирования фотосинтетического потенциала в соответствии с таблицей 2 показывает, что более высокие приросты листового фотосинтетического потенциала в опыте отмечалось с момента появления флагового листа, после фазы колошения наблюдалось его снижение.

В вариантах с органическими и минеральными удобрениями, в эквивалентных дозах по азоту ( $N_{100}$ ) медленнее проходило падение ФП по всем элементам склона.

Изучение влияния органических удобрений совместно с сидератами на нарастание ассимиляционной поверхности яровой пшеницы, ее оптимального формирования представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Динамика нарастания листовой поверхности яровой пшеницы тыс.  $m^2$  /га

Вариант опыта	Фазы развития растений			
	Конец кущения	Начало выхода в трубку	Колошение (в конце фазы)	Молочная спелость
Вершина склона				
1. N70 P60 K90	3,5	8,2	24,3	10,5
2. N70 P60 K90	4,7	9,3	21,2	9,5
3. N70 P60 K90	2,8	7,2	11,6	5,7
4. N90 P60 K90	3,7	10,4	12,3	6,3
Средина склона				
5. N70 P40 K90	2,0	7,9	13,0	4,1
6. N70 P40 K90	2,3	9,4	21,1	9,0
7. N70 P40 K90	2,6	9,4	17,6	7,0
8. N90 P40 K90	3,5	7,5	21,1	9,0
Низина склона				
9. N70 P60 K90	3,0	4,6	13,2	5,4
10. N70 P60 K90	3,5	7,0	14,2	5,0
11. N70 P60 K90	2,5	9,2	12,2	6,4
12. N90 P60 K90	4,0	6,9	12,1	7,5

Продуктивность фотосинтеза зависит от многих показателей: интенсивности протекания процесса, биологических особенностей сорта, размера и продолжительности работы ассимиляционной поверхности, уровня минерального питания. Наибольшее влияние на динамику нарастания листовой поверхности оказывают азотные удобрения в последствии вермикомпостов в конце фазы колошения на середине и низине склона по сравнению с органическими удобрениями. На вершине склона в последствии органические удобрения на фоне минеральных удобрений повышали динамику формирования листовой поверхности по сравнению с вермикомпостами в этой фазе, в последующей фазе тенденция снижения листовой поверхности прослеживалась в обратном порядке лишь на середине склона. Максимальная площадь листовой поверхности формировалась в фазе

флагового листа, последующие фазы снижают этот показатель из-за убыли площади листовой поверхности. В вариантах с N100 отмечается более продолжительный максимум величины листовой поверхности и меньшей убылью листьев в сложившихся осторо-засушливых условиях 2010 г. Более заметно этот процесс прослеживался на нижних элементах склона, что связано с условиями питания растений, водным режимом и устойчивостью к экстремальным погодным условиям. На основании показателей площади листовой поверхности и длительности межфазного периода рассчитывали фотосинтетический потенциал по периодам органогенеза растений: от фазы конец кущения до молочной спелости растений.

Анализ формирования фотосинтетического потенциала (ЛФП) яровой пшеницы, табл.4 показывает, что более высокие приросты его в опыте установлены с момента появления фазы – флаговый лист и с развитием фазы колошения наблюдалось его снижение. В вариантах с органическими и минеральными (N<sub>100</sub>) удобрениями медленнее проходило падение ФП по всем элементам склона. На вершине склона наиболее высокий листовой фотосинтетический потенциал формировался за вегетацию у яровой пшеницы в последствии органических удобрений и двухкратной заправке сидерата на фоне минеральных удобрений N<sub>70</sub> P<sub>60</sub> K<sub>90</sub>. Для получения высокого урожая зерна 39,3 ц/га в засушливых условиях 2010 г. на вершине склона формировались посевы с площадью листьев не менее 24,3 тыс.м<sup>2</sup> в фазе колошения и суммарным листовым фотосинтетическим потенциалом – 0,72 млн. м<sup>2</sup> сутки (без учета фазы – флаговый лист).

Таблица 4 – Фотосинтетический потенциал листовой поверхности яровой пшеницы, млн. м<sup>2</sup> сутки / га (2010г.).

Вариант опыта	Фазы развития растений			
	Конец кущения	Начало выхода в трубку	Колошение	Молочная спелость
1. N70 P60 K90	0,09	0,23	0,33	0,07
2. N70 P60 K90	0,12	0,21	0,29	0,05
3. N70 P60 K90	0,09	0,13	0,16	0,01
4. N90 P60 K90	0,12	0,16	0,18	0,07
Средина склона				
5. N70 P40 K90	0,08	0,15	0,19	0,03
6. N70 P40 K90	0,08	0,23	0,35	0,10
7. N70 P40 K90	0,10	0,19	0,22	0,12
8. N90 P40 K90	0,9	0,20	0,29	0,12
Низина склона				
9. N70 P60 K90	0,09	0,13	0,18	0,07
10. N70 P60 K90	0,09	0,15	0,18	0,08

11. N70 P60 K90	0,09	0,15	0,18	0,7
12. N90 P60 K90	0,09	0,43	0,19	0,8

В среднем период от начала весенней вегетации до полного колошения продолжительнее на низине склона, чем на его вершине на 1-2 дня при одинаковом температурном и различном водном режимах.

#### Литература.

1. Ламан, Н.А – Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Н.А. Ламан, В.П. Самсонов, В.Н. Прохоров [1996, DjVu, RUS].
2. Зверева, Г.К. Фотосинтетическая способность и продуктивность кормовых культур / Г.К. Зверева // Вестник РАСХН. – 2006. – № . – С.76-79.

УДК: 631.46 / 592

## **ПРИМЕНЕНИЕ БИОРЕСУРСА *EISENIA FOETIDA* В ЗЕМЛЕДЕЛИИ ПОДТАЕЖНОЙ ЗОНЫ СИБИРИ**

**СОРОКИН И.Б., ТИТОВА Э.В., СИРОТИНА Е.А., ПЕТРОВА Л.В.**

ГНУ Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии,  
г. Томск, Россия. E-mail: sorokin.ib@mail.ru

## **APPLICATION OF *EISENIA FOETIDA* BIORESOURCE IN AGRICULTURE OF PRETAIGA ZONE OF SIBERIA**

**SOROKIN I.B., TITOVA E.V., SIROTINA E.A., PETROVA L.V.**

Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Tomsk, Russia.

**Резюме.** Изучено влияние продуктов вермикомпостирования при внесении их в серую лесную почву на урожайность картофеля и яровой пшеницы (в последствии) в сравнении с традиционными органическими удобрениями. Повторная интродукция *Eisenia foetida* повысила урожайность овса на 14%.

**Summary.** Studied the effect of products of vermicomposting in making them in the gray forest soil on the yield of potatoes and spring wheat (in the



aftereffect) than traditional organic fertilizers. Re-introduction of *Eisenia foetida* increase yields by 14% oats.

Важна роль органических удобрений в обеспечении питанием и энергией почвенной биоты. В связи с этим необходимо не только разовое в севообороте, но и систематическое ежегодное поступление в почву свежего органического вещества, служащего пищей для беспозвоночных. Здесь незаменимы в земледелии возобновляемые растительные биоресурсы.

Биологическое воздействие хода червя, который является идеальной средой жизнедеятельности микроорганизмов и корней растений, распространяется на зону 1-5мм окружающей почвы. Значение дриосферы в формировании биологической активности почвы возрастает с глубиной [Терещенко, 2003].

Переработка с помощью биологического ресурса дождевых червей позволяет снизить объемы навоза, органических отходов и повысить урожайность культур. При выращивании технологичных видов дождевых червей получают ценное биологически активное удобрение – биогумус, путем выделения (отсева) копролитов из вермикомпоста.

Несмотря на высокие энергозатраты вермикомпостирования, энергоэффективность применения биогумуса выше, чем исходных компостов, [Варламова, 2007].

Традиционные органические удобрения (ОУ) не во всех складывающихся почвенно-климатических условиях обеспечивают достоверные прибавки урожайности. Однако многолетний практический и научный опыт говорит, что исключение из правил лишь подтверждает правило о необходимости применения всех доступных видов ОУ, а также активизации биологического фактора в земледелии.

В 2002 году на серой оподзоленной почве внесение биогумуса - 3т/га обеспечило прибавку урожая картофеля на 53,1%, вермикомпоста - 6т/га – на 63,2%. Высокий эффект получен и от применения торфо-навозной смеси (ТНС) - 20т/га (прибавка 68,3%) и навоза – 20т/га (прибавка 71,8%), однако доза внесения продуктов вермикомпостирования намного ниже, чем навоза и ТНС (табл. 1).

В 2003 году все опытные варианты не обеспечили достоверной прибавки урожая, но есть тенденция повышения урожайности в вариантах: вермикомпост – на 16%, ТНС – на 9% и навоз – на 8%.

Таблица 1 - Влияние на урожайность картофеля продуктов вермикомпостирования и традиционных ОУ. Поросино. 2002-2004 гг.

Варианты опыта	Урожайность, ц/га			Среднее	Отклонение от контроля
	2002	2003	2004		

1. Контроль – без удобрений	165,6	186,2	417,1	256,3	-
2. Биогумус-3 т/га	253,5	181,3	404,1	279,6	23,3
3. Вермикомпост - 6 т/га	270,2	215,6	424,7	303,5	47,2
4. ТНС - 20 т/га	278,7	202,2	368,6	283,2	26,9
5. Навоз -20т/га	284,5	200,1	417,8	300,8	44,5
НСР <sub>05</sub>	46,6	57,7	79,6	38,7	

В 2004 году был получен высокий урожай картофеля – до 500 ц/га и по вариантам опыта отличался незначительно. Статистической обработкой урожайных данных картофеля за 3 года, установлено достоверное повышение урожайности в вариантах: вермикомпост 6т/га на 18% и навоз 20т/га на 17%. Возможно здесь были в большей мере сбалансированы потребности в минеральном питании картофеля. Остальные ОУ проявляют устойчивую тенденцию повышения урожайности до 9-10%.

В сравнении с традиционными удобрениями, внесенными по 20т/га, удобрения на основе вермикультуры не уступают во влиянии на повышение урожайности при значительно меньших дозах. А так же наблюдается повышение качества картофеля.

Минеральные удобрения без ОУ на серой оподзоленной почве снижали содержание крахмала в клубнях картофеля на 5,6%, а ОУ, как правило, улучшали этот показатель в исследованиях ОУ из активированного торфа [Сорокин, Титова, 2006].

В 2002 году при применении биогумуса - 3т/га и вермикомпоста - 6т/га содержание крахмала в клубнях картофеля возросло на 2,2-2,9% (табл. 2).

В жарких и засушливых условиях 2003 года применение биогумуса и вермикомпоста увеличило содержание крахмала в клубнях на 1,9%. Внесение навоза практически не изменило этот показатель. В 2004 году содержание крахмала в клубнях картофеля увеличилось при применении биогумуса и вермикомпоста на 1,8 и 5,9% соответственно.

Таблица 2 - Содержание крахмала в клубнях картофеля при внесении органических удобрений, 2002-2004 гг.

Варианты опыта	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества, %
1. Контроль	15,8	26,9
2. Биогумус-3 т/га	17,7	26,3
3. Вермикомпост - 6 т/га	19,3	30,5
4. ТНС - 20 т/га	16,3	25,2
5. Навоз -20т/га	14,3	25,8
НСР <sub>05</sub>	2,98	1,9

В среднем за 3 года достоверно повысилось содержание крахмала в клубнях картофеля от применения вермикомпоста - 6т/га на 3,6%, в варианте с биогумусом установлена устойчивая тенденция повышения на 1,9%. Действие навоза и ТНС на крахмалистость картофеля было не значительным.

Также в среднем за 3 года установлено достоверное повышение содержания сухого вещества в клубнях картофеля при применении вермикомпоста – на 3,5%. При применении традиционных органических удобрений, наоборот наблюдается устойчивая тенденция снижения этого показателя.

Дисперсионный анализ последствий ОУ на урожайность яровой пшеницы выявил в среднем за 3 года достоверное повышение урожайности в вариантах с биогумусом и вермикомпостом (табл. 3). По последствию навоза данные статистически недостоверны, но с устойчивой тенденцией повышения урожайности пшеницы по годам исследований. В сравнении с ТНС и навозом (по 20т/га), биогумус-3т/га и вермикомпост - 6т/га обеспечивают прибавку урожайности в последствии выше традиционных удобрений, как в среднем за 3 года (14-17% выше контроля), так и по абсолютной сумме прибавок.

Высокую экономическую эффективность в наших исследованиях обеспечивают продукты вермикультивирования в сравнении с ТНС и навозом по 20т/га. Продукты переработки торфонавозной смеси дождевыми червями, обеспечивают высокую окупаемость затрат: биогумус (3т/га) – в 2,3 раза, а вермикомпост (6т/га) – в 3,5 раза, а также позволяют в 2-3 раза снизить затраты на 1га, по сравнению с традиционными ОУ (ТНС и навоз).

Таблица 3 - Урожайность яровой пшеницы в последствии органических удобрений. Поросино. 2003-2005 гг.

Варианты опытов	Урожайность, ц/га			Среднее	Отклоне- ние от контроля	Σ прибавки, ц/га
	2003	2004	2005			
1. Контроль	16,2	30,4	12,5	19,7	-	-
2. Биогумус-3 т/га	16,6	38,2	12,8	22,5	2,8	8,5
3. Вермикомпост - 6т/га	18,5	39,9	10,5	23,0	3,3	9,8
4. ТНС - 20 т/га	16,9	34,5	11,6	21,0	1,3	3,9
5. Навоз - 20 т/га	17,8	36,4	12,8	22,4	2,7	7,9
НСР <sub>05</sub>	3,3	4,3	2,6	2,8		

На полевом стационаре в с. Лучаново в пахотной почве отсутствуют природные дождевые черви. Технологические черви при их интродукции в почву (50 шт./м<sup>2</sup>) не успевали адаптироваться для активного размножения и перезимовки в полевых условиях за вегетационный период. Но это позволяло

выделить влияние жизнедеятельности дождевых червей в течение одного вегетационного периода в почвенных процессах на фоне с другими биоресурсами агроценозов (табл. 4).

Таблица 4 - Влияние соломы, сидерата (клевера) и дождевых червей (интродукция в 2009 и 2012 гг.) на урожайность зерновых культур во 2-ю ротацию зернопарового севооборота

Вариант опыта	Годы, культура			Среднее	
	2010, пшеница	2011, ячмень	2012, овес	ц/га	отклонен.
1. Контроль (чистый пар)	28,57	21,92	19,46	23,32	-
2. Солома 5т/га (чистый пар)	29,74	19,49	19,12	22,78	-0,53
3. Солома 5т/га + сидерат (клевер)	26,80	<b>27,29</b>	20,51	24,87	1,55
4. Сидерат (клевер)	26,12	<b>28,91</b>	20,98	25,34	2,02
5. Солома + сидерат (клевер) + ТНС (3-6т/га)	28,64	25,68	20,88	25,07	1,75
6. Солома + сидерат (клевер) + ТНС (3-6т/га)+ интродукция дождевых червей	27,13	24,51	<b>23,84</b>	25,16	1,84
НСР <sub>05</sub>	3,18	4,91	3,03	3,70	

Жизнедеятельность дождевых червей (ДЧ) (6 вар.) в течение вегетационного периода 2009 года и внесение соломы (2, 3, 5, 6 вар.) не оказали влияния на урожайность. При повторной интродукции ДЧ в 2012г. урожайность овса выше контроля на 22% и в сравнении с вар. 5 – на 14%, а также ДЧ повысили целлюлозолитическую активность почвы: в 2009г. - на 20% и в 2012г. - на 64%.

### Выводы.

В сравнении с ТНС и навозом, продукты вермикультивирования не уступают или выше в повышении урожайности при меньших дозах. Урожайность картофеля достоверно повысили: вермикомпост-6т/га на 18% и навоз-20т/га на 17%. Биогумус-3т/га и ТНС-20т/га проявили устойчивую тенденцию повышения урожайности до 9-10%. В последствии продукты вермикомпостирования повысили в среднем за 3 года урожайность пшеницы на 14-17%.

Вермикомпост 6т/га повышает содержание крахмала в клубнях картофеля на 3,6% и сухого вещества на 3,5%. У биогумуса-3т/га - устойчивая

тенденция повышения крахмала на 1,9%. Действие навоза и ТНС на крахмалистость картофеля не значительно и наблюдалась устойчивая тенденция снижения содержания сухого вещества в клубнях.

Повторная интродукция дождевых червей повысила урожайность овса на 14% в сравнении с вариантом, где вносили сидерат, солому и ТНС.

#### **Список литературы.**

1. Терещенко Н.Н. Эколого-микробиологические аспекты вермикультивирования. – Новосибирск: Изд-во Россельхозакадемии. Сиб. отделение, 2003. – 166с.
  2. Варламова Л.Д. Эколого-агрохимическая оценка и оптимизация применения в качестве удобрений органосодержащих отходов производства. Автореферат дисс. ... доктора сельскохозяйственных наук. Саранск. 2007. 42с.
  3. Сорокин И.Б., Титова Э.В. Изучить влияние оптимальных доз новых биологически активных удобрений на трансформацию органического вещества почвы, урожайность и качественные показатели сельскохозяйственных культур / Научно-технический бюллетень по проблеме: «Разработать научные основы биологизации земледелия на базе высокоэффективных, экологически безопасных технологий производства и использования органических удобрений и биоресурсов в адаптивно-ландшафтном земледелии».- Владимир - 2006. № 4. – С. 22-24.
- 

УДК: 631.8

### **СОСТАВ И СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ЕС ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ ПРОИЗВОДИМОГО В ЛИТВЕ БИОГУМУСА**

**ПЕКАРСКАС Ю.<sup>1</sup>, ЭГИДИЮС Ж.<sup>2</sup>**

Университет Александра Стулгинскиса, Литва<sup>1</sup>

ООО „Kaprolita“<sup>2</sup>, juozas.pekarskas@asu.lt

### **CHEMICAL COMPOSITION VERMICOMPOST PRODUCED IN LITHUANIA AND EU REQUIREMENTS FOR ORGANIC VERMICOMPOST PRODUCTION**

**PEKARSKAS J., EGIDIJUS Ž.**

Aleksandras Stulginskis University, Lithuania<sup>1</sup>

UAB „Kaprolita“<sup>2</sup>, juozas.pekarskas@asu.lt

При экологическом хозяйствовании сбалансировать обеспечение растений питательными веществами довольно сложно, так как ставятся специфические требования. В экологической системе земледелия запрещается применять синтетические минеральные удобрения. В соответствии с существующими установками ЕС, экологическое ведение хозяйства должно увеличивать плодородие почвы, не истощая ее, не ухудшая агрохимические качества почвы. При экологическом земледелии часто определяется отрицательный баланс питательных веществ (NPK), что означает, что питательных веществ в почве становится меньше, а сама почва истощается. Агрохимические свойства почв экологических производственных хозяйств Литвы разные, и это вызывает множество дополнительных проблем при экологическом хозяйствовании, поэтому необходимо искать альтернативные удобрения, которые чаще всего бывают органического происхождения. Для экологических растений годятся не все органические удобрения. Применение некоторых из них запрещается правовыми документами ЕС. В связи с этим появляется перспектива для применения различных видов компоста, в том числе и вермикомпоста. Они являются эффективным удобрением при выращивании многих сельскохозяйственных растений (Riesinger, 1998; Niggli et al., 1995, 1999; Mažvila et al., 2003; Arancon et al., 2004; Pekarskas et al., 2008).

Основным средством повышения плодородия почвы в экологическом земледелии является удобрение навозом, компостом, зеленым удобрением, прочими сертифицированными органическими и минеральными удобрениями натурального происхождения. Нельзя применять органические удобрения из промышленных земледельческих хозяйств, а также химически обработанного сырья для производства удобрений. В Литве промышленным земледельческим хозяйством считается такое хозяйство, где в отдельной ферме содержится более 300 условного поголовья. В кормах для животных не должно содержаться ГМО (Commission Regulation (EC) No 889/2008, 2008; Pekarskas, 2008).

Система сертификации удобрений, биологических препаратов и средств для улучшения почвы изменялась и совершенствовалась. В настоящее время удобрения, биопрепараты и средства для улучшения почвы сертифицируются национальными организациями сертификации, которые и выдают документы подтверждения установленной формы. Ими подтверждается, что сертифицированные удобрения, биопрепараты и средства для улучшения почвы можно применять в системе экологического хозяйства. Сертификат, выданный в одном из государств ЕС, действителен во всех государствах Евросоюза, получив сертификат в одном из государств, сертифицировать продукт в других не надо. Это сильно облегчает экологическое хозяйствование в ЕС, так как хозяин экологического хозяйства недостающие удобрения может привезти из других государств ЕС и применять их без ограничений. Для того, чтобы привезти и применять удобрения не из стран ЕС, необходимо выполнить продолжительную процедуру сертификации.

## **Правовые документы, регламентирующие экологическое хозяйствование в ЕС и Литве.**

К экологическому хозяйствованию в Европейском Союзе и в Литве предъявляются очень большие требования. Процесс экологического производства проверяется и сертифицируется. Только получив документ подтверждения (требование Регламента (ЕВ) №. 834/2007, ст 29б ч.1) хозяйство приобретает статус хозяйства экологического производства, а удобрения, биопрепараты, а также средства для улучшения почвы признаются отвечающими требованиям экологического производства. Это относится и к производителям вермикомпоста и биогумуса. Производители должны доказать, что при производстве вермикомпоста и биогумуса соблюдаются все требования, и в соответствии с требованиями, предъявляемым к этим удобрениям, сертифицировать их.

Основные правовые документы Европейского Союза, регламентирующие экологическое хозяйствование в государствах ЕС:

- с 2004 г. экологическое хозяйствование в Литве проводилось руководствуясь требованиями Регламента Европейского Комитета (ЕЕВ) №. 2092/91, действие которого завершилось. Требования регламента Совета (ЕВ) №.834/2007 в Литве вступили в силу с 1 января 2009 г.;
- регламент Совета (ЕВ) №. 834/2007 от 28 июня 2007 г. о экологическом производстве и маркировке экологических продуктов, отменяющий регламент (ЕЕВ) №.2092/91 (<http://eur-lex.europa>);
- регламент Комиссии (ЕВ) №. 889/2008 от 5 сентября 2008 г., которым устанавливаются исчерпывающие правила осуществления регламента Совета (ЕВ) №. 834/2007 об экологическом производстве, маркировке и контроле (<http://eur-lex.europa>).

### **Требования, предъявляемые к органическим и минеральным веществам.**

Основные требования указаны в регламенте Комиссии (ЕВ) №. 889/2008, приложение 1 «Удобрения и средства для улучшения почвы, упоминаемые в 1 части статьи 3». В данном регламенте указывается, какие органические и минеральные вещества можно применять для удобрения сельскохозяйственных растений или производства из них удобрений, биопрепаратов и веществ для улучшения почвы.

В системе экологического хозяйства можно применять следующие органические и минеральные вещества:

1. Сухой навоз и обезвоженный помет домашней птицы (вещества, произведенные способами промышленного земледелия, запрещаются);
2. Компост из экскрементов животных, содержащий компост с пометом домашней птицы и навоза животных (вещества, произведенные способами промышленного земледелия, запрещаются);

3. Жидкие экскременты животных (применяются после контрольной ферментации) и (или) разбавленные в определенном соотношении. (Вещества, произведенные способами промышленного земледелия, запрещаются);

4. Компост из бытовых отходов, и ферментированные бытовые отходы:

- продукты, получаемые из первичных бытовых отходов, переданных для приготовления компоста или для анаэробной ферментации в производстве биогаза;

- только растительные и животные бытовые отходы;

- отходы производимые только в закрытой контролируемой системе сбора, утвержденной государством членом ЕС;

- отходы с максимально допустимой нормой тяжелых металлов в сухом веществе: кадмия (Cd) – 0,7 mg kg<sup>-1</sup>; меди (Cu) – 70 mg kg<sup>-1</sup>; никеля (Ni) – 25 mg kg<sup>-1</sup>; свинца (Pb) – 45 mg kg<sup>-1</sup>; цинка (Zn) – 200 mg kg<sup>-1</sup>; ртути (Hg) – 0,4 mg kg<sup>-1</sup>; хрома (Cr) (всего) – 70 mg kg<sup>-1</sup>; хрома (Cr) (VI) – 0 mg kg<sup>-1</sup>.

5. Отходы грибных культур (исходный состав субстрата должен быть из перечисленных в этом приложении продуктов);

6. Смесь компостированных или ферментированных растительных отходов (продукт, получаемый из смеси растительных веществ, переданных для приготовления компоста или для анаэробной ферментации в производстве биогаза);

7. Различные побочные продукты (максимальная концентрация хрома (Cr) (VI) в сухом веществе – 0 mg kg<sup>-1</sup>: кровяная мука; копытная стружка; роговая стружка; костная мука или костная мука без желатина; рыбная мука; мясная мука; молочные продукты и пр.

8. Опилки и древесная стружка (древесина после срубки дерева не обработанная химикатами);

9. Компост из древесной коры (древесина после срубки дерева не обработанная химикатами);

10. Древесный уголь (из деревьев не обработанных химическими средствами после срубки);

11. Карбонат кальция (мел; мергель, натуральный известняк, известковые морские водоросли, меловой фосфат) (только естественные);

12. Промышленная известь (побочный продукт производства сахара из сахарной свеклы).

### **Химический состав экологического биогумуса, производимого в Литве.**

Основным сырьем для производства биогумуса в Литве является коровий и лошадиный навоз. Используются также и другие вещества, допустимые регламентами ЕС. В Литве много мелких производителей биогумуса. В настоящее время производимый биогумус, как пригодный в экологическом производстве продукт, сертифицировала или собирается сертифицировать только небольшая часть из них. Одним из самых больших



препятствий в этом является происхождение органических удобрений (навоза), так как использовать навоз из промышленного производства не разрешается. В Литве большую часть хозяйств составляют большие животноводческие комплексы, в которых содержится более 300 условного поголовья. Для производства экологического биогумуса такое сырье негодно. При производстве верикомпоста из органического материала чаще всего используются дождевые черви *Eisenia fetida*, реже *Dendrobaena veneta*. Применяются чрезвычайно разнообразные технологии производства верикомпоста.

В Литве химический состав биогумуса, пригодного для применения в системе экологического земледелия, исследовался в аккредитированных лабораториях Литвы и ЕС. Исследования проводились по методикам анализа, действующим в ЕС и Литве.

Исследованием состава биогумуса, производимого в Литве, установлено, что в нем содержалось 41,98 % сухого вещества и 46,15 % органических веществ, в биогумусе обнаружено 21,97 % органического углерода, рН биогумуса 7,3. В составе биогумуса было установлено 2,02 % суммарного азота, 0,55 % суммарного фосфора, 1,31 % суммарного калия, 4,51 % кальция, 0,58 % магния, 0,56 % железа и 0,11 % натрия. Биогумус изобилует микроэлементами, среди которых больше всего было марганца ( $230,0 \text{ mg kg}^{-1}$ ), цинка ( $146,3 \text{ mg kg}^{-1}$ ), бора ( $22,63 \text{ mg kg}^{-1}$ ) и меди ( $20,5 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Обнаружено также  $3,98 \text{ mg kg}^{-1}$  кобальта и  $1,74 \text{ mg kg}^{-1}$  молибдена. После исследования количества органических кислот найдено 4,64 % гуминовых кислот и 0,39 % фульвокислот. В исследованных образцах биогумуса установлено наибольшее загрязнение свинцом ( $15,27 \text{ mg kg}^{-1}$ ), никелем ( $7,38 \text{ mg kg}^{-1}$ ) и кадмием ( $0,45 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Соединений хрома в биогумусе не обнаружено.

### **Выводы.**

1. При производстве в Литве биогумуса, который можно было бы применять в экологическом земледелии, необходимо соблюдать требования регламента Комиссии (ЕВ) № 889/2008, в котором изложены ограничения применения веществ для производства экологического биогумуса.

2. Процесс экологического производства контролируется и сертифицируется. Только получив документ подтверждения (требование Регламента (ЕВ) № 834/2007, ст 29, ч.1) хозяйство приобретает статус хозяйства экологического производства, а удобрения, биопрепараты, а также средства для улучшения почвы признаются отвечающими требованиям экологического производства.

3. В производимом в Литве экологическом биогумусе установлено 41,98 % сухого вещества и 46,15 % органических веществ, 21,97 %

органического углерода, 2,02 % суммарного азота, 0,55 % суммарного фосфора, 1,31 % суммарного калия, 4,51 % кальция, 0,58 % магния, 0,56 % железа, 0,11 % натрия, марганца ( $230,0 \text{ mg kg}^{-1}$ ), цинка ( $146,3 \text{ mg kg}^{-1}$ ), бора ( $22,63 \text{ mg kg}^{-1}$ ) и меди ( $20,5 \text{ mg kg}^{-1}$ ),  $3,98 \text{ mg kg}^{-1}$  кобальта и  $1,74 \text{ mg kg}^{-1}$  молибдена, pH биогумуса 7,3. Наибольшее загрязнение свинцом ( $15,27 \text{ mg kg}^{-1}$ ), никелем ( $7,38 \text{ mg kg}^{-1}$ ) и кадмием ( $0,45 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Соединений хрома в биогумусе не обнаружено.

### **Список литературы.**

1. Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Welch C., Metzger J.D. Influences of vermicompost on field strawberries: 1. Effects on growth and yields // Bioresource Technology. – 2004. – Vol. 93, N 2. – P. 145–153.
2. Commission Regulation (EC) No 889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control (OL L 250, 2008 9 18, p. 1) <http://eur-lex.europa> [accessed 27 02 2012].
3. Mažvila J., Pekarskas J., Arbačiauskas J. Ekologinės žemdirbystės ūkių dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita // Žemdirbystė-Agriculture. – 2003. – Vol.83, N 3. – P. 66–76.
4. Niggli U., Alföldi T., Mäder P., Pfiffner L., Spiess E., Besson J. K. DOK – Versuch: vergleichende Langzeituntersuchungen in der drei Anbausystemen biologisch – Dynamisch, Organisch – biologisch und Konventionell. VI. Synthese, 1 und 2. Fruchtfolgeperiode. Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung, Sonderheft DOK. – 1995. – N 4. – P.1–34.
5. Niggli U., Fließbach A., Mäder P. Yield of grass clover crop rotation and soil fertility in organic and conventional farming systems // On the way to Europe with organic products. – 1999. – P. 92–102.
6. Pekarskas J. Trešimas ekologinės gamybos ūkiuose. – Kaunas, 2008. – 189 p.
7. Pekarskas J., Mažvila J., Arbačiauskas J. Ekologinio ir intensyvaus ūkininkavimo įtaka NPK balansui // Vagos. – 2008. – N 80 (33). – P. 75–81.
8. Riesinger P. Efficient and sustainable Agriculture. – Master's Thesis. Sweden, SLU, 1998. – 200 p.

---

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В ИНДИИ**

### **КАЛЕ РАДА**

# TECHNOLOGICAL APPROACHES IN EARTHWORM RESEARCH IN INDIA

**RADHA D KALE**

Centre For Scientific Research And Advanced Learning  
Mount Carmel College (Autonomous)  
Bangalore-560052 India

Earthworms serve as highly beneficial organisms for applications in the field of biotechnology. The unique ability is because of the physiological adaptations exhibited to survive under stressful conditions. First and foremost technological applications using earthworms was their contribution in the production of vermicompost using all organic degradable solid wastes. The epigeic earthworms have been of importance for management of degradable organic wastes. The congenial climatic conditions and taxonomical diversity of earthworms has provided ample scope to identify different species of earthworms that can be considered for the purpose of vermiculture and vermicomposting. In India, apart from *E. fetida*, *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus*, *P.sansibaricus*, *P.ceylonensis* are considered for vermicomposting. With rich source of organic substrates for developing earthworm cultures and availability of different efficient species, the country has become the forerunner in development of this technology. The government organizations like Department of Biotechnology and Department of Science and Technology, both at National and State levels have encouraged the scientists and other non government organizations to promote the vermicompost technology as part of rural development programme. One of the major tasks associated with this study is to identify the substrates for earthworms to get suitable vermicompost for specific functions at field level to achieve the maximum benefit in agriculture. In this regard research is progressing at different institutions to understand the release of nutrients from the vermicompost on application to different standing crops in different soil types. Very little information is available on this aspect even at the global level. Extensive study has to be carried out in India where there is diversity of crops, cropping patterns, climatic and edaphic conditions.

The aqueous extract of vermicompost as foliar spray has become a practice both in the agricultural fields by farmers and scientists. Benefits derived from this operation are well documented as overall establishment of disease free crops and in improving the agricultural yield. The question that remains to be answered is the factors that are responsible for these beneficial results. The different concentrations of vermicompost tested in a soilless medium used in place of MS media in the growth of explants of *Bacopa monnieri* has shown good response of explants to vermicompost as the growth stimulator in development of plantlets. Further hardening of these plantlets in coir pith mixed with vermicompost resulted in 100% establishment of the plants. The fractions of vermicompost extracts namely, the

aqueous, alkaline and acidic extracts tested on growth of some of the hard to develop medicinal plants through tissue culture have shown positive response through the development of calli. The positive response obtained on replacing synthetic hormones by different concentrations of coelomic fluid of earthworms in tissue culture tubes has established the growth stimulatory effect of coelomic fluid. Use of some of the food preservatives like sorbic acid, vinegar and asafetida in vermiwash (extracted coelomic fluid through cold shock or chemical shock) to identify the bench life of 'vermiwash' has shown its enhanced property of pathogen suppression. Investigations are in progress to promote these results for field level applications. Similarly the influence of sugar specific lectins on supporting nodule formation in leguminous plants is in progress.

Apart from use of vermicompost extract as foliar spray, studies on the use of the same for seed treatment with aqueous extract before sowing in fields receiving vermicompost as amendment has resulted in disease free crop in a field infected with *Fusarium*. Research is in progress on this line in different geographical zones for different crops. It is also essential to identify the organic substrate mix that can bring about effective control of pathogens on application to soil.

Soils have turned sodic and unproductive due to excessive use of fertilizers. Similarly the mining activities have resulted in accumulation of mine dumps contaminated with many heavy metals and other toxic elements. The organic matter in these dumps is totally absent. The available reports have shown that amendment of the sick soils with vermicompost has turned such soils productive.

Other milestone of achievements is the possible use of vermicompost as carrier material for biofertilizers and biocontrol agents. This will provide scope for producing enriched vermicompost for better performance of crops and also to improve the bench life of biofertilizers. The study initiated in this regard has shown that maintaining the moisture level at 25% in vermicompost and using the poly bags of higher gauge can retain the viability of test organisms for a period of six months. The study would gain importance in coming days to support organic farming.

The importance of the associated microorganisms in vermicompost needs to be established. Community structure of microorganisms in vermicompost produced using different substrates is one of the determining factors for the compost quality. The functional role of these organisms can provide some important factors and functions that can take place in the soil. The release of nutrients depends on the soil type and the type of stranding crop. The study carried out in three agricultural soil types have shown that the release of nutrients during the period of crop cultivation differed, based on the nutrient status of the soil prior to manure application and so also the general trend in the final crop yield

Earthworm culture has found its applications in different fields of study beyond their use in organic solid waste management and production of vermicompost. Earthworms are considered as 'Bioconcentrators' and 'Bioindicators' in the given environment. It is found that the coelomocytes, chlorogogen cells and

muscle cells of earthworms can be cultured with much ease. The *in vitro* studies are possible to assess the influence of drugs, heavy metals or other chemicals on the cultured cells and assess the changes in biochemical parameters before looking for the response of the whole organism. The studies carried out using cell cultures have shown that the results can be obtained in shorter duration of time and are dependable.

Earthworm research has come a long way from the dissection table to Petri plates to understand their importance to improve the soil productivity and minimize the use of agrochemicals. They form the supplementary animal protein in animal feed and a source of biomolecules to assist in the field of medicine.

Earthworms with very simple structural and anatomical architecture have journeyed to step down from community, populations and individuals to the mere cells to reach the hands of biotechnologists.

---

УДК 634.02:631.6

**АГРОМЕЛИОРАТИВНЫЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ  
ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ В  
УСЛОВИЯХ ПРИАРАЛЯ**

**ДАЛДАБАЕВА Г.Т.,**

к.т.н. ст. преподаватель

Кызылординский Государственный Университет имени Коркыт Ата,  
Республика Казахстан, г.Кызылорда. e-mail gulnur-d@mail.ru

**AGROFORESTRY AND BIOLOGICAL ACTIVITIES TO RESTORE  
NATURAL COMPLEXES IN PRIARALYE**

**DALDABAEVA G.T.,**

PhD, Senior Kyzylorda State University after Korkyt Ata, Kazakhstan,  
Kyzylorda.

e-mail gulnur-d@mail.ru

**РЕЗЮМЕ**

В статье сделан анализ имеющихся литературных материалов по подбору и окультуриванию галофитов в условиях Приаралья. Также среди культурных видов растений выделены виды, хорошо выносящие сравнительно высокое содержание солей в почве.

В результате отобраны 5 видов местных галофитных растений, которые являются наиболее солеустойчивыми: сарсазан, селитрянка Шобера, тамарикс, саксаул и кейреук. Среди них выделен саксаул, обладающий наиболее высокой продуктивностью и устойчивостью к засухе.

## SUMMARY

In the article an analysis of the available literature data on selection and cultivation of halophytes in the Aral Sea. Also among the cultural plant species identified species well efferent relatively high salt content in the soil.

As a result, five selected species of native halophyte plants, which are the most salt-tolerant: sarsazan, Nitraria Schober, tamarisk, Haloxylon and keyreuk. Among them is highlighted Haloxylon, have the highest productivity and resistance to drought.

Наука и практика сконцентрировала достаточно данных по характеру и глубине трансформаций природного равновесия и приемам его восстановления при возделывании биогценозов на осушенных землях. При этом важное место отведено активному использованию устойчивых к солям и засухе растений в районах с повышенной степенью засоления почвогрунтов.

Такие растения с природно-высоким уровнем биологической устойчивости преобладают среди дикорастущей растительности пустынь и полупустынь, побережий морей, океанов, соленых озер. Особенно большое внимание привлекают дикорастущие солеустойчивые растения, так называемые галофиты (halos-соль, phyton-растение) [1]. Растения, входящие в эколого-физиологическую группу галофитов, в процессе эволюции приспособились к произрастанию и осуществлению своего полного жизненного цикла в условиях засоления. Исследование и введение в культуру земледелия этих непривычных и на первый взгляд непривлекательных для сельского хозяйства растений в последнее время рассматривается как новый подход при решении экологических проблем, связанных с процессами антропогенного засоления и опустынивания.

Высокая солеустойчивость галофитов дает им большое преимущество при освоении засоленных местообитаний, где они доминируют и не имеют конкурентов в природных ассоциациях. Окультуривание дикорастущих галофитов, получение на их основе сортов, имеющих экономическое значение - новое направление рационального природопользования, которое уже нашло применение в практике сельского

хозяйства в США, Австралии, Индии, Мексике, Израиле, странах Арабских Эмиратов. Культура галофитов используется в сельском хозяйстве и при проведении природоохранных мероприятий в различных направлениях:

- для биологической мелиорации испорченных засолением или техногенным загрязнением почв и воды;
- для сохранения природных ассоциаций галофитов на почвах, не поддающихся сельскохозяйственному освоению;
- для «зеленого» строительства в городах и ландшафтной архитектуры в районах с напряженной экологической обстановкой;
- для уменьшения ветровой и водной эрозии, закрепления и биологической мелиорации приморских дюнных песков;
- как кормовые растения и источники лекарственного сырья;
- как банк генов солеустойчивости и ценный селекционный материал для повышения экологической устойчивости культурных растений;
- как компонент агроэкосистем замкнутого цикла с использованием для орошения морской и высоко минерализованной водой.

Галофиты различных семейств растений образуют на засоленных почвах так называемую солончаковую растительность со своеобразным морфолого-анатомическим обликом.

Особенно высокую пропорцию среди галофитной флоры мира составляют кустарники и многолетние травы. Древесные галофиты доминируют только во влажных засоленных местообитаниях в регионах с высокой среднегодовой температурой. Для мокрых солончаков континентального засоления (Средняя Азия, Азербайджан, Казахстан и др.) характерны различные виды тамарикса - гребенщика. Географическое распределение галофитов больше зависит от эдафических факторов (засоление), чем климатических.

Высокий предел биологической устойчивости у этой группы растений обусловлен наличием признаков и свойств, возникших и отобранных в процессе эволюции. Большую роль в их выживании и приспособлении к экстремальным условиям засоления играют морфологические особенности внешнего строения этих растений.

По морфологическим признакам приспособления галофиты подразделяются на три основные эколого-физиологические группы растений, которые различаются по местообитанию и систематическому положению. Это группа полусухопутных галофитов тропического пояса. Сюда относят древесные растения и травянистые (мангры), которые растут в черте прилива в устьях рек и на морском побережье. Во вторую группу, морских галофитов, входят водоросли, которые растут в морской воде и в солеосадочных бассейнах. Третья группа - наземные галофиты - произрастают на засоленных почвах внутренних территорий и на засоленных почвах морских побережий.

Для сельскохозяйственного использования наибольший интерес представляет группа наземных галофитов. Эта группа галофитов весьма разнородна как по систематическому положению, так и по биологическому пределу устойчивости к солям. Разные группы галофитов растут при содержании солей в почвенном растворе от 8 до 40 г/л. Самый высокий уровень биологической устойчивости с верхним пределом 40 г/л свойственен группе суккулентных эвгалофитов, в которую входят такие представители, как разные виды солеросов (*Salicornia*), сведы (*Suaeda*), сарсазана (*Halochemum*) и др., или галоксеричных эвгалофитов вида петросимонии (*Petrosimonia*).

Ранее проведенные исследования свидетельствуют о том, что галофиты способны поглощать большое количество солей и накапливать их в своих тканях. Так Б.А. Келлер [2] указывал, что в тканях солероса аккумулируются соли, составляя 10% от воды, содержащейся в растении. Древесный кустарник селитрянга (*Nitraria Schoberi* Z) накапливал в листьях до 14% Cl, а общее количество солей по плотному остатку доходило до 57% от сухой массы.

Среди культурных видов растений также есть формы, хорошо выносящие сравнительно высокое содержание солей в почве (5-6г *NaCl* на сухую массу). Это сахарная свекла и хлопчатник. Их относят к факультативным галофитам, для которых характерна стимуляция ростовых процессов в присутствии невысоких концентраций солей. Галофитизм сахарной свеклы, возможно, связан с сохранением солеустойчивого генотипа ее дикого предка (*Beta vulgaris* ssp., *maritima* L.), который обычен среди галофитной флоры морских побережий. Повышенная солеустойчивость хлопчатника - результат естественной гибридизации и отбора устойчивых форм. Тем не менее имеющийся уровень солеустойчивости хлопчатника невысок и не может удовлетворить практику сельского хозяйства на засоленных почвах. Поэтому в настоящее время проводятся интенсивные исследования по повышению солеустойчивости этой культуры, выводятся солеустойчивые сорта.

В отличие от сахарной свеклы и хлопчатника, такое несолеустойчивое растение как люцерна, не содержит генов солеустойчивости, хотя у нее также имеется предок - галофит люцерны морская (*Medicago maritima*). Солеустойчивый дикорастущий вид люцерны отличается от культурной по морфологии.

В Казахстане широко распространены галофиты, заселяющие мокрые солончаки районов континентального засоления: из древесных - саксаул, тамариск; из полукустарников травянистых - солерос, солянка, свёда, солончаковая астра, лебеда, кермек, сарсазан, соляноколосник, селитрянга и др. [3] Каждому из этих видов присущи свои характерные анатомоморфологические особенности, которые специально приспособлены для существования их на засоленных почвах.



В нашей стране использование галофитов как нового перспективного объекта для рационального землепользования весьма актуально. Проблема солеустойчивости в нашей стране разрабатывается давно и имеются реальные достижения, однако отсутствует коллекция галофитов и их детальное ботаническое описание, слабо изучается физиология галофитов, несмотря на то, что по литературным источникам исследования по оценке кормовой ценности галофитов, использованию их как источников лекарственного сырья проводились в разные годы, начиная с 20-х годов, в регионах Средней Азии и Казахстана. [4]

Так в 1966 году в пустыне Бетпак-Дала (Казахстан) и в Кызылкумах (Средняя Азия) проводились исследования по оценке галофитов на корм скоту. Было найдено, что галофиты солянка (*Salsola rigida*), полынь (*Asterias spp.*), лебеда (*Atriplex saka*) и др. содержат белка от 4 до 17% на сухую массу. [3] Некоторые виды галофитов характеризовались высоким содержанием каротина, то есть могут служить ценной добавкой к обычным кормовым травам.

В 1997 году казахстанскими учеными совместно с учеными Германии в районе острова Каскакулан была проведена совместная поисковая научно-исследовательская работа. Вначале ими была обследована территория осушенного дна Аральского моря, затем были проведены экспериментальные посадки семян галофитов. [5] Результаты опыта показали возможность культивирования галофитов.

Учеными Приаральского НИИ агроэкологии и сельского хозяйства (г.Кызылорда) были проведены научные исследования по отбору перспективных видов галофитов для размещения на осушенном дне Аральского моря. Были отобраны 5 видов местных галофитовых растений, которые являются солеустойчивыми: сарсазан, селитрянка Шобера, тамарикс, саксаул и кейреук. Результаты научных исследований показали, что наиболее высокой приживаемостью и устойчивостью к засухе обладает саксаул. [6]

В настоящее время в рамках проекта «Сохранение лесов и увеличение лесистости территории республики», утвержденного Правительством Республики Казахстан, осуществляется зарощивание осушенного дна Аральского моря (ОДАМ), общей площадью 44 000га. Лесонасаждения создаются в форме кулис, расстояния между которыми 30м, с целью последующего естественного зарощивания межкулисных пространств. [6] По проекту в течение десяти лет лесопосадочных работ на территории ОДАМ будет засажено около 88 000га саксаула. Учитывая неэффективность и низкую приживаемость (около 30%) при посадке прямым посевом семян саксаула, в рамках проекта будут осуществлены работы по созданию питомников по производству сеянцев саксаула с открытой корневой системой с показателем приживаемости 60-70%. Кроме того, на пилотной основе, будет осуществлен прямой посев гранулированных семян саксаула с планируемым процентом

приживаемости до 60%, который имеет более высокий показатель приживаемости. График лесопосадок представлен в таблице:

Площади посева на ОДАМ (в гектарах)

Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Итого
Посадка сеянцев		5500	5500	11000	11000	11000	44000
Посев гранулированных семян				500	10000	20000	35000
Итого:	0	5500	5500	16000	21000	31000	79000

Для условий Северной пустыни Казахстана намечены перспективные для интродукции различные представители галофитов и относительно солеустойчивых видов культурных растений (Ларин). Для создания и рационального использования сенокосов и пастбищ Казахстана предлагается проводить посевы таких известных кормовых культур как житняк, люцерна желтая, донник, сорго, частично суданка, кукуруза и др. Эти культуры возможно выращивать без полива. Сбросные (минерализованные) воды можно использовать для создания плантаций на сено ряда представителей типичных галофитов из семейства маревых: лебеду татарскую, марь белую, солянку содоносную, петросимонию (поземка) трехтычинную и др.

### **Выводы.**

Анализ имеющейся литературы по окультуриванию галофитов, подбору и выведению солеустойчивых сортов культурных растений показал, что использование способности растений выносить высокие концентрации солей в почве и воде для получения с.-х. продукции в районах с опасностью опустынивания или с широким распространением засоленных почв, дефицитом пресной воды для орошения – весьма актуальная задача, решение которой может обеспечить природно-экологическую устойчивость рассматриваемого региона.

В связи с нарастающей опасностью нарушения экологического равновесия и неизбежностью в будущем дальнейшего усложнения экологической обстановки для возделывания сельскохозяйственных растений галофильная культура и долгосрочный прогноз развития исследований в этой области весьма необходимы.

### **Список использованной литературы.**

1. Генкель П.А. Физиология жаро и засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1982.- С. 210.
  2. Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б. К вопросу о фитомелиорации осушающихся побережий Арала //Проблемы освоения пустынь. -1984. - № 4.
  3. Камалов Ш. и др. Некоторые итоги фитомелиорации солончаков южной части осушенного дна Аральского моря и Приаралье //Вестник Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан. – 2001. Нукус.-№ 6.- С. 3-6.
  4. Джамантиков Х. Фитомелиорация на новых ландшафтах осушенного дна Аральского моря //Стратегия земледелия и растениеводства на рубеже XXI века /Материалы Международн. научн. техн. конф. КазНИИЗ. Алматы, РНИ: Бастау.-1999.-С. 59-61.
  5. Карлиханов Т.К., Джамантиков Х., Далдабаева Г.Т. Научные основы решения глобальных проблем Арала и их последствия //Экология и устойчивое развитие. 2003. Астана. №5-С.9-12.
  6. Далдабаева Г.Т. Перспективные виды древесно-кустарниковых галофитов для размещения на осушенном дне Аральского моря //Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 2004. Алматы ТОО «Издательство «Бастау»» - №5- С.24-26.
  7. Отчет регионального менеджера проекта «Сохранение лесов и увеличение лесистости территории республики» Компонент2: Экологическая мелиорация в Кызылординской области. г.Астана. 2009.
- 

УДК 631.412:631.416.9

## **ДЕЙСТВИЕ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ВЕРМИГУМАТОВ НА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА С.-Х. КУЛЬТУР И ИХ УРОЖАЙНОСТЬ**

**КАСАТИКОВ В.А., ВАСЕНЕВ И.И., ШАБАРДИНА Н.П.**

ГНУ ВНИПТИОУ Россельхозакадемии, 601390, Владимирская обл.,  
Судогодский р-н, п. Вяткино, ул. Прянишникова, д. 1, e-mail:  
victor@kasaticov.elcom.ru

Выявлено положительное последствие осадка сточных вод, действие и последствие вермигумата на урожайность и агроэкологические свойства сельскохозяйственных культур. Обработка почвы вермигуматом

способствовала повышению их урожайности и изменению агроэкологических показателей.

**EFFECT AND AFTER-EFFECT OF VERMIHUMATS ON AGRO-  
ECOLOGICAL PROPERTIES FOR CROPS AND YIELD  
KASATIKOV V.A., VASENEV I.I., SHABARDINA N.P.**

GNU VNIIOU Rosselhozakademii, 601390, Vladimir District, Vyatkinо; e-mail: victor@kasaticov.elcom.ru

It was revealed positive after-effect of sewage sludge, the effect and after-effect the vermihumats on productivity and agro-ecological properties of the crops. Soil treatment of the vermihumats enhance their productivity and change agri-environmental indicators.

Техногенное и агрогенное загрязнение почв тяжелыми металлами обуславливает необходимость внесения извести на почвах, которые по обычным агрохимическим критериям не нуждаются в известковании, с целью уменьшения их (ТМ) поступления в сельскохозяйственную продукцию.

При известковании активизируется жизнедеятельность полезной микрофлоры, улучшается минеральное питание растений в результате более активной трансформации органических соединений, меняются к лучшему физические свойства почвы, возрастает эффективность использования минеральных и органических удобрений. Все это способствует снижению вероятности возможных негативных воздействий на окружающую природную среду. К положительным последствиям известкования относят также снижение подвижности ионов тяжелых металлов.

Целью проведенных исследований являлось изучение влияния осадка сточных вод, известкования и вермигуматов (гумусовые соединения, экстрагируемые 0,1 n NaOH из вермикомпоста) на агроэкологические свойства сельскохозяйственных культур и их урожайность.

Исследования проводились в мелкоделяночном и микрополевом опытах.

Мелкоделяночный опыт по рекультивации почв, загрязненных тяжелыми металлами, с помощью известкования заложен в 1984 г. Почва опыта загрязнена ТМ в результате ежегодного внесения с 1984 г. осадков сточных вод (ОСВ) очистных сооружений канализации г. Владимира в дозах 15, 30, 60, 120 т/га (50% влажности) в качестве органического удобрения. В 2000 г. ОСВ были внесены в последний раз. За весь период исследований суммарные дозы ОСВ составили 150-1200 т/га (50% влажности). Известкование проводилось в 1984, 1990, 1995, гг. в дозах 3, 6 т/га доломитовой муки. Последний раз известкование было проведено в 2006 году.

Микрополевой опыт по рекультивации почв, загрязненных тяжелыми металлами, с использованием известкования в сочетании с внесением вермигуматов проводится, начиная с 2006 г. В 2009 г. изучали действие ОСВ,

доломитовой муки и действие вермигуматов, а в 2010г. – их последствие, на урожайность с.-х культур, агроэкологические свойства растений.

Вермигумат вносился в дозе эквивалентной 5 и 10 т/га вермикомпоста на основе навоза КРС по углероду гумусовых кислот.

Результаты исследований выявили, что ОСВ в силу своих физико-химических свойств, при длительном применении и в сочетании с известкованием оказывает разностороннее влияние на агрохимические свойства пахотного слоя почвы, в частности, на кислотно-основные свойства почвы, содержание в ней подвижного фосфора (1,2), уровень которого в почве существенно возрастает. Естественно это отразилось на урожайности овса (табл. 1).

Таблица 1. Влияние вермигуматов ОСВ на урожайность овса

Варианты	рожа й зерна , г/м <sup>2</sup>	Прибавка				ырой белок , %	асса 1000 зерен, г
		к контролю		к фону			
		/м <sup>2</sup>		/м <sup>2</sup>			
Контроль, без удобрений	40					,0	5,2
Фон							
ОСВ 300 т/га + 3 т/га известь	67	7	1			,1	4,3
ОСВ 1200 т/га + -«-	15	5	1			,5	4,8
ОСВ 300 т/га + 6 т/га известь	59	9				0,3	3,9
ОСВ1200 т/га + -«-	12	2	0			0,3	3,7
Фон + ВГ <sub>1</sub>							
ОСВ 300 т/га + 3 т/га известь	39	9	1	2	7	,6	3,5
ОСВ 1200 т/га + -«-	67	27	3	2	7	,3	1,6
ОСВ 300 т/га + 6 т/га известь	67	7	1			,9	2,8
ОСВ1200 т/га + -«-	79	39	8	7	1	0,4	2,8
Фон + ВГ <sub>2</sub>							
ОСВ 300 т/га + 3 т/га известь	67	27	3	00	7	,5	3,9
ОСВ 1200 т/га +							

-«-	94	54	4	9	5	,2	2,5
ОСВ 300 т/га + 6 т/га известь	30	0	7	1	7	,7	3,6
ОСВ1200 т/га + -«-	96	56	5	4	7	0,3	3,7
НСР <sub>05</sub> , г/м <sup>2</sup>		2					
Р, %		,1					

Действительно в сравнении с контрольным вариантом получены существенные прибавки по последствию внесения ОСВ 1200 т/га и доз извести 3,6 т/га в размере 31-30 %. Внесение вермигуматов обеспечило достоверную прибавку также на варианте ОСВ300 т/га + известь 3 т/га в размере 41 и 53 %. По отношению к фону от внесения вермигуматов получены достоверные прибавки урожая зерна овса на всех вариантах, кроме ОСВ 300 т/га + известь 6 т/га, что объясняется изменением кислотно-основных свойств почвы, вызвавшего дефицит  $K_2O_{обм.}$  в почве.

Анализ структуры урожая овса показал, что применение вермигуматов положительно влияло на высоту растений, длину метелки и озерненность. Так длина метелки в сравнении с контролем без удобрений увеличилась с 9,3 см до 11-13,5 см, а озерненность – с 12 до 19-25 шт.. Так как вермигуматы не способствовали повышению массы 1000 зерен, то можно сделать вывод, что увеличение урожайности овса в основном обусловлено повышением озерненности. Ростостимулирующее влияние вермигуматов выявилось при наблюдении за динамикой роста и в увеличении отношения соломы к зерну с 0,9 в контроле до 1,1-1,3 при обработке ВГ<sub>2</sub> и ВГ<sub>1</sub>, соответственно.

Данные, полученные по последствию вермигуматов на урожай горчицы белой, свидетельствуют о снижении их эффективности на 2 год после обработки почвы. Существенно значимые прибавки урожая горчицы белой от дозы ВГ<sub>1</sub>, в размере 30 % получены по фону известкования в дозе 3 т/га. По последствию известкования дозой 6 т/га достоверных прибавок не получено, что соответствует данным полученным по действию вермигуматов.

Таким образом, можно сделать вывод, что в условиях последствия вермигумата выявлена его низкая эффективность на урожай горчицы белой было слабым. Четкой зависимости от доз ранее внесенного ОСВ не установлено. Величины прибавок урожайности от последствия вермигумата на фоне увеличения доз известкования снижались.

Проведенные исследования химического состава опытных культур позволили также выявить, что вермигуматы способствовали эффективному поступлению макроэлементов в растения овса (табл. 2). Возросло содержание N в зерне с 1,42-1,80 % (фон) до 1,64-2,02 % (ВГ<sub>1</sub>) и 1,70-2,17 % (ВГ<sub>2</sub>). Повысилась белковость зерна. В зерне и соломе овса увеличилось содержание

$P_2O_5$  и  $K_2O$ . В то же время по последствию вермигумата на горчицу белую усвоение питательных веществ было ниже, чем из почвы контрольного и фоновых вариантов. Доза ВГ<sub>2</sub> также не оказывала существенного влияния на поступление макроэлементов в растения в сравнении с дозой ВГ<sub>1</sub>.

Таблица 2. Влияние вермигуматов на химический состав растений овса

Варианты	Содержание, % сух. в-во					
	в зерне			в соломе		
	N	$P_2O_5$	$K_2O$	N	$P_2O_5$	$K_2O$
Контроль	1,42	0,83	0,49	0,25	0,45	0,76
Фон						
ОСВ 300 т/га + 3 т/га известь	1,42	0,84	0,51	0,18	0,46	0,58
ОСВ 1200 т/га + -«-	1,66	0,76	0,48	0,22	0,36	0,53
ОСВ 300 т/га + 6 т/га известь	1,80	0,84	0,51	0,23	0,45	0,52
ОСВ1200 т/га + -«-	1,80	0,78	0,45	0,31	0,37	0,47
Фон ВГ <sub>1</sub>						
ОСВ 300 т/га + 3 т/га известь	1,69	0,85	0,48	0,24	0,52	0,66
ОСВ 1200 т/га + -«-	1,64	0,75	0,46	0,22	0,49	0,88
ОСВ 300 т/га + 6 т/га известь	1,74	0,91	0,53	0,14	0,58	0,79
ОСВ1200 т/га + -«-	2,02	0,85	0,48	0,22	0,49	1,08
Фон ВГ <sub>2</sub>						
ОСВ 300 т/га + 3 т/га известь	2,17	0,78	0,49	0,18	0,50	0,81
ОСВ 1200 т/га + -«-	1,71	0,88	0,48	0,14	0,46	0,76
ОСВ 300 т/га + 6 т/га известь	1,70	0,71	0,51	0,16	0,55	0,78
ОСВ1200 т/га + -«-	1,80	0,91	0,53	0,20	0,42	0,76

Обработка почвы вермигуматом оказала определенное влияние и на содержание тяжелых металлов (ТМ) в зерне овса, соразмерное с его действием на содержание ТМ в почве (табл. 3). Выявлено положительное влияние последствия известкования и действия вермигуматов на содержание в зерне овса тяжелых металлов, из перечня которых медь и цинк являются удобрительными микроэлементами. В соответствии с полученными данными обработка почвы вермигуматом способствовала некоторому повышению величины показателя суммарного загрязнения (Zc). Данная зависимость в целом согласуется с действием вермигуматов по фону последствия ОСВ на концентрацию в почве подвижных форм ТМ. И действительно последствие

ОСВ 300 т/га и извести 3 т/га способствовало росту содержания Ni при внесении ВГ<sub>1</sub> в 1,3 раза, ВГ<sub>2</sub> – в 1,9 раза. Для этого элемента выявлена тесная связь ( $r=0,90$ ) с содержанием подвижных форм Ni в почве, а также с содержанием Собщ. ( $r=0,93$ ). Для остальных элементов между содержанием в почве и поступлением в зерно обнаружена слабая положительная корреляционная связь ( для Zn, Cu –  $r = 0,37$ ) или слабая отрицательная (Cd –  $r = -0,24$ ).

Таблица 3. Влияние вермигуматов на содержание тяжелых металлов в зерне овса, мг/кг сухого в-ва.

Варианты	Элементы						Zc
	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn	
Фоновое содержание							
ОСВ 300 т/га + 3 т/га известь	0,037	1,59	1,27	1,28	0,64	13,46	
ОСВ 1200 т/га -«-	0,036	1,34	0,90	2,18	0,53	13,84	
ОСВ 300 т/га + 6 т/га известь	0,059	1,51	2,91	1,81	0,86	13,50	
ОСВ 1200 т/га -«-	0,025	1,92	1,53	2,43	0,92	12,49	
Фон + ВГ <sub>1</sub>							
ОСВ 300 т/га + 3 т/га известь	0,025	1,82	1,30	1,71	0,42	13,53	1,4
ОСВ 1200 т/га -«-	0,041	1,65	1,19	2,16	0,66	15,86	1,9
ОСВ 300 т/га + 6 т/га известь	0,026	1,84	1,97	1,97	0,93	16,26	1,6
ОСВ 1200 т/га -«-	0,025	1,51	1,55	2,17	0,52	13,96	1,4
Фон + ВГ <sub>2</sub>							
ОСВ 300 т/га + 3 т/га известь	0,037	1,25	1,49	2,37	0,38	13,42	2,1
ОСВ 1200 т/га -«-	0,043	1,75	1,14	2,04	0,72	17,20	2,4
ОСВ 300 т/га + 6 т/га известь	0,037	1,80	1,53	0,77	0,62	14,40	1,3
ОСВ 1200 т/га -«-	0,042	1,26	0,96	0,90	0,96	16,08	2,0
МДУ (зернофураж), мг/кг	0,3	30	-	1	5	50	-

По величине Zc зерна овса можно сделать вывод, что увеличение дозы внесения вермигумата в почву приводит к повышению поступления ряда ТМ в растительную продукцию. По степени загрязнения зерно характеризуется как слабо- и среднезагрязненное.

Увеличение подвижности ТМ в почве усилило их поглощение и накопление в растительной массе горчицы. И действительно содержание Cr



повысилось в 2,5-5 раз, Ni – в 3,-4,5 раза в сравнении с фоновыми вариантами. Их уровень в зеленой массе горчицы, а также Zn и Cd по последдействию максимальной дозы ОСВ превысило МДУ.  $Z_c$  растительной продукции увеличивался на 5-10,5 ед. по последствию ВГ<sub>1</sub>, и на на 6-8,8 ед. – по последствию ВГ<sub>2</sub>.

Таким образом, исследования по действию и последствию вермигуматов на агроэкологические свойства полевых культур показали, что систематическое внесение вермигуматов по последствию длительного внесения ОСВ и известкования повышает содержание в пахотном слое почвы основных элементов питания ( $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ), обогащает ее органическим веществом, но в то же время способствует ее подкислению.

В результате этого наблюдалось увеличение содержания ТМ в зерне овса и биомассе горчицы белой. При этом уровень накопления ТМ в зерне овса ниже содержания ТМ в биомассе горчицы. Об этом свидетельствуют величины  $Z_c$ , которые для горчицы белой выше в 3,7-4,1 раза. Выявленная зависимость свидетельствует о значимости применения вермигуматов для физико-химической ремедиации загрязненных ТМ почв.

### **Литература.**

1. В.А. Касатиков, Н.П. Шабардина. Влияние вермигуматов на агроэкологические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы с повышенным содержанием тяжелых металлов./Материалы второй международной научно-практической конференции «Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в 21 веке - проблемы, перспективы, достижения» 7-11 июня 2010г. г. Минск, с. 82-88.

2. В.А. Касатиков, В.А. Черников. Влияние систематического внесения гумусовых соединений на агроэкологические свойства почвы и растений. Доклады ТСХА выпуск 283, 2011г., с. 124-126.

### **СЕКЦИЯ 3 · SECTOIN 3**

## **БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИИ И В ПОЧВОВЕДЕНИИ BIOTECHNOLOGICAL METHODS IN ECOLOGY AND SOIL SCIENCE**

---

УДК 631.861

### **ИННОВАЦИОННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ И ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**КОВАЛЕВ Н.Г.**

Государственное научное учреждение  
Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственного  
использования мелиорированных земель Россельхозакадемии,  
г. Тверь, Россия, E-mail: [vniimz@list.ru](mailto:vniimz@list.ru)

Приведены инновационные биотехнологии переработки органического сырья животноводческих и птицеводческих предприятий в высокоэффективные с повышенным уровнем биогенности, питательности и экологической чистоты удобрения, жидкофазные биосредства и биогаз.

### **INNOVATIVE BIOTECHNOLOGY PROCESSING ORGANIC MATERIALS OF ANIMAL AND POULTRY FARMS**

**Kovalev N.G.**

All-Russian Research Institute of Agricultural Use of Reclaimed Lands  
of Russian Academy of Agricultural Sciences, Tver, Russian

Innovative biotechnologies of processing of organic raw material of the cattle-breeding and poultry-farming enterprises in highly effective fertilizers, liquid phase biomeans and biogas which are characterized by the raised level biogenic, nutritiousness and ecological cleanliness are resulted

Приоритетное развитие животноводства в России, предусмотренное Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-

2015 годы в целях обеспечения возрастающих потребностей населения страны в мясе и молоке, предопределяет решение таких важных проблем, как:

- создание прочной кормовой базы для животноводства;
- переработку органического сырья животноводства и птицеводства, как основы для повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур с одновременным обеспечением охраны окружающей среды.

В настоящее время на животноводческих и птицеводческих предприятиях России ежегодный выход органического сырья (навоз, помет) составляет около 250 млн. т, из которых примерно 100 млн. т – подстилочный навоз и помет, 50 млн. т – полужидкий, и 100 млн. т – навозные стоки. За последние годы использование органических удобрений в России резко сократилось. Из-за неполного использования навоза и помета, применения удобрений без должной подготовки произошли загрязнение территории ферм и предприятий, интенсивное засорение полей семенами сорняков, потери питательных веществ и органической массы удобрений и, как следствие, загрязнение окружающей среды. В целом в России из-за нерационального использования удобрительных ресурсов органического сырья животноводческих и птицеводческих предприятий теряется до 2 млн. т азота, 1,1 млн. т фосфора, 2,0 млн. т калия и недополучение в пересчете на зерно более 10 млн. т.

Существующие в настоящее время технологии производства органических удобрений из навоза и помета в большинстве необоснованно сложны, энергоемки и требуют значительных затрат труда и средств. К тому же они не в полной мере обеспечивают сохранение питательных веществ, содержащихся в навозе и помете, и не обеспечивают экологическую безопасность при использовании таких удобрений.

На современном этапе в сельскохозяйственном производстве предпринимаются определенные меры по разработке и освоению инновационных биотехнологий переработки органического сырья животноводческих и птицеводческих предприятий в высокоэффективные компосты, жидкофазные биологически активные средства, биогаз и жидкие удобрения.

Одним из перспективных и экономически целесообразных биотехнологических направлений является использование бесподстилочного (полужидкого) навоза и помета как основы для получения компостов на площадках с твердым покрытием с использованием микробных инокулюмов для направленного регулирования качества последних. При этом в качестве инокулюмов используются ассоциации мезофильных целлюлозолитических микроорганизмов.

Инокуляция в исходную компостную смесь влияет на протекание самого процесса компостирования (интенсивность разложения органического вещества, снижение потерь азота, скорость созревания готового компоста).

Так, срок компостирования сокращается на 15 %, при снижении потери азота на 35 % (Шибаета М.Е., 2005). К недостаткам указанной технологии следует отнести: значительные капитальные вложения на создание площадок для компостирования с твёрдым покрытием; неравномерность температуры по сечению бурта, что не всегда гарантирует экологическую чистоту удобрений; зависимость от погодных условий.

Всероссийский НИИ сельскохозяйственного использования мелиорированных земель Россельхозакадемии (ВНИИМЗ) разработана и внедрена в производство инновационная биотехнология ускоренного производства высокоэффективных органических удобрений с повышенным уровнем биогенности, питательности и экологической чистоты.

Теоретической основой новых биотехнологических решений ускоренной переработки органического сырья в удобрения является метод аэробной твёрдофазной ферментации навоза и помёта с углеродосодержащими влагопоглощающими компонентами растительного происхождения (торф, измельчённая солома, опилки и др.), основанный на воздействии кислорода воздуха, подаваемого в ферментируемую смесь в принудительном порядке (Рабинович Г.Ю., Ковалёв Н.Г., и др., 2004 г.).

Предлагается два варианта производства биоудобрений – ускоренный в специальных камерах-биоферментаторах, оснащенных принудительной подачей кислорода воздуха в ферментируемую смесь; на открытых площадках для компостирования при активной аэрации буртов механическим способом (мобильные смесители-аэраторы, погрузчики ПНД-250 и др.).

Технология производства биологически активных удобрений на основе ускоренной ферментации органического сырья, по сравнению с традиционными технологиями производства компостов, имеют следующие преимущества:

- возможность управления процессом ферментации в целях получения конечной продукции с заданными агрохимическими показателями;
- сокращение срока переработки с 90-120 до 6-7 суток в камерах-биоферментаторах и до 30-35 суток на открытых площадках для компостирования;
- получение конечной продукции с высоким уровнем биогенности, питательности и экологической чистоты;
- значительное (в 3-4 раза) снижение энергозатрат на производство и применение удобрений в расчете на единицу удобряемой площади;
- отсутствие у продукта неприятного запаха, обеззараживание исходного органического сырья от болезнетворных микроорганизмов, яиц и личинок гельминтов, уничтожение всходов семян сорных растений.

Продукт ферментации органического сырья – компост многоцелевого назначения (КМН) – однородная сухая (влажность 55-65 %) сыпучая масса темно-коричневого цвета с нейтральной или щелочной реакции (рН сол. 6,3-

7,2) и содержанием питательных веществ не менее: общего азота (Нобщ.) – 1,0-1,7, фосфора ( $P_2O_5$ ) – 1,5, калия ( $K_2O$ ) – 1,8 в % от абс. сухого вещества.

Подбор соответствующих компонентов исходной смеси, использование таких природных агроруд, как фосфоритная мука, калийные соли и др., в соответствующих дозах, различных биостимуляторов (отходы пищевой промышленности, мукомольного производства и др.) позволяет довести содержание в КМН азота (Нобщ.) до 2,5-2,7 %, фосфора ( $P_2O_5$ ) – 3,0-3,5, калия ( $K_2O$ ) – 2,2-2,4 % от абс. сухого вещества.

По своей агрономической эффективности (прибавка урожая на единицу удобрения) 1 т КМН равнозначна (в зависимости от исходных компонентов) 2-4 тоннам традиционных торфо-навозных компостов.

Предлагаемый продукт имеет весьма широкий диапазон применения. Он может вноситься в дозах 12-15 т/га под соответствующие культуры в севообороте (зерновые, пропашные, технические), использоваться в овощеводстве на открытом и закрытом грунте, в качестве биомелиоранта при окультуривании низкоплодородных почв и др.

КМН активизирует аммонифицирующую, аминолитическую, фосфат-мобилизующую и целлюлозоразрушающую микрофлору почвы, а также увеличивает активность оксидоредуктаз, которые в результате своей деятельности обеспечивают почвенный раствор необходимыми для растений элементами питания: доступными азотом, фосфором и калием. В результате КМН способствует формированию высокой продуктивности сельскохозяйственных культур, поддержанию и воспроизводству почвенного плодородия, созданию благоприятной экологической обстановки вокруг животноводческих и птицеводческих предприятий (Ковалев Н.Г., Барановский И.Н. 2005г.).

Разработка удостоена Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники и внедрена в ряде сельскохозяйственных предприятий 23-х субъектов Российской Федерации (Архангельская, Ленинградская, Московская, тверская и ряд других областей).

Наличие нормативной, технической и технологической документации на производство и использование КМН позволяет внедрять указанную биотехнологию на животноводческих и птицеводческих предприятиях при получении безподстилочного (полужидкого) навоза и помета, а также твердой фракции жидкого навоза при его механическом разделении, в любых субъектах Российской Федерации, а также странах СНГ.

ВНИИМЗ разработана также технология производства и применения жидкофазных биологически активных средств (ЖФБ), используемых в земледелии и растениеводстве. В основу технологии положен ферментационно - экстракционный способ переработки органического сырья животноводческих предприятий.

Общая совокупность свойств ЖФБ, экологическая и санитарная чистота, благоприятный pH, высокое содержание биогенных макро- и

микроэлементов и особенно высокий уровень микробной обсемененности обеспечивает эффективную биостимулирующую активность при возделывании различных сельскохозяйственных культур.

ЖФБ применяется с разбавлением маточного раствора водой в концентрации 1:300, 1:500. Обработка растений осуществляется путем опрыскивания в дозе 0,2-0,3 л/м<sup>2</sup>.

Применение жидкофазных биосредств обеспечивает улучшение на 20-25 % агрохимических и микробиологических свойств мелиорированных почв, повышение их продуктивности на 17-25 %.

В целом биологическая продукция ГНУ ВНИИМЗ обеспечивает высокую отзывчивость почв и растений на ее применение. Основопологающим фактором является высокая обсемененность как КМН, так и ЖФБ агрономически полезной микрофлорой, наличием сбалансированности макро- и микроэлементного состава физиологически активных соединений.

Одним из приоритетных биотехнологических мероприятий, предусмотренных Государственной программой развития сельского хозяйства России и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы, является метангенерация органического сырья животноводческих и птицеводческих предприятий с использованием современного оборудования (биореакторы-метантенки, газгольдеры и др.)

Системы переработки жидкого навоза (помета) с использованием биоэнергетических (биогазовых) установок, предусматривает получение высокоэффективных экологически безопасных органических удобрений и высококалорийного горючего газа (биогаза). Технические решения системы основаны на технологии анаэробного сбраживания навоза (помета) и предназначены для применения при реконструкции и строительстве новых животноводческих и птицеводческих ферм, комплексов любой мощности при влажности навозной или пометной массы до 95 %.

Технология предусматривает сбор и усреднение исходного навоза (помета), поступающего с фермы, его подогрев до рабочей температуры (38-40° С), анаэробное сбраживание массы в микробиологическом реакторе-метантенке. В ходе технического процесса происходит разложение частиц органического вещества сбраживаемой массы и образуется биогаз, который отводится в газгольдер. Сброженная в метантенках масса направляется в отстойники, откуда осветленная масса поступает в накопитель и используется для полива сельскохозяйственных угодий. Осадок из отстойников поступает для обезвоживания на фильтрующие агрегаты, обезвоженную часть складывают на площадке и используют для удобрения почв, а жидкую фракцию направляют в пруд-накопитель и в дальнейшем для полива сельскохозяйственных угодий (Морозов Н.М., Денисов В.А. и др., 2005).

В процессе анаэробного сбраживания в метантенках существенно улучшаются агрохимические свойства, санитарно-гигиенические и экологические показатели сброженного навоза (помета), происходит

связывание аммония и перевод азотистых веществ в усвояемую форму, удобную для питания растений.

Метангенерация органического сырья в силу ряда причин (высокая капиталоемкость сооружений, отсутствие опытных кадров и др.) в настоящее время еще не получила широкого применения в сельхозпредприятиях России. Однако, учитывая то, что в рамках указанной Госпрограммы этому биотехнологическому направлению переработки органического сырья, предусматривается государственная поддержка, метангенерация органического сырья в удобрения и биогаз в период до 2020 г. может получить довольно широкое распространение.

В заключении следует отметить, что рассматриваемые биотехнологии переработки органического сырья животноводческих и птицеводческих предприятий позволяют получать высококачественные с повышенным уровнем биогенности, питательности и экологической чистоты органические удобрения и биологически активные средства, способные значительно повысить плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур, создавать более благоприятную экологическую обстановку вокруг животноводческих ферм и птицефабрик, снизить экологическую опасность загрязнения органическим веществом открытых водоемов, грунтовых и подземных вод.

#### **Библиографические ссылки.**

1. Ковалев Н.Г., Барановский И.Н. Органические удобрения в XXI веке (Биоконверсия органического сырья), Тверь, 2006. - 302 с.
2. Морозов Н.М., Денисов В.А., Дурдибаев С.М. и др. (Рекомендации по системам удаления, транспортировки, хранения и использования навоза для различных производственных и природно-климатических условий) – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 180 с.
3. Рабинович Г.Ю., Ковалев Н.Г., Сульман Э.М. и др. Теоретические и практические аспекты биоконверсии органических отходов – Белгород, 2004. – 80 с.
4. Шибаева М.Е. Использование микробных инокулимов для направленного регулирования качества биокомпостов// Научные основы и практические рекомендации по использованию биоудобрений из отходов животноводства для биологического земледелия – С.-Петербург, 2005. – С. 23-26.

---

## **ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЕ. РЕГЕНЕРАЦИОННЫЕ СПОСОБНОСТИ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ**

**ШМАК А.М., КОВАЛЕВИЧ Г.О., МАРИНЧЕНКО Д.М.**

ГУО «Боровлянская средняя школа №2» Минская обл.,  
Минский р-он, д. Боровляны, Республика Беларусь,  
annashmak2013@ya.ru

## **VERMICULTURE. REGENERATION ABILITIES OF EARTHWORMS**

**SHMAK A., KOVALEVICH G., MARINCHENKO D.**

Вермикультивирование, биологическая переработка отходов, скорость регенерации разных участков дождевых червей.

Vermiculture, biological processing of a waste, speed of regeneration of different sites of earthworms.

В наше время темп жизни неукоснительно растет. Человек стремится получать любую продукцию в короткие сроки времени. Высокий уровень развития стран Европы, Америки, Азии диктует необходимость применения новых скоростных современных форм утилизации отходов, в том числе и органических. Мышление человека направлено на повторное, многофункциональное использование отходов собственной жизнедеятельности и промышленности.

В тоже время, не только в целях охраны окружающей среды, а и с эстетической точки зрения (повсеместное применение озеленения территорий, развитие ландшафтного дизайна), человека уже не удовлетворяет использование обычных свалок мусора. Человечество поднялось на новую ступень осознания себя в мире: возникло экологичное мышление. Назрела необходимость использовать биотехнологические подходы в переработке органики.

Данная проблема заинтересовала и нас: учителя биологии и школьников Боровлянской школы Минской области. Очевидна прописная истина — «что посеешь, то и пожнешь». Поэтому, чем раньше люди задумаются над проблемой биологической переработки отходов, тем больше вероятность возникновения интересных идей и подходов в данной сфере.

Вермитехнология — новое направление сельскохозяйственной науки, развитию которого способствовали неблагоприятные изменения в экологии, вызванные деятельностью человека и развитием промышленности [Игонин А.М., 2002 г.]. Биогумус — высокомолекулярное органическое соединение, полученное в результате переработки червями органических веществ (навоза, соломы, листьев, остатков силоса и т.д.). В биогумусе аккумулировано большое количество макро- и микроэлементов, непосредственно усваиваемых растениями, имеется ряд ростовых веществ, витаминов [Шаланда А.В., 2010 г.].



В США хорошо знакомы с данной технологией. Самым маленьким образцом такой системы на рынке США является "Worm Wigwam" (Червиный Вигвам). В систему добавляется около 16 килограмм червей, которые за год перерабатывают около 4 тонн органических отходов в зависимости от материала [Ронда Шерман-Хантун].

Кроме того, именно дождевые черви обладают уникальной способностью к регенерации, то есть восстановлению утраченной части тела. Изучив литературные источники, мы поняли, что существует две версии относительно регенерационных способностей дождевых червей. По данным одних исследователей, восстанавливается только передняя часть дождевого червя, другие убеждены, что восстанавливаются обе половины разрезанного червя. Поэтому мы выдвинули гипотезу о возможности регенерации обоих участков дождевых червей.

Целями и задачами нашей работы стало:

Изучить оптимальные условия для содержания и размножения дикой формы дождевого червя для получения копролита – биогумуса. Определить скорость образования биогумуса природной формой дождевых червей. Доказать опытным путем возможность регенерации обоих отрезков дождевого червя и определить скорость регенерации разных участков дождевого червя.

Для проведения эксперимента нам понадобились: дождевые черви, емкости и садки для содержания дождевых червей, грунт, песок, навоз крупного рогатого скота, опавшие листья, растительные остатки.

Дождевых червей заготавливали в сентябре 2012 года путем выкапывания из грунта в пригороде Минска. Заготовленных червей содержали в деревянном ящике, приблизительные размеры которого 30х40см при глубине 30см. Ящик заполнили хорошо перемешанной смесью земли, песка и тщательно растертыми растительными остатками – ботва огородных растений, опавшие листья, добавили немного навоза. Червей поместили из расчета 20 штук на данный объем земли. Землю не уплотняли, накрыли мешковиной для защиты от света и испарения, мешковину увлажняли и поддерживали её влажной. Ящик хранили в темном месте при комнатной температуре 22 °С. Время от времени содержимое ящика просматривали и, если была необходимость, удаляли плесень и загнивающие пищевые комки.

Через 3 месяца после закладки эксперимента в контроле (ящике, в который помещали неразрезанных дождевых червей) были обнаружены коконы коричневого цвета и молодняк (очень тонкие некрупные дождевые черви). В эти же сроки мы наблюдали образование биогумуса природной формой дождевых червей.

Для того, чтобы выяснить, как регенерируют различные участки тела дождевого червя, тело червя разрезали на 2 части, используя три варианта разрезов:

Группа 1. Отрезали  $\frac{1}{4}$  от головного конца червя;

Группа 2. Разрезали червя пополам;

Группа 3. Отрезали  $\frac{1}{4}$  от хвостового конца.

В ходе эксперимента строго фиксировали, сколько частей восстановят свои утраченные части и за какое время. Образцы пересматривали каждые три дня, измеряли длину «отрезков», фотографировали, изучали состояние раны, вели дневник наблюдений.

Таблица 1. Распределение дождевых червей по группам в эксперименте

Группа 1		Группа 2		Группа 3	
Отрезали $\frac{1}{4}$ от головного конца червя		Червя разрезали пополам		Отрезали $\frac{1}{4}$ от хвостового конца червя	
№1	Полная длина	№2	Полная длина	№3	Полная длина
№1	11 см	№6	14 см	№11	6 см
№2	8 см	№7	9 см	№12	9 см
№3	10 см	№8	5 см	№13	10 см
№4	11 см	№9	14 см	№14	9 см
№5	6 см	№10	10 см	№15	11 см

Интересным оказался тот факт, что у всех червей оба отрезка уменьшились в размере. Возможно, часть «строительного материала» дождевого червя расходуется на восстановление раны.

Общая выживаемость червей в эксперименте составила 66,7%. Черви из первой группы обладали самой низкой жизнеспособностью. Выживаемость составила меньше половины - 40%. Вероятно, несмотря на то, что данные животные имеют сегментарное строение, большую роль в жизнеспособности организма играет окологлоточный нервный узел. Во второй группе выживаемость составила 80%. То есть, при разрезании червя пополам, шанс выжить обеим половинам возрастает. В третьей группе выживаемость составила 100%.

На третий день после разреза у червей полностью зажили места порезов. В ходе эксперимента никогда не происходило загнивания раны, что подтверждает литературные данные о наличии у дождевых червей веществ антибактериальной природы.

Черви активно двигались. При этом большой интерес вызвали хвостовые участки червей, поскольку движение происходило раной вперед. То есть черви двигались «виртуальной головой» вперед. Было видно, что ротовое отверстие еще не сформировано и черви не могут питаться.

Нас поразили результаты, полученные при анализе третьей экспериментальной группы. Здесь всего за три дня произошло полное восстановление головного отдела дождевых червей. При этом восстановленные черви были абсолютно неотличимы от контроля (неповрежденных особей).

Отсюда следует, что быстрее и лучше всего восстанавливается та часть дождевого червя, где сохранён головной конец. Однако, несмотря на некоторые литературные источники, экспериментально установлено, что хвостовой участок дождевого червя также жизнеспособен (на восстановление ушло три месяца).

Через три месяца после начала эксперимента мы получили следующие результаты. Оба отрезка регенерировали у 3-ех из 15-ти разрезанных червей, то есть черви, у которых регенерировали обе части, составили 20%. Одна из частей полностью восстановилась у 7-ми червей из разных экспериментальных групп, что составило 47%. Смертность в эксперименте составила 33%. Регенерировавшие черви нормально размножались в лабораторных условиях.

### **Выводы:**

1. Наибольшей жизнеспособностью обладают дождевые черви, которые утратили небольшую хвостовую часть (выживаемость составила 100%). При утере головной части увеличивается летальный исход (выживаемость составила 40%).

2. Общее количество дождевых червей, которые смогли восстановить обе или одну утраченную часть тела составило 67%. Из них дождевые черви, у которых регенерировали обе части, составили 20%, одна часть тела восстановилась у 47% червей. Уровень элиминации червей в эксперименте составил 33%.

3. Для восстановления головного отдела дождевого червя достаточно 3-ех дней. Хвостовой отдел полностью восстанавливается через три месяца после рассечения дождевого червя. Регенерировавшие черви способны размножаться в лабораторных условиях.

4. Подобраны условия для содержания и размножения дождевых червей в лабораторных условиях с целью получения копролита – биогумуса.

Разведение дождевых червей или вермикультивирование представляет собой несомненный интерес для применения в разных областях народного хозяйства. С нашей точки зрения, данный метод необходимо осваивать индивидуальным землевладельцам для экологичной утилизации органических отходов и получения высококачественного удобрения.

Мы подтвердили выдвинутую нами гипотезу о возможности регенерации и головного, и хвостового отрезков дождевых червей. Данные о жизнеспособности особей, утративших тот или иной сегмент тела, могут найти применение в области медицины и хронобиологии, расширят знания о процессах воспроизводства тканей у беспозвоночных животных.

### **Список литературы:**

1. Игонин А.М. Дождевые черви: как повысить плодородие почв в десятки раз, используя дождевого червя «Старателя». // Ковров: «Маштекс», 2002. – 192 с.

2. Шаланда А.В. Перспективные биотехнологические средства защиты растений на основе вермикомпостов // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в 21 веке: проблемы, перспективы, достижения. – Сборник научных трудов 2-й Международной научно-практической конференции ведущих ученых, специалистов, предпринимателей и производителей. – Минск, 7-11 июня 2010 г. – С.171-179.

3. Ронда Шерман-Хантун [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jgpress.com> – Дата доступа: 14.01.2013

---

УДК 631.81

## **СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФТОРИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СВОЙСТВА ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ**

**ТОМИНА Т.К.**

Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова  
Республика Казахстан г. Алматы, E-mail: [ab.saparov@mail.ru](mailto:ab.saparov@mail.ru)

### **Резюме**

Поставлены микроделяночные опыты с органическими добавками с целью снижения негативного влияния фторидного загрязнения на свойства темно-каштановой почвы. Изменение биологической активности почвы при внесении двух доз фтора в присутствии органических добавок оценивалось по интенсивности разложения целлюлозы, протеазной активности, активности почвенного дыхания. Фтор в дозе 50 мг/кг экологически безопасен для почвенных микроорганизмов. Органические добавки (гумат аммония и биоорганика) увеличили активность расщепления клетчатки, стимулировали выделение CO<sub>2</sub> и ферментативную активность почвы.

## **REDUCTION OF THE INFLUENCE OF FLUORIDE POLLUTION ON PROPERTIES OF DARK CHESTNUT SOILS OF THE FOOTHILL ZONE**

**TOMINA T.**

### **Resume**

Micro plot experiments with organic additives have been conducted for reducing negative influence of fluoride pollution on the properties of dark-chestnut soil. The changing of biological activity of soil in application of two doses of

fluoride in the presence of organic additives has been estimated by the intensity of decomposition of cellulose, protease activity, activity of soil respiration. Experiment option with fluoride dose 50 mg/kg is environmentally friendly for soil microorganisms. Organic additives (ammonium humate and bioorganic) have increased the activity of cellulose splitting, stimulated the emission of CO<sub>2</sub> and soil enzymatic activity.

В последние годы усилилось негативное воздействие фторидов на агроэкосистемы. Поступление фтора в почвы происходит в основном за счет выбросов предприятий и поступлением с фосфорными удобрениями и хим. мелиорантами. Применение высоких доз фосфорных удобрений может привести к загрязнению почв фтором. Проблема загрязнения пахотных почв фторидами, их влияния на почвенные свойства и процессы - важная составляющая экологически безопасного земледелия. Токсичность высоких концентраций фтора отрицательно влияет на основные показатели почвенного плодородия. При высоком уровне загрязнения фтор отрицательно действует на свойства почв: увеличивается ее плотность, но уменьшается пористость, снижается биологическая активность почвы, увеличивается щелочность, меняется содержание и состав гумусовых веществ, состав ППК и содержание элементов питания.

С целью снижения фторидного загрязнения темно-каштановых почв внесением органических веществ в пос. Кайнар Алматинской области на полях Каз. НИИ картофельного и овощного хозяйства были заложены опыты на 40 деланках размером 1х1,5 м<sup>2</sup>.

Фторид натрия вносился в почву в дозах 50, 100 мг/кг фтора. Внесением в почву использовались органические добавки: гумат аммония (200 и 300 кг/га), биоорганика (2 и 4 т/га) и гумат аммония внекорневым опрыскиванием раствором.

Проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием культуры картофеля, снятие биометрических показателей по фазам развития, сезонный отбор почвенных образцов и растений в конце вегетации. Биологическая активность темно-каштановых почв при внесении двух доз фтора без и в присутствии органических добавок оценивалась по интенсивности разложения целлюлозы, протеазной активности, активности почвенного дыхания.

Миграция водорастворимой (в/р) формы фтора в почве контрольных деланок показала небольшое (4-7 мг/кг) его содержание с поверхности (0-20 см) с увеличением до 7-10 мг/кг на гл.50-80 см. Характер распределения в/р фтора по профилю на всех вариантах показал значительное содержание в верхних (0-20, 20-40 см) слоях почв с последующим повышением вглубь профиля. *Величина pH* с глубиной плавно сдвигалась в щелочную область. На контрольных вариантах она коррелировала с содержанием в/р фтора.

При загрязнении фтором происходит изменение качественного состава гумуса: более чем в полтора раза повышается растворимость гумусовых веществ. Состав гумуса меняется в сторону увеличения «гуматности» [1]. По вариантам опыта существенных различий в содержании общей формы гумуса не найдено, за исключением вариантов с гуматом аммония 300 кг/га, где максимальные концентрации составили 3,31%. Присутствие фтора способствовало увеличению содержания общего гумуса в вариантах с органикой.

Анализ содержаний в/р гумуса по вариантам показал, что максимум 0.061- 0.092 % его приходится на верхний органогенный горизонт 0-20 см. Внесение органических веществ незначительно увеличивает содержание в/р органики в пределах 0.01-0.02 %.

Преобладающая закономерность в распределении в/р гумуса - уменьшение вглубь профиля. Внесение органики и фтора в почвы опытных площадок на содержании в/р гумуса не сказалось. Закономерность максимального накопления общего гумуса в верхнем органогенном слое (0-20 см), сохраняется как и для его в/р формы.

Всхожесть картофеля в год внесения и последующие годы последействия максимальная в вариантах с дозой 50 мг/кг фтора и с органикой. Фенологические наблюдения за ростом и развитием картофеля показали влияние фтора на его рост и развитие и в присутствии вышеуказанных органических добавок.

Благоприятное воздействие фтора в присутствии органики подтверждается данными урожайности картофеля: максимальная урожайность 141,3 ц/га на вариантах с максимальной дозой фтора 100 мг/кг, средняя урожайность 113,6 ц/га на вариантах с внесением 50 мг/кг фтора. Тогда как на контроле она составила 99,0 ц/га. Выявленная закономерность, по-видимому, обусловлена увеличением мобилизации органических веществ в почве под действием фтора.

Содержание фтора в вегетативных органах (клубнях и ботве) картофеля четко коррелирует с дозой внесения фтора по вариантам опыта. Накопление в клубнях картофеля в вариантах с внесением фтора превышает ПДК в овощной продукции (5 мг/кг). А содержание в ботве картофеля соответствует половине ПДК для кормов (30-40 мг фтора на 1 кг сухого вещества).

Выявлено, что фториды в повышенных концентрациях ингибируют активность почвенных микроорганизмов [1]. Изучение токсического действия фтора на биологическую активность темно-каштановой почвы проводилось классическими методами с выявлением его влияния на интенсивность микробиологических процессов, ответственных за биологическую трансформацию органических веществ с помощью основных физиологических групп микроорганизмов.

Анализировалась активность микробиологических процессов на темно-каштановой почве в присутствии двух доз фтора 50 и 100 мг/кг с внесением

органических веществ (гумат аммония и биоорганика). В качестве биологических показателей были использованы процессы: активность расщепления клетчатки, ферментативная активность (протеазы), потенциальная активность образования  $\text{CO}_2$  (дыхание почв).

*Активность расщепления клетчатки.* Грибы и целлюлозные бактерии наряду с другими микроорганизмами принимают активное участие в разложении растительных остатков в почве, составной частью которых является клетчатка (целлюлоза). Содержание ее в растениях находится в пределах 45-80%, в пахотном слое почвы – 50%. Это большой резерв почвенного плодородия. Будучи чрезвычайно устойчивой к воздействию различных физических и химических факторов, целлюлоза легко подвергается разрушению микроорганизмами. Но следует учитывать, что чистая целлюлоза, внесенная в почву в виде полотна, разлагается медленнее, чем целлюлоза растительных остатков. Высвобождающийся углерод клетчатки в виде различных соединений участвует в создании плодородия почвы. Целлюлозные микроорганизмы, разлагая растительные остатки, выделяют в почву окислительные ферменты, обладающие способностью синтезировать гумусовые вещества из продуктов распада этих остатков. Такими продуктами являются соединения типа полифенолов и органические азотистые вещества, аминокислоты (Хазиев, 1976). Поэтому, активность этой группы почвенного микронаселения является одним из главных диагностических признаков для суждения о почвенном плодородии.

Исследования показали, что наиболее активно процесс разложения клетчатки протекал в год внесения органических добавок и снижением в год последствий. Наиболее высокими показателями отличаются варианты с внесением гумата аммония 300 кг/га + 50 мг/кг фтора, а также варианты в биоорганикой 4 т/га + 50 мг/кг фтора и составляют 100 и 80 % соответственно. Значительное повышение активности расщепления клетчатки было на варианте с дозой фтора 100 мг/кг. Например, на вариантах F 100 мг/кг + б/о 2 т/га и б/о 4 т/га этот процесс составил 60-70% по сравнению с контрольным вариантом, где 7%. Данные сезонной динамики показали максимальное ее разложение в летний срок вегетации картофеля.

Измерение интенсивности разложения целлюлозы в год последствий показало, что самая высокая активность приходится на летний срок вегетации картофеля с тенденцией снижения в осенний период и зависит от дозы внесённых органических добавок. То есть имеется прямая корреляция между активностью разложения целлюлозы и дозами внесения органических добавок. Например, интенсивность разложения заложенного полотна на контрольной делянке составила: весной - 0.1%; летом - 2.2 %; а осенью - 1.0%. А при внесении органики в дозе 200 кг/га гумата аммония составила 1.0%; 3.2%; 1.3% соответственно.

Интенсивность целлюлолитического процесса усиливалась внесением органических удобрений, наличием больших доз биоорганики. Фтор в дозе 50

мг/кг проявил себя как стимулятор этого процесса. Минимальное разложение целлюлозы на контрольном варианте и варианте с локальным внесением органики (0.5%).

*Протеазная активность.* В составе растительных остатков и микробиологических тел в почву поступает значительное количество белковых веществ, аминокислот и других азотсодержащих органических соединений. В дальнейшем в превращении этих соединений большую роль играют присутствующие в почве протеолитические и дезаминирующие ферменты. В результате процессов последовательного протеолитического расщепления до аминокислот и распада под действием амидогидролаз и дезаминаз с выделением аммиака азот белковых веществ превращается в доступную для высших растений форму. Вышеуказанный процесс осуществляется при помощи фермента протеаза. Протеазы делят на две группы: протеиназы и пептидазы. Первые из них расщепляют настоящие белки, а вторые – катализируют распад полипептидов и депептидов до аминокислот.

При определении активности протеаз в почве в качестве субстрата обычно применяют казеин, желатин и некоторые пептиды. Активность протеаз учитывают по количеству аминокислот или других кислоторастворимых продуктов, освобождающихся при распаде белков субстратов в почве. Эти явления в целом известны как процессы аммонификации и являются показателями численности прокариотного состава микроорганизмов.

Метод Мишустина Е.Н. заключается в том, что в почву в полевых условиях на определенный срок закладывают фотографические материалы (пленку, фотобумагу), содержащие желатиновый слой. По степени распада желатина производят качественную характеристику суммарной протеазной активности почвы. (Мишустин Е.Н., 1972 г.). В качестве субстрата нами был взят желатин в виде фотобумаги. Разложение в исходных почвах составило: в 0-20 см – 30 %; в 20-40 см – 10%.

Данные активности протеазы за сезон вегетации картофеля по показали, что максимальное разложение желатина пришлось на вариант с гуматом аммония 200 и 300 кг/га со фтором 50 мг/кг, а также на вариант с биогумусом 4 т/га и фтором 50 мг/кг, она составила в среднем 70-80 %. Самая низкая активность в контрольном варианте и варианте локального внесения органики. Это, по-видимому, объясняется недостатком органического вещества. Внесение органических добавок безусловно увеличивает активность протеазы, особенно в вариантах с 50 кг/кг фтора. Сезонное изменение показало небольшое увеличение активности протеазы осенью. Особенно заметно активен верхний 0-20 см слой - 30% и слой 20-40 см в среднем на 10 %).

Таким образом, по результатам опытов самыми активными оказались варианты с биоорганикой, особенно с дозой 4 т/га, где разложение желатина составило 80%. Слабое же разложение на вариантах с локальным внесением органики и контрольных вариантах. Внесение органических добавок увеличивало активность протеазы, особенно на вариантах с дозой 50 мг/кг



фтора. На контрольном варианте весной она составляла 30%; летом 70% и 60% осенью. Сезонное изменение протеазной активности показало наибольшую ее активность летом с небольшим снижением осенью. При внесении гумата аммония 200 кг/га активность её увеличилась незначительно: на 30,80,70 % соответственно.

Для определения интенсивности *почвенного дыхания* - выделения газов из почвы и состава почвенного воздуха применялся метод газовой-адсорбционной хроматографии, описанный Марковым Б.Н. и Патрикеевым Б.А. в 1972 г. (Марков Б.Н., 1972). Выделение углекислоты (продукт метаболизма микроорганизмов) является основным процессом, по которому можно судить о численности основных физиологических групп почвенных микроорганизмов.

Выявлено увеличение содержания  $\text{CO}_2$  с глубиной. Присутствие фтора в опытах без органики отрицательно сказалось на образовании  $\text{CO}_2$ : на контрольном варианте оно составило 4,29 и 7,9 (0-20 и 20-40 см), при дозе фтора 100 мг/кг - 2,7 и 2,3 %, доза же фтора 50 мг/кг увеличивала этот показатель до 5.8 и 7.1 %. Минимальная доза органических добавок не повлияла на интенсивность образования  $\text{CO}_2$ , а внесение 50 мг/кг фтора с органикой значительно увеличило его продуцирование. Например, контрольный показатель 4,2% при внесении фтора увеличивался до 7,1%. Внесение и увеличение доз гумата аммония не влияло на продуцирование  $\text{CO}_2$  по сравнению с биогумусом. Максимальное содержание  $\text{CO}_2$  приходилось на вариант фтор -100 мг/кг с биоорганикой 2 и 4 т/га и составлял в среднем 7.7 и 7.5 %.

Сезонная динамика выявила, что продуцирование  $\text{CO}_2$  под картофелем увеличивалось осенью в 2-3 раза на всех вариантах опыта. Особенно ярко это выражено на вариантах с дозой фтора 50 мг/кг+ биоорганика, где величина его продуцирования увеличивалась до 7-10 %. В год последствий максимальная интенсивность образования  $\text{CO}_2$  приходилась на летний срок на варианте с дозой фтора 50 мг/кг + биоорганика 2 и 4 т/га, она составила 8-8,9 %. Независимо от варианта опыта активным по дыханию является верхний 0-20 см слой почвы. Присутствие фтор-иона в дозе 50 мг/кг не оказало отрицательного действия в условиях микроделяночного опыта. При совместном внесении фтора с биоорганикой и гуматом аммония наблюдалось его стимулирующее действие на интенсивность образования  $\text{CO}_2$ .

Выявлено снижение активности микробиологических процессов также в год последствий фтора с органическими добавками. Это говорит о необходимости ежегодного внесения под картофель этих добавок для поддержания активности процессов. Ежегодный вынос с урожаем растений и соответственное уменьшение концентрации органики в почве влечет за собой снижение микробиологической активности почвы, а это в свою очередь приводит к снижению интенсивности метаболических процессов.

Фтор в дозе 50 мг/кг не оказывает токсического действия на микробиологические процессы, даже при совместном внесении фтора с биоорганикой и гуматом аммония, прослеживается стимулирующее действие последнего. Незначительное отрицательное действие фтора в дозе 100 мг/кг наблюдается в вариантах без органики.

#### **Литература:**

1. Ю.П. Танделов. Фтор в системе почва-растение. Красноярск 2012 г. Под ред. акад. РАСХН В.Г. Минеева. 2-е изд., перераб. и доп. 120 с.
- 

595.142.39:591.61:504.53.062.4

### **УЧАСТИЕ НАВОЗНЫХ ЧЕРВЕЙ В БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЁННОЙ ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ**

**ТАРАСЕВИЧ А.Ю.**

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, Республика Беларусь,  
arlif@mail.ru

### **EARTHWORM CONTRIBUTION IN BIOREMEDIATION OF SOILS CONTAMINATED WITH DIESEL FUEL**

**TARASEVICH A.**

SSPA «SPC for bioresources of NAS», Minsk, Republic of Belarus, arlif@mail.ru

В статье приведены результаты микрополевого опыта по восстановлению почвы после загрязнения её дизельным топливом. В чистый субстрат внесли дизельное топливо в концентрации 2,5 г/кг. Для очистки использовали микробный препарат «Экобел» и популяцию навозного червя *Eisenia foetida* (Savigny, 1826).

The article contains experimental data on bioremediation of ground contaminated with diesel fuel. Clean soil was polluted with diesel fuel in concentration of 2,5 g/kg. Bacterial community 'Ecobel' and local population of *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) were used for soil remediation.

Нефть и нефтепродукты являются одним из наиболее распространенных антропогенных загрязнителей почвы и окружающей среды в целом. Изучение и разработка экологически безвредных приёмов ускорения

деградации нефти в почве является важной задачей в решении проблемы рекультивации техногенно нарушенных земель. Разложение нефти и НП в почве в естественных условиях – процесс биохимический: интенсивность деградации нефти находится в прямой зависимости от биологической (ферментативной) активности почвы, общего количества почвенной микрофлоры, её физиологической активности (Фахрутдинов А.И., 2001). Микробиологическая ремедиация считается (Филатов Д.А., 2009) наиболее экономически выгодной и экологически безопасной по сравнению с остальными способами рекультивации. В природе деградация нефтяных углеводов идёт под действием всего комплекса биоты, поэтому представляет практический интерес изучение влияния малошетинковых червей на деградацию нефтепродуктов в почве.

Существующие методики очистки загрязнённых грунтов с использованием популяций навозных червей (Getliff J., 2002; Martin-Gil J., 2008) предусматривают изъятие загрязнённого грунта (экскавацию, вывоз) и утилизацию. Утилизация проводится на специально отведённых для этого площадках путём компостирования загрязнённого грунта и последующего заселения его популяциями навозного червя *E. foetida*. Данные методики успешно применяются в условиях тёплого климата. Целью эксперимента было выяснение возможности применения таковых в Республике Беларусь.

Оптимальные температуры субстрата для жизнедеятельности дождевых червей –  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , оптимальная влажность – 70 %. Но активность этих животных в субстратах регистрируется уже при температурах  $5 - 10^{\circ}\text{C}$ . То же самое касается ассоциаций микроорганизмов - нефтедеструкторов. Опыт по восстановлению загрязнённой дизельным топливом почвы проведен при низких температурах ( $8 - 18^{\circ}\text{C}$ ), поскольку среднегодовые температуры воздуха Беларуси составляют  $4,4 - 7,4^{\circ}\text{C}$ . Среднесуточные температуры воздуха в помещении изменялись от  $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$  в начале эксперимента до  $16 \pm 2^{\circ}\text{C}$  - в конце. Температура в грядах возрастала от  $10^{\circ}\text{C}$  в начале опыта до  $18^{\circ}\text{C}$  в конце.

В отапливаемом помещении было заложено 28 гряд (площадью  $0,25 \text{ м}^2$ , высотой 10 см). Согласно результатам химических и физических анализов, исходные почва и навоз КРС, использованные в опыте, не были загрязнены пестицидами и тяжёлыми металлами, содержали достаточное количество биогенных элементов. Использовано 7 вариантов субстратов (4 контроля, загрязнённый субстрат + «Экобел», загрязнённый субстрат + черви, загрязнённый субстрат + черви + «Экобел»), каждый вариант брался в четырёхкратной повторности. Было запущено по 50 особей навозных червей *E. foetida* маточной популяции ПТУП «ПромХимЭлектро» на гряде. Микробный препарат «Экобел», использованный в эксперименте, разработан «Институтом микробиологии НАН Беларуси». Влажность субстратов поддерживалась на оптимальном для популяции навозных червей и микробного препарата уровне (70 %) на протяжении всего опыта.

Опыт запущен в середине февраля. Проверки содержимого гряд методом ручного разбора проводились ежемесячно. Регистрировалось количество взрослых особей животных в каждой гряде, коконов и молоди. Гибель части популяции червей в экспериментальных грядах и контроле в первых неделях опыта вызвана, вероятнее всего, сменой субстрата обитания червей при низких температурах. По окончании эксперимента в грядах с незагрязнённым субстратом были обнаружены взрослые особи и яйцевые коконы навозных червей, что свидетельствовало об адаптации животных к субстрату и о достижении субстратом температурного оптимума для их размножения. В грядах с загрязнённым субстратом без микробного препарата зарегистрировано, в среднем, по 2 особи животных. Яйцевых коконов выявлено не было. В грядах с червями и микробным препаратом «Экобел» в конце эксперимента обнаружено, в среднем, по 4 особи животных, коконы.

Образцы субстрата отбирались для анализов до начала и ежемесячно в ходе эксперимента. Анализ образцов на ферменты и физико-химические показатели не дал однозначного ответа на вопрос о восстановлении почвы после загрязнения её дизельным топливом в концентрации 2,5 г/кг.

Согласно результатам анализа образцов на физико-химические показатели, в конце эксперимента самые высокие концентрации аммиачного азота зарегистрированы в образцах незагрязнённого субстрата с червями без микробного препарата. Самое высокое содержание нитратного азота в конце опыта так же зафиксировано в незагрязнённом субстрате с червями, в то время как самое низкое – в загрязнённой дизельным топливом почве без добавок, что в целом согласуется с литературными данными.

По результатам анализа образцов на дегидрогеназную активность, можно предположить очистку почвы без навоза и червей от дизельного топлива микробным препаратом «Экобел» к концу первого месяца эксперимента. После загрязнения дизельным топливом дегидрогеназная активность в ней возросла, а через месяц после внесения микробного препарата снизилась, сравнявшись с таковой незагрязнённой почвы без добавок.

Через месяц после запуска в гряды микробного препарата и червей самая высокая дегидрогеназная активность зарегистрирована в незагрязнённом дизелем субстрате с червями. Это может свидетельствовать как о повышенной концентрации дегидрогеназы в грядах благодаря наличию в них навоза и червей, так и о частичной утилизации дизельного топлива микробным препаратом в грядах с оным ко второй декаде марта. В марте дегидрогеназная активность в загрязнённом субстрате с червями без микробного препарата была выше, чем в аналогичном с препаратом. Но с апреля концентрации дегидрогеназы в нём возросли незначительно, в то время, как в субстрате с «Экобелом» возросли в 1,4 раза. Таким образом, в конце эксперимента самая высокая дегидрогеназная активность регистрировалась в грядах, содержащих

загрязнённый субстрат, микробный препарат и червей, самая низкая – в загрязнённой дизельным топливом почве без добавок.

В целом, по результатам проведенного опыта и последующих анализов, говорить о полной очистке и восстановлении почвы после загрязнения дизельным топливом посредством микробного препарата и популяции навозного червя *E. foetida* возможным не представляется. Тем не менее, в конце опыта содержание нитратного азота в загрязнённой почве с микробным препаратом без червей в 6 раз превосходило таковое в загрязнённой почве без добавок, что может свидетельствовать о восстановлении субстрата микробным препаратом «Экобел» после загрязнения почвы дизельным топливом. Образцы субстратов, в которых обитали навозные черви, отличались большей структурированностью и пористостью, их влажность была выше.

### **Литература.**

1. Фахрутдинов А.И., Алехин В.Г., Малышкина Л.А. Результаты рекультивации нефтезагрязненных территорий с применением бактериального препарата // Наука и образование XXI века: Сборник тезисов докладов Второй окружной конференции молодых ученых ХМАО. Ч. 1. Сургут: Изд-во СурГУ. - 2001. - С. 55 - 56.
2. Филатов Д.А. Биodeградация углеводородов нефти в почве с применением светокорректирующих полимерных плёнок: автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.16 / Д.А. Филатов; Рос. акад. наук. – Томск, 2009. – 23 с.
3. Getliff J., McEwen G., Ross S. et al. Drilling Fluid Design and the use of Vermiculture for the Remediation of Drill Cuttings // The AADE 2002 Technology Conference “Drilling & Completion Fluids and Waste Management”, Houston, Texas. - 2002.
4. Martin-Gil J., Navas-Gracia L. M., Gomez-Sobrino E. et al. Composting and vermicomposting experiences in the treatment and bioconversion of asphaltens from the Prestige oil spill // Bioresource Technology. – 2008. - № 99. – P. 1821 – 1829.

---

УДК 677.494: 595.1

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НАВОЗНОГО ЧЕРВЯ (*Eisenia fetida*)**

**ТРИБИС В.П.**

РУП «Институт мелиорации» НАН Беларуси. Минск, Беларусь. E-mail:  
trybis@tut.by

## USE OF POLYMER FIBER FOR RED WORM (*Eisenia fetida*) COMPOSTING

TRYBIS V.P.

Research Institute for Land Drainage, NAS of Belarus. Minsk, Belarus. E-mail:  
trybis@tut.by

Отходы волокнистых полимерных материалов (полиакрилонитрил, полиэтилентерефталат, полушерсть и их смеси), образующиеся в трикотажном производстве, не проявляют токсичности по отношению к навозному червю *E. fetida*. В лабораторных опытах с добавкой к компосту 20-30% этих отходов существенно улучшается качество жизни червей, возрастает их выживаемость в условиях агрессивной среды, повышается репродуктивная способность червей. Предложен новый термин точная вермитехнология.

*Fibrous waste polymeric materials (polyacrylonitrile, polyethylene terephthalate, wool mixture and their mixtures) formed in knitted manufacturing, have shown no toxicity against the manure worm E. fetida. Addition to compost 20-30% of these wastes significantly improves the quality of worms' life, - increase survival in aggressive medium and improves reproductive ability of worms in laboratory experiments. A new term proposed is accurate vermitechnology.*

Объём мирового производства полимерных волокон всех видов для текстильной промышленности постоянно растёт, при этом возрастают и объёмы отходов волокнистых полимерных материалов, что в настоящее время являются актуальной проблемой в экологии. Единственный в Беларуси и крупнейший в Европе производитель искусственного трикотажного меха ОАО «Белфа» (г. Жлобин), также столкнулся с проблемой использования коротких неиспользуемых отходов производства (КНОП), которая до настоящего времени не решена в должной мере.

Для оценки КНОПа с точки зрения вермитехнологии ОАО «Белфа» предоставил нам образцы производственных отходов полимерных волокон следующей номенклатуры:

Обозначение	Название	Состав
ПАН	Полиакрилонитрил	ПАН 100%
ПЭТ	Полиэтилентерефталат	Полиэфир 100%
ПШ	Полушерсть	ПАН:шерсть = 1:1
Смесь		ПАН, полиэфир, шерсть

Эти отходы характеризуются низкой объёмной массой, высокой влагоёмкостью, высокой пористостью, развитой удельной поверхностью и некоторыми антисептическими свойствами. Важно также, что КНОП, не побывавший на свалке, практически гарантированно не содержит болезнетворных для животных микроорганизмов.

Важно было определить, во-первых, безопасность (отсутствие вермитоксичности) этих отходов и, во-вторых, попытаться использовать их в вермикомпостировании, этой сравнительно новой отрасли производства для Беларуси (Максимова, 2008).

Мы определяли характер влияния различных видов КНОПа на жизнедеятельность дождевого червя *E. fetida* в лабораторных экспериментах. В опытах использовали навозного червя *E. fetida*, исходная популяция которого была получена в Институте зоологии НАН Беларуси (д.б.н. Э.И. Хотько).

Было проведено два эксперимента. Цель первого опыта - определить безопасность для червей различных видов КНОПа. Для этой цели был проведен лабораторный опыт с 4 вышеназванными видами отходов. Все представленные виды отходов взяты как есть, то есть не подвергались какой-либо предварительной модификации. В опыте использовали сосуды объёмом 250 мл, в которые помещали увлажнённый КНОП и сверху помещали корм. В каждый сосуд поселили по 5 половозрелых червей. Уже первые наблюдения показали, что все испытанные виды КНОПа не проявляют острой вермитоксичности (не обнаружено признаков беспокойного поведения и бегства червей из опытных сосудов).

Дальнейшие учёты состояния популяций показали, что в среднем по всем вариантам потенциальная скорость роста численности червей составила 2-3 раза за месяц. При этом индекс приплода оказался максимальным в варианте с ПШ, вероятнее всего потому, что шерсть представляет собой богатый источник белкового корма. Этот фактор наиболее сильно проявляет себя в условиях субстратов с низким содержанием белкового азота.

Таким образом, поисковый опыт показал, что в принципе практически без какой бы то не было подготовки представленные нам коротковолокнистые отходы текстильного производства могут быть в той или иной роли использованы в вермикомпостировании.

В связи с полученным результатом во втором опыте использовали КНОП как кондиционирующую добавку, которая могла бы играть в среде для выращивания червей роль буфера, смягчающего действие тех или иных неблагоприятных факторов.

Известно, что в качестве субстрата для выращивания навозного червя помимо разных видов навоза могут применяться самые разнообразные органические отходы. В некоторых случаях в компосте могут образовываться вредные для червей вещества, приводящие к снижению их продуктивности и даже гибели. В подобных случаях рационально применять приёмы, снижающие или полностью устраняющие подобные риски. Для проверки этого

положения мы провели лабораторный эксперимент, в котором моделировали условия острой токсичности.

Для этого в качестве экспериментального токсического стресса мы использовали хорошо известный эффект вспышки микробиологической активности вследствие увлажнения предварительно высушенного контаминированного органического субстрата. В качестве такого субстрата в опыте был взят высушенный спитой чай. При его одномоментном увлажнении до оптимальной влажности в нём происходит бурное развитие микроорганизмов, при этом наибольшее значение по интенсивности размножения имеют, по-видимому, микроорганизмы – эксплеренты или рудералы (по Раменскому-Грайму), плесневые грибы и актиномицеты. Такое быстрое развитие микрофлоры сопровождается выделением летучих и водорастворимых веществ, остро токсичных для червей. Этот эффект мы использовали в качестве провоцирующего фона, который обеспечивал агрессивность его для червей.

Опыт провели в стеклянных сосудах объёмом 280 мл. Навеска компоста в каждом сосуде - 22,5 г. Исходный воздушно-сухой компост увлажняли непосредственно перед началом опыта. В опытные сосуды согласно схеме опыта также добавляли волокна ПЭТ, предварительно увлажнённые до полной влагоёмкости. Затем в каждый сосуд поселили по 4 половозрелых червя. Сверху сосуды закрыли бумажными крышками, чтобы предохранить возможное выползание червей, но при этом обеспечить доступ кислорода к инкубируемой среде.

В течение опыта содержимое сосудов периодически извлекали и проверяли количество и состояние взрослых червей, коконов и ювенильных особей. Субстрат периодически увлажняли до оптимальной для червя влажности (80% от полного насыщения). После проведения учёта червей подкармливали из расчета 0,22 г сухого корма на 1 особь. Повторность опыта трёхкратная. Опыт продолжался 17 недель. В проведении эксперимента принимала участие Н. Ильюшенко (Секция космической биологии Научного общества учащихся Республиканского эколого-биологического центра).

Схема опыта:

№ варианта	Помещен о компоста, г	Добавлен о КНОПа, г	доля КНОПа в смеси, %
1 (контроль)	22,5	0	0
2	22,5	3	11,8
3	22,5	7	23,7
4	22,5	10	30,8



Внешний осмотр, проведенный на следующий после закладки опыта день, показал, что в сосудах контрольного варианта черви выползали на поверхность субстрата и погибали. В остальных сосудах, где был добавлен КНОП, червей на поверхности не наблюдалось. Средневзвешенная по времени опыта численность половозрелых червей в сосудах, число обнаруженных коконов и ювенильных червей при различном количестве КНОПа в среде представлены в Таблице 1.

Таблица 1 Некоторые показатели жизнедеятельности червей в связи с добавками КНОПа в субстрат

№ варианта	Средневзвешенное число червей в сосуде		Сумма отложенных коконов		Ювенильные	
	особей	SD	шт	SD	особей	SD
1 (контроль)	0,03	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,54	0,53	10,00	1,11	17,67	2,19
3	3,67	0,12	12,67	1,59	22,33	4,04
4	3,92	0,15	14,33	2,14	29,33	9,63

Как видно из таблицы 1, отходы волокнистых полимерных материалов (полиакрилонитрил, полиэтилентерефталат, полшерсть и их смеси), образующиеся в трикотажном производстве при выделке искусственного меха, снимают кратковременную острую токсичность кормового субстрата по отношению к навозному червю *E. fetida*.

Обнаруженный защитный эффект волокнистых полимерных материалов может быть объяснён, во-первых, абсорбционной ёмкостью полимерных волокон, их высокоразвитой удельной поверхностью, что в связи с этим их свойством предлагается использовать, в частности, в хроматографии (Marcus, 2009). Во-вторых, возможно также, что капиллярно-пористая среда, образованная смоченными волокнами, представляет собой дополнительную возможность для червей находить и как бы организовывать для себя безопасные временные убежища, позволяющие им переживать резкие кратковременные ухудшения условий существования. Такая способность наблюдалась нами в ранее проведенных наблюдениях за поведением червей в искусственных убежищах – стеклянных «норках» (в работе принимал участие Н. Малиновский (Секция космической биологии Научного общества учащихся Республиканского эколого-биологического центра).

Использование отходов полимерной промышленности в вермитехнологиях представляется нам перспективным, хотя всё ещё не оценённым в должной мере направлением исследовательских работ. Ранее мы экспериментально показали и получили патент РБ (Кондратьев, 2000), в

котором доказано, что жидкие полимерный отходы, образующиеся при производстве полиакриламида, существенно улучшают рост и повышают репродуктивную способность навозного червя на субстратах, обеднённых органическим азотом. Сделанный в настоящей работе вывод о пользе ПШ, вероятнее всего связан с этим же явлением потому, что шерсть, как известно, представляет собой богатый источник белковых веществ. Этот фактор, очевидно, наиболее сильно будет проявляться в условиях использования субстратов с низким содержанием белкового азота, что является не столь уж редкой ситуацией в вермитехнологиях.

Таким образом, нами в сравнительно краткосрочных лабораторных опытах с добавкой к компосту 20-30% волокнистых полимерных отходов (полиакрилонитрил, полиэтилентерефталат, полшерсть и их смеси) показано, что при этом существенно улучшается качество жизни червей, возрастает их выживаемость в условиях агрессивной среды и повышается репродуктивная способность червей. В продолжение этой работы важно было бы выполнить более длительные эксперименты с целью изучения более долговременных последствий контактирования червей с новыми для них субстратами.

Заслуживает внимания дальнейшее изучение свойств волокнистых и иных полимерных материалов в вермикомпостировании как с целью снижения возможных производственных рисков, так и для получения биомассы червей, отвечающей высоким санитарным требованиям. Такое направление можно было бы назвать специальным термином **точная вермитехнология**, рассматривая её как *совокупность биотехнологических мероприятий по культивированию дождевых червей в контролируемых условиях на субстратах с заданными свойствами с целью получения червей и/или яйцевых коконов с высокими санитарно-гигиеническими показателями, позволяющими использовать биомассу дождевых червей в медицине, фармакологии, косметологии и т.п. Вторичным продуктом точной вермитехнологии является производство и реализация отработанных субстратов (копролитов или биогумуса) и препаратов на их основе.*

При этом конечным этапом каждого цикла дальнейшей работы должна являться адаптация рассматриваемого нами подхода (метод полимерных добавок) к конкретным имеющимся или новым производственным условиям с целью получения максимального экономического, экологического или иного оправдывающего себя положительного эффекта.

### **Библиография.**

1. Кондратьев В.Н. Субстрат для выращивания и размножения дождевых червей/ В.Н. Кондратьев, В.П. Трибис, А.П. Самсонов// Минск, 2000. Патент РБ № 6103.
2. Максимова С. Л. Развитие технологии вермикомпостирования и вермикультивирования в Беларуси / С. Л. Максимова, Т. М. Шаванова, Ю. Ф. Мухин // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Сер. прыродаведчeskіх наук: навучна-практычны журнал. - 2008. - № 1. - С. 44-47.

3. Marcus R.K. Use of polymer fiber stationary phases for liquid chromatography separations// Journal of Separation Science. 2009 Mar.; 32(5-6):695-705.

---

УДК 631. 417. 2

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЯ КАК  
ФАКТОРА УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В  
КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ**

**КОРЗУН О.С., АНДРУСЕВИЧ М.П.**

УО «ГГАУ», г. Гродно, Беларусь, ggau@ggau.by

**THE INVESTIGATION OF QUESTION OF VERMICULTIVATION AS THE  
FACTOR OF MODERNIZATION OF ECOLOGICAL SITUATION IN  
FODDER CROP PRODUCTION**

**KORZUN O.S., ANDRUSEVICH M.P.**

EI «GSAU», t.Grodno, Belarus, ggau@ggau.by

В УО «ГГАУ» важным вопросом в научной работе студентов магистратуры является изучение технологий приготовления и применения вермикультуры под кормовые растения.

In EI «GSAU» the main question in scientific work of postgraduate students is the studying of technologies of creation and using of vermiculture on fodder crops.

Вопрос вермикультуры как фактора улучшения экологической ситуации в кормопроизводстве изучается в процессе преподавания студентам магистратуры университета специального курса «Экологическое кормопроизводство» как наиболее обоснованного ресурсосберегающего варианта производства экологически чистого корма, который подразумевает выбор культур с целью получения продукции, отвечающей требованиям действующих нормативов. В результате изучения дисциплины студенты магистратуры изучают требования к технологиям возделывания полевых и луговых кормовых культур с элементами экологизации.

Экологически безопасные способы повышения продуктивности кормовых культур предполагают использование биологических факторов регулирования составляющих элементов агрофитоценозов. Одним из таких факторов в технологиях возделывания полевых кормовых культур является применение вермикомпоста (биогумуса). Примерное содержание лабораторно-практических занятий магистрантов, обучающихся по специальности «Агрономия», включает изучение темы «Разработка экологически ориентированной системы применения удобрений под кормовые культуры в экологических хозяйствах специализированного типа», которая входит в раздел «Биологическое и технологическое обоснование производства кормов в экологических хозяйствах» (Корзун О.С., Бруйло А.С., 2011).

Студентам магистратуры дается разъяснение, что причину повышения всхожести семян, стимуляции роста и развития растений, увеличения урожайности и улучшения качества продукции кормовых культур под влиянием биогумуса следует искать, по мнению Цыганова А.Р. и др. (2002), в изучении химического состава вермикомпоста и высокой степени насыщенности его микробами, что обеспечивает непрерывное образование метаболитов. На занятиях студенты исследуют качественные характеристики биогумуса с использованием отечественной и зарубежной литературы, а также вопросы разведения дождевых червей в условиях внешней среды, необходимых для их жизнедеятельности (Мельник И.А., 1992).

Особое внимание уделяется вопросам выбора техники и технологий производства вермикомпоста и систем использования биогумуса под кормовые культуры в сельскохозяйственных кооперативных предприятиях в различных природно-климатических зонах Республики Беларусь.

Например, подробно изучаются следующие вопросы:

- меры борьбы с болезнями и вредителями при ведении вермикультивирования;
- организация хозяйства по вермикультуре;
- производство биогумуса на базе животноводческой фермы с содержанием крупного рогатого скота на откорме;
- организация технологических площадей, в том числе площадки для подготовки субстрата;
- приготовление и рецептура субстрата;
- содержание вермикультуры зимой;
- требования к составу биогумуса;
- преимущество биогумуса перед другими органическими удобрениями;
- особенности вермикомпостирования в США и Европе и др.

Открытие филиалов кафедр аграрных вузов в передовых организациях агропромышленного комплекса и научно-практических центрах НАН Беларуси создает условия для успешной работы над выполнением магистерских работ по экологической тематике с внедрением в производство. В передовых

базовых сельскохозяйственных организациях студенты магистратуры приобретают практический опыт по применению новых экологических технологий в кормопроизводстве с использованием знаний по технологиям приготовления и применения вермикомпоста под зерновые злаковые культуры, картофель и кукурузу. Магистранты, выполняющие выпускные квалификационные работы, быстрее адаптируются в производственных условиях и имеют больше навыков для решения реальных научно-исследовательских задач в области экологического кормопроизводства.

Тематика магистерских диссертаций по указанной тематике соответствует научному направлению работы кафедры растениеводства и отличается актуальностью и новизной. В перспективе планируется выполнение научно-исследовательской работ со студентами магистратуры в направлении совершенствования прикладных аспектов вермикультивирования в полевом кормопроизводстве на базе специализированного хозяйства экологического типа. Будет продолжена работа по улучшению информационного обеспечения научной деятельности магистрантов, работающих в указанном направлении.

Список использованной литературы:

1. Цыганов А.Р. и др. Технология приготовления и применения вермикомпоста (биогумуса): рекомендации для колхозов, совхозов и фермерских хозяйств. – Горки: Изд-во УО «БГСХА», 2002. – 39 с.
2. Мельник И.А. Разведение дождевых червей // Защита растений. – 1992. – № 1. – С. 32-34.
3. Корзун О.С., Бруйло А.С. Экологическое кормопроизводство: учебная программа для специальности 1-74 80 01 «Агрономия» (магистратура). – Гродно: УО «ГГАУ», 2011. – 11 с.

---

УДК 631.879.4:631.582:631.445.2

## **ВЛИЯНИЕ ВЕРМИКОМПОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ЗВЕНА СЕВООБОРОТА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ**

**БИРЮКОВА О.М.**

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь,  
Olja707@gmail.com

Изучено влияние вермикомпоста на продуктивность культур звена севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве. Внесение вермикомпоста в дозе 15 т/га обеспечило прибавку продуктивности 55,3 ц к.ед./га. Вынос азота увеличился на 85 кг/га, фосфора – на 47 кг/га, калия – на

127 кг/га. При органоминеральной системе удобрения дополнительный сбор от внесения вермикомпоста в дозе 5 т/га составил 11,9 ц к.ед./га, в дозе 15 т/га – 36,7 ц к. ед./га.

## **CROP ROTATION UNIT PRODUCTIVITY BY THE INFLUENCE OF VERMICOMPOST ON SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL**

**BIRYUKOVA O.M.**

Institute for Soil Science and Agrochemistry, Minsk, Belarus

The influence of vermicompost on crop rotation unit productivity on sod-podzolic sandy loam soil is studied. The use of vermicompost at a dose 15 t/ha has secured 55.3 c f. un./ha in addition. Removal of nitrogen increased by 85 kg/ha of phosphorus – 47 kg/ha of potassium – 127 kg/ha. The increase from application of vermicompost at a dose 5 t/ha received 11.9 c f. un./ha, at the expense of 15 t / ha - 36.7 c f. un./ha in variants the organic-mineral system of fertilizer

Получение высокого и стабильного урожая сельскохозяйственных культур зависит от плодородия почвы, т.е. от ее способности удовлетворять потребности растений в питательных веществах, воздухе, биотической и физико-химической среде, включая тепловой режим (Романова Т.А., 2011). Органические удобрения, восполняя запасы органического вещества в почвах пахотных земель и способствуя дополнительному вовлечению в хозяйственно-биологический круговорот элементов минерального питания, относятся к числу основных факторов, оказывающих влияние на формирование уровня почвенного плодородия, *что особенно актуально на современном этапе в условиях постоянно возрастающих цен на минеральные удобрения* (Просвяпникова О.И., 2006).

**Вермикомпост** представляет собой органическое удобрение, содержащее до 30 % (на абсолютно сухое вещество) гумуса. Элементы питания в вермикомпосте находятся в виде сложных комплексных соединений органических веществ с минеральными компонентами, в связи с чем, они надежно сохраняются от вымывания, обеспечивая пролонгированное действие удобрения. В вермикомпосте содержится значительное количество витаминов, антибиотиков, ферментов, аминокислот, которые поступают из кишечника червей при переваривании органических отходов и являются активными стимуляторами роста и развития растений (Кириенков А.Е., 2005).

*В последнее время возникает много вопросов по влиянию вермикомпоста на урожайность сельскохозяйственных культур, качество урожая и плодородие почвы, что требует проведения дополнительных исследований применительно к новым условиям хозяйствования.*

Цель исследований – изучить влияние вермикомпоста на продуктивность культур звена севооборота и вынос основных элементов питания на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Исследования проводили в 2010–2012 гг. в стационарном полевом опыте, заложенном в ГП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области на дерново-подзолистой оглеенной внизу супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 80 см моренным суглинком. Исследуемая почва перед закладкой опыта характеризовалась следующими агрохимическими показателями:  $pH_{KCl}$  5,5–5,6; содержание гумуса – 2,21–2,41%,  $P_2O_5$  (0,2 М HCl) – 155–205 мг/кг,  $K_2O$  (0,2 М HCl) – 227–246 мг/кг почвы.

Опыт проводили в звене севооборота: кукуруза на зеленую массу – яровой рапс – озимое тритикале. Дозы минеральных удобрений под кукурузу составили  $N_{90+60}P_{60}K_{140}$ , под яровой рапс –  $N_{80+30}P_{60}K_{120}$ , под озимое тритикале –  $N_{70+30+40}P_{60}K_{120}$ .

Влияние вермикомпоста, внесенного в дозах 5 и 15 т/га сравнивали с подстилочным навозом КРС в дозе 60 т/га. Органические удобрения вносили весной под вспашку под первую культуру звена севооборота, отдельно и в сочетании с минеральными удобрениями.

Применяемые органические удобрения характеризовались следующими показателями (на естественную влажность): подстилочный навоз КРС: N – 0,43%,  $P_2O_5$  – 0,26%,  $K_2O$  – 0,33%, органическое вещество в пересчете на углерод – 9,6%, влажность – 77%; вермикомпост: N – 1,01%,  $P_2O_5$  – 0,61%,  $K_2O$  – 1,00%, органическое вещество в пересчете на углерод – 11,5%, влажность – 55%.

Урожайность культур звена севооборота (кукуруза на з.м., яровой рапс, озимое тритикале) на дерново-подзолистой супесчаной почве зависела от применяемых удобрений. Влияние минеральных и органических удобрений, а также их сочетаний на урожайность культур звена севооборота прослеживалось на протяжении всего срока исследований.

За счет почвенного плодородия за звено севооборота получено 174,9 ц к. ед./га (таблица 1). При минеральной системе удобрения дополнительный сбор составил 103,7 ц к. ед./га при окупаемости 1 кг NPK 7,6 к.ед.

Таблица 1 – Влияние органических и минеральных удобрений на продуктивность звена севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант	Продук- тивност ь, ц к.ед./га	Прибавка, ц к.ед./га			Окупаемость, к.ед.	
		к конт - ролю	от орг. уд.	от мин. уд.	1 т орг. уд.	1 кг NPK мин.у д.
Без удобрений (контроль)	174,9	–	–	–	–	–

N <sub>400</sub> P <sub>180</sub> K <sub>380</sub> – Фон	278,6	103,7	–	103,7	–	7,6
Подстилочный навоз КРС, 60 т/га	231,9	57,0	57,0	-	95,1	–
Фон + Подстилочный навоз КРС, 60 т/га	315,4	140,5	36,8	83,5	61,3	6,1
Вермикомпост, 15 т/га	230,2	55,3	55,3	–	368,7	–
Фон + Вермикомпост, 5 т/га	290,5	115,6	11,9	–	237,3	–
Фон + Вермикомпост, 15 т/га	315,3	140,4	36,7	85,1	244,4	6,3

Внесение под кукурузу подстилочного навоза КРС в дозе 60 т/га обеспечило прибавку продуктивности за звено севооборота относительно варианта без удобрений на уровне 57,0 ц к. ед./га. Окупаемость 1 т подстилочного навоза составила 95,1 к.ед.

Анализ влияния подстилочного навоза КРС на каждую культуру звена севооборота показал, что прибавка урожайности, выраженная в процентах к суммарной за звено севооборота, от прямого действия удобрения составила 77%, в 1-й год последствия обеспечено 15% дополнительного сбора урожая, во 2-й год последствия навоза – 8%.

Применение за звено севооборота N<sub>400</sub>P<sub>180</sub>K<sub>380</sub> на фоне подстилочного навоза по сравнению с вариантом без удобрений обеспечило прибавку 140,5 ц к. ед./га. За счет навоза получено 36,8 ц к. ед./га, за счет минеральных удобрений – 83,5 ц к. ед./га, при этом 1 т подстилочного навоза окупалась 61,3 к.ед., 1 кг NPK минеральных удобрений – 6,1 к.ед.

Варианты с внесением вермикомпоста, как отдельно так и в сочетании с минеральными удобрениями, характеризовались более высокой окупаемостью и величиной последствия по сравнению с подстилочным навозом. Внесение под кукурузу вермикомпоста в дозе 15 т/га за звено севооборота обеспечило дополнительный выход 55,3 ц к.ед/га. При этом 64% прибавки урожайности получено в год внесения, 20% в 1-й год последствия и 16% во 2-й год последствия вермикомпоста. Окупаемость 1 т вермикомпоста за звено севооборота составила 368,7 к.ед.

В вариантах с органоминеральной системой удобрения вермикомпост в дозе 5 т/га обеспечил получение 11,9 ц к. ед./га, в дозе 15 т/га – 36,7 ц к.ед./га, при этом 1 т вермикомпоста окупалась 237,3 и 244,4 к.ед. соответственно.

Общий вынос элементов питания зависел от вида внесенных удобрений, продуктивности возделываемых культур и содержания элементов в основной и побочной продукции. Минимальный общий вынос элементов питания за звено севооборота отмечен в варианте без удобрений. Вынос азота составил 226 кг/га, фосфора – 114 кг/га, калия – 261 кг/га, кальция – 26 кг/га, магния – 25 кг/га (таблица 2).



Таблица 2 – Хозяйственный и удельный вынос элементов питания культурами звена севооборота в зависимости от удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант	Общий (хозяйственный) вынос, кг/га			Удельный вынос с 1 т, кг к.ед.		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без удобрений (контроль)	226	114	261	12,9	6,5	14,9
N <sub>400</sub> P <sub>180</sub> K <sub>380</sub> – Фон	423	190	481	15,2	6,8	17,3
Подстилочный навоз КРС,	305	161	388	13,1	6,9	16,7
Фон + Подстилочный навоз	495	230	568	15,7	7,3	18,0
Вермикомпост, 15 т/га	311	156	359	13,5	6,8	15,6
Фон + Вермикомпост, 5 т/га	436	201	494	15,0	6,9	17,0
Фон + Вермикомпост, 15	485	220	568	15,4	7,0	18,0

Применение минеральных удобрений увеличило общий вынос азота на 197 кг/га, фосфора – на 76 кг/га, калия – на 220 кг/га, кальция – на 20 кг/га, магния – на 18 кг/га. Внесение подстилочного навоза КРС и вермикомпоста способствовало увеличению общего выноса азота на 79–85 кг/га, фосфора – на 43–47 кг/га, калия на 98–127 кг/га, кальция – на 13–19 кг/га, магния – на 8–12 кг/га. Варианты с органоминеральной системой удобрения характеризовались более высоким выносом элементов питания по сравнению с вариантами с односторонним применением органических удобрений. Вынос азота относительно варианта без удобрений увеличился на 211–269 кг/га, фосфора – на 88–116,2 кг/га, калия – на 233–307 кг/га, кальция – на 26–31 кг/га, магния – на 21–24 кг/га.

На основании общего выноса и продуктивности культур звена севооборота рассчитан удельный вынос элементов питания за звено севооборота на 1 т к.ед. В результате исследований установлено, что удельный вынос основных элементов питания незначительно изменялся по вариантам. В среднем по опыту с 1 т к. ед. удельный вынос азота составил 14,4 кг, фосфора – 6,9 кг, калия – 16,8 кг, кальция – 1,8 кг, магния – 1,5 кг.

Расчет хозяйственного баланса элементов питания на основании полученных результатов позволяет оценить эффективность и обоснованность применения вермикомпоста на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Расчеты показали, что при высокой продуктивности культур звена севооборота баланс элементов питания как при внесении подстилочного навоза КРС 60 т/га, так и при внесении вермикомпоста в дозе 15 т/га, был отрицательным. Однако в сравнении с подстилочным навозом КРС, в варианте с вермикомпостом недостаток азота был на 76,7 кг/га больше, фосфора – на 18,4 кг/га, калия – на 72 кг/га.

Применение минеральных удобрений на фоне вермикомпоста в дозе 5 и 15 т/га обеспечивало небольшой положительный баланс фосфора. Баланс азота и калия в этих вариантах был также отрицательным.

Таким образом, на дерново-подзолистой супесчаной почве одностороннее применение вермикомпоста в дозе 15 т/га способствовало формированию продуктивности звена севооборота на уровне 230,2 ц к.ед./га, обеспечивая прибавку урожайности всех сельскохозяйственных культур, возделываемых на протяжении трех лет. За звено севооборота при внесении вермикомпоста под кукурузу прибавка урожая в год внесения составила 64% от суммарной, в 1-й год последствия – 20%, во 2-й год последствия – 16%. При органоминеральной системе удобрения, предусматривающей внесение за звено севооборота  $N_{400}P_{180}K_{380}$  на фоне вермикомпоста в дозах 5 и 15 т/га, получено 290,5 и 315,3 ц к.ед./га соответственно. При этом установлено, что подстилочный навоз в дозе 60 т/га и вермикомпост в дозе 15 т/га, как при одностороннем внесении, так и на фоне минеральных удобрений, характеризовались одинаковой агрономической эффективностью: продуктивность звена севооборота при внесении этих удобрений существенно не отличалась.

#### **Литература.**

1. Романова, Т.А. Плодородие и продукционная способность почв // Плодородие почв и эффективное применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посв. 80-летию основания ин-та, Минск, 5-8 июля 2011 г. – Минск, 2011. – С. 106 – 108.
2. Кириенков, А.Е. Плодородие почв за счет биогумуса // Белорусское сельское хозяйство. – 2005. – № 10 (42). – С. 29 – 31.
3. Просяпникова О.И. Динамика гумуса: направленность, скорость, прогноз // Плодородие журнал для ученых, специалистов и практиков. – 2006. – № 1 (28). – С. 24 – 25.

---

## **EARTHWORMS IN WASTE HEAPS OF OIL-SHALE INDUSTRY**

### **ДОЖДЕВЫЕ ЧЕРВИ В ОТВАЛАХ ПУСТОЙ ПОРОДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ**

**KALDA KAI, IVASK MARI, KUU ANNELY, PEDA JANE, KUTTI SANDER**

Tallinn University of Technology, Tartu College, Puiestee 78 Tartu Estonia,  
e-mail: mari.ivask@ttu.ee

The most distinguished landforms in Ida-Viru County, Estonia, apart from the Baltic Klint, are the artificial landforms generated by mining and processing of oil shale. The oil-shale industry is developed since 1918 in Estonia being important branch of the economy. According to Kattai et al (2000) during this period 1.6 billion tons of oil shale with remainders i.e. 870 million tons of pure oil shale is mined that consists of one third of oil-shale reserve in Estonia. The maximum mining intensity was in 1980thies – 11 open and below-ground mines were in working this period.

Processes of oil shale mining, combustion in power plants, and thermal processing in chemical plants generate huge amount of solid waste. After more than 90 years of mining and processing, there are thousands of tons of such waste deposited in North-East of Estonia. The methods used to deposit the waste into a mine waste hill have been rather inefficient, depending on the technology used, i.e. such deposit also contains oil shale parts, which, in view of favorable conditions present inside the hill, have ignited and thus generated air pollution. Virtually no steps have been taken to recycle this waste and therefore the semi-coke heaps and mine waste deposit have stood there for years, constantly causing environmental problems. When deposited, the “new” semi-coke is toxic, but the toxicity decreases over the time. Over the time these hills have been covered by soil as well as soil biota, which is crucial for restoration of the former mining areas and remediation of waste heaps.

Invertebrates are responsible for a number of tasks such as facilitating in aerating and draining the soil, litter decomposition, pollination, and seed dispersals as well as providing food for other vertebrate predators; some authors are published data of invertebrates in industrial spoils (Courtney et al 2010). Earthworms are considered a potential invertebrates group to enhance the soils because of their burrowing activity, ability to mix and aggregate soil and to enhance soil porosity and waterholding capacity (Boyer & Wratten 2010, Haimi 2000). There are several data published concerning dispersal ability of earthworms (Eijsackers 2010). They have a limited dispersal by passive transport of their cocoons and by the mobility of the worm itself, thus they are not really specialized colonizers for primary soils and over longer distances (kilometers or more). They are not easily transported, i.e. blown by the wind or swept along by a stream. They cannot establish and survive in real primary soil substrate when there is no organic matter and the environmental conditions can become very dry and hot. Their population growth rate is not very fast, especially since they have a low body growth rate. On the other hand, by Dunger (1989) and Eijsackers et al (2009) earthworms invade/colonize new substrates and habitats remarkably fast, as observed in fly ash, sediment and mine waste deposits, their dispersal capacity over shorter distances is effective and enables them to colonize primary substrate and change it into a better habitat. The passive dispersal of earthworms cocoons is similar to seed-dispersal. Influx of cocoons can occur via transport in surface flows over land after massive rains. Phoresy of cocoons by birds and mammals adhering to feet or by human, by tractor-wheels has

also been observed (Marinissen & Van den Bosch 1992). The survival capacity of cocoons under various adverse conditions is relevant. Cocoons can survive natural harsh conditions, the resistance is species specific. The influx or dispersal of cocoons is limited but they survive drought spells, frost, inundation and flooding (Eijsackers 2010). With respect to contamination, cocoons are proven to be sensitive specifically to heavy metals.

The aim of the study was to evaluate earthworm communities in artificial substrate of waste heaps and dumps of oil-shale industry. We focused on semi-coke heaps and on dump of limestone and oil-shale residues. We hypothesized the dispersal of tolerant epigeic species in older parts of heaps with decreased toxicity.

#### Material and Methods

There are three main types of waste from oil shale industry (Pae et al 2005):

1. Ash heaps near thermal power plants combusting oil shale. Ash is the waste material with high pH from combustion of oil shale. Ash heaps are shaped as plateau because of ash removal technology by water. We didn't study earthworms in ash though by Eijsackers (2010) some *Lumbricus* and *Dendrobaena* species are able to live there.

2. Dumps of residues near oil shale separation plants, which consist mainly of limestone dug up from mines with oil shale layer, and of residual oil shale. These dumps lie mostly near the outlets of underground mines. The share of oil shale in the older dumps was higher, and some of the dumps have ignited spontaneously. We sampled earthworms on heap (4., table 1), which was closed for waste disposal in 1967, with well developed grass and tree layers. Spontaneous ignition of substrate was occurred since closing and the process continues nowadays.

3. Semi-coke dumps surrounding the plants of oil shale thermal processing. These mountains have a shape of excentric cones, dark-gray or black color, and specific smell. The semi-coke mountains are also the highest and most conspicuous landforms. Semi-coke is classified as an environmentally harmful residue due to its components: several organic and inorganic compounds (oil products, asphaltenes, phenols, PAHs, sulfuric compounds), while liquid wastes (leachate) from depository area are characterized by high concentration of oil products, phenol, cresols, dimethylphenols and resorcinols. (Truu et al, 2007). We sampled earthworms on two heaps closed nowadays (1., 2, table 1) and on one older heap (3., table 1).

Earthworm communities were studied in June 2010, at three heights of each heaps slope: in relative height ~60 m (table 1), at the foot of the hill and in-between. At the same date of earthworm sampling the following soil characteristics were measured: pH (5 study points per height, Multi 340i WTW, Germany), organic matter content (composite sample, muffle furnace at 360°) and volumetric water content (10 study points per height, Fieldscout TDR300, Spectrum Technologies Inc.). Earthworms were collected in three 50\*50 cm areas using a 15% mustard powder solution (Gunn, 1992) as the handsorting method was too complicated

because of the inappropriate substrate texture. The earthworms were identified and the composition of the community was calculated by ecological group (epigeic, endogeic and anecic by Bouche 1977).

## Results and discussion.

Table 1. Characteristics of studied waste heaps and earthworm communities.

Parameter	1	2	3	4
Substrate	Semi-coke	Semi-coke	Semi-coke	Residues mix of limestone and oil shale
Years of deposition	1951-1990thies	1930thies-2009	1927-1975	1916-1967
Relative height of hill, m (by Pae et al 2005)	116	174	96	104
Soil dry matter, %	93,0 ± 3,9	79,5 ± 0,8	94,9 ± 3,6	97,74 ± 0,2
Soil pH	8,0 ± 0,1	7,9 ± 0,1	7,9 ± 0,2	7,6 ± 0,1
Soil organic matter, %	7,6 ± 0,9	9,6 ± 0,8	6,8 ± 1,2	4,7 ± 0,6
Soil total N, %	0,15 ± 0,07	0,10 ± 0,03	0,19 ± 0,05	0,17 ± 0,00
Basal respiration, (mg O <sub>2</sub> /kg DM*h)	4,400 ± 0,217	2,824 ± 0,880	3,176 ± 0,713	2,942 ± 0,471
SIR (mg biomass C/ g DM)	0,590 ± 0,167	0,368 ± 0,131	0,510 ± 0,141	0,740 ± 0,070
Earthworm abundance, ind m <sup>-2</sup>	52 ± 18	30 ± 11	21 ± 14	63 ± 15
Number of earthworm species	8	7	4	8
Epigeic, %	45,3	44,5	65	23
Endogeic, %	38,3	39	35	67
Anecic, %	16,4	16,5	0	10

Altogether ten species of earthworms were collected on semi-coke heaps. Eight species were found on mining waste dump where the abundance of community was the highest. The abundance and diversity of community were the lowest on old semi-coke heap. Two studied heaps of semi-coke (1. and 2.) which were in use recently differed by soil moisture, by microbial parameters and by abundance of earthworm community but the communities on two heaps were similar by ecological structure. The Shannon-Wiener index of biodiversity was the highest on waste dump

(1.309-1.752 by transects), lower on recently used semi-coke heaps (1.097...1.692 by transects) and the lowest on old semi coke heap (0-1.099 by transects). The abundance and diversity increased from highest to lowest sample areas depending on age of waste layer and on developing of vegetation.

The most abundant species *Aporrectodea caliginosa* formed one third to half of community on recently used semi-coke heaps, less of one third on old semi-coke heap and was missing on waste dump. *A. rosea* and *Lumbricus rubellus* were also abundant, *A.rosea* individuals formed nearly one third of community in old semi-coke and mining waste heaps, *L. rubellus* formed 40% and *L. castaneus* 21% of community on old semi-coke hill. Anecic species *A.longa* and *L.terrestris* were present on all sample areas except old semi coke, epigeic *Dendrobaena octaedra* was sampled in all studied heaps. We also found single individuals of *Allolobophora chlorotica* and *Dendrodrilus rubidus* in semi-coke. Species *Octolasion cyaneus* was present in semi-coke as single individual and consisted of 10% of individuals in oil-shale mining waste dump.

Species composition of earthworm communities was depending on plant cover of heaps. No earthworms were found on higher parts of semi-coke heaps without plants and mosses. On areas with very scarce vegetation only epigeic species were found – *L.rubellus* and *D.octaedra*. These epigeic species are mentioned as the first colonizers of mine spoil heaps by numerous authors (Eijsackers 2010). The communities of areas with more rich plant cover with young trees and bushes (mostly birches and willows) were more diverse. The old semi-coke heap differed from more recent ones by low soil moisture limiting the number of earthworms despite of rich vegetation. The waste dump of limestone and oil-shale residues differed from semi-coke heaps by absent of species *A. chlorotica* and *D. rubidus* and by high abundance of *Octolasion cyaneus*.

### Conclusion

The earthworm communities of different waste heaps are formed in special conditions –by very high pH and low moisture. Low abundance was characteristic for earthworm communities in semi-coke heaps. Ten species of earthworms were present in oil-shale industry wastes. The earthworms are dispersed in waste heaps by human and birds activities, they are able to live and feed in artificial substrate where the plant litter is available at least in minimal quantities. The interaction between soil microbial community, invertebrates and plants will develop a self-sustaining ecosystem in waste heaps.

### Acknowledgements

The study was supported by Estonian Science Foundation Grants Nos 9258 and 9145 and by Tallinn University of Technology, Grant B02.

### References



1. Bouche, M. B. Strategies lombriciennes//Soil organisms as components of ecosystem. Ecological Bulletin 25: Stockholm, 1977. - P.122-132.
  2. Boyer S., Wratten S.D. The potential of earthworms to restore ecosystem services after opencast mining – a review//Basic and Applied Ecology. – 2010. – Vol.11, P.196-203.
  3. Courtney R., O'Neill N., Harrington T., Breen J. Macro-arthropod succession in grassland growing on bauxite residue//Ecological Engineering. - 2010. – Vol.36, P.1666–1671.
  4. Dunger W. The return of soil fauna to coal mine areas in the German Democratic Republic//Animals in primary succession: The role of fauna in reclaimed land. - Cambridge University Press: Cambridge, 1989. - P. 307–337.
  5. Eijsackers H., Bruggeman J., Harmsen J., Kort Th., De Schakel A. Colonization of PAH contaminated dredged sediment by earthworms//Applied Soil Ecology.- 2009. Vol.43, P.216–25.
  6. Eijsackers H. Earthworms as colonisers: Primary colonisation of contaminated land, and sediment and soil waste deposits//Science of the Total Environment. - 2010. – Vol.408, P.1759–1769.
  7. Gunn, A. The use of mustard to estimate earthworm population//Pedobiologia. - 1992. - Vol.36, P.65-67.
  8. Haimi, J. Decomposer animals and bioremediation of soils//Environmental Pollution. - 2000. – Vol.107, P. 233-238.
  9. Kattai, V., Saadre, T., Savitski, L. Estonian Oil Shale: Geology, Resource, Mining Conditions. – Eesti Geoloogiakeskus: Tallinn, 2000. -226 p [in Estonian].
  10. Marinissen J.C.Y., Van den Bosch F. Colonization of new habitats by earthworms//Oecologia. - 1992. – Vol.91, P. 371–376.
  11. Pae T., Luud A., Sepp M. Artificial mountains in North-East Estonia: monumental dumps of ash and semi-coke//Oil Shale.- 2005.- Vol 22, P. 333-343.
  12. Truu J., Heinaru E., Vedler E., Juhanson J., Viirmäe M., Heinaru A. Formation of microbial communities in oil shale chemical industry solid wastes during phytoremediation and bioaugmentation//Bioremediation of Soils Contaminated with Aromatic Compounds.- Springer: Dordrecht, 2007. – P. 57-66.
- 

УДК 631.86

***ВЛИЯНИЕ ВЕРМИПЕРЕРАБОТКИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ГРУППОВОГО  
СОСТАВА ВТОРИЧНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ***

***СОКОЛОВ Г. А., КРАСНОБЕРСКАЯ О. Г., ЦВИРКО Л. Ю.***

Институт природопользования НАН Беларуси,

***INFLUENCE OF WORM PROCESSING ON THE CHANGE OF SECONDARY ORGANIC RAW MATERIALS GROUP STRUCTURE***

**SOKOLOV G. A., KRASNOBERSKAYA O. G., TSVIRKO L. Y.**

*Institute of Nature Management of NAS of Belarus,  
Minsk, Belarus. E-mail: agrico@ecology.basnet.by*

Приведены данные по групповому составу, агрохимическим и общетехническим параметрам субстратов на основе вторичного органического сырья до и после вермипереработки. Выявлено существенное положительное преобразование структуры органического вещества субстратов в сторону активизации образования гуминовых веществ, в том числе – гуминовых кислот. Это возрастание происходит в значительной мере за счет водорастворимых соединений, легкогидролизуемых и, в меньшей степени, – трудногидролизуемых веществ. Содержание последних групп соединений снижается на 1–6 % в сравнении с исходным уровнем.

The data on group structure, agrochemical and general-technical properties of substrate on the basis of secondary organic raw materials prior to and after the worm processing are represented. An essential positive transformation of structure of substrate organic substances towards activization of formation of humic substances and humic acids including has been revealed. This increase occurs appreciably due to the decrease in a share of water-soluble compounds, easy hydrolysable and, to a lesser degree, hard hydrolysable substances. The content of last groups of compounds in final material decreased by 1-6 % in comparison to initial level.

В Беларуси, как и во всех странах мира, существует проблема утилизации бытовых и промышленных отходов. В нашей стране ежегодно накапливается около 2,4 млн т только твердых бытовых отходов. Существующие технологии их переработки в большинстве случаев не являются безотходными и экологически чистыми и требуют больших затрат энергоресурсов.

Весьма перспективной технологией переработки этих отходов является вермикомпостирование [Максимова и др., 2007]. Преимущество этой технологии перед другими заключается в том, что она позволяет в едином процессе, при относительно небольших затратах перерабатывать практически любые органические отходы, с получением в качестве конечных продуктов ценного органического удобрения – биогумуса и полноценного животного белка. Вермигумус получают из компостов навоза разного происхождения, птичьего помета, отходов растениеводства, овощеводства, плодоводства,



деревообработки; отходов пищевой, гидролизной и целлюлозно-бумажной промышленности, микробиологических производств, а также активного ила [Максимова и др., 2007, 2008].

С целью исследования влияния вермикомпостирования на изменение агрохимических свойств и группового состава сырья разного генезиса был проведен анализ субстратов на основе пивной дробины, птичьего помета, осадка сточных вод (ОСВ), навоза конского и навоза КРС до и после вермипереработки. Исследуемые образцы представляли собой смесь вторичного органического сырья различного генезиса с почвой. В таблице 1 приведены некоторые общетехнические и агрохимические показатели исходных субстратов и вермигумуса.

Таблица 1. Общетехнические и агрохимические характеристики вторичного органического сырья до и после вермипереработки

Образец	pH	W, %	A <sup>c</sup> (900 °C), %	Общие формы, % на а.с.м.			Подвижные формы, мг/100г а.с.м.			
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N- NO <sub>3</sub>	N- NH <sub>4</sub>
Исходный субстрат										
Пивная дробина	8,0	42,4	80,2	0,40	0,24	0,32	170	316	0	0
Конский навоз	7,4	48,4	80,2	0,80	0,63	0,35	340	252	0	0
Птичий помет	7,7	52,6	78,6	0,73	0,60	0,37	441	361	34,18	0
ОСВ	7,3	55,8	71,8	1,06	0,70	0,46	371	381	16,70	0
Навоз КРС	7,9	75,7	46,8	2,09	1,48	1,73	762	171 6	0	0
Вермигумус										
Пивная дробина	7,6	49,8	83,6	0,70	0,61	0,20	215	107	11,16	0
Конский навоз	6,4	42,3	81,6	0,55	0,56	0,23	306	112	12,24	0
Птичий помет	8,0	48,9	79,4	0,75	0,84	0,28	459	216	12,50	0
ОСВ	7,3	47,9	77,8	0,67	0,55	0,25	286	151	12,70	0
Навоз КРС	7,6	44,2	54,1	2,04	1,53	4,55	837	452 1	263,0 0	0

Для группового анализа образцов использовали метод по выделению всех необходимых компонентов из одной навески, модифицированный Н. Н. Бамбаловым [Бамбалов, 1974]. Так как наши образцы не относятся к торфу, то выделение некоторых компонентов было опущено. Последовательно выделялись водорастворимые вещества (ВР), гумусовые вещества (ГВ), в том числе гуминовые кислоты (ГК), легкогидролизуемые вещества (ЛГ), трудногидролизуемые вещества (ТГ) и негидролизуемый остаток (НГО).

В исходных субстратах реакция среды была слабощелочной (рН 7,3–8,0), зольность колебалась в пределах 72–83 %, лишь в образце с навозом КРС она составляла 47 %.

Содержание общего азота было минимальным в образце с пивной дробинкой (0,4 %), максимальным – в образце с навозом КРС (2,09 %). Содержание общего фосфора в образцах с конским навозом, птичьим пометом и ОСВ достигало 0,6–0,7 %. Образец с пивной дробинкой – обеднен фосфором (0,24 %), а образец с навозом КРС, наоборот, – обогащен (1,5 %). Содержание общего калия в образцах отличалось незначительно (0,32–0,46 %), лишь в образце с навозом КРС оно составляло 1,73 %.

Содержание подвижного фосфора коррелировало с содержанием общего – максимум в образце с навозом КРС, минимум – в образце с пивной дробинкой, остальные образцы различались между собой незначительно. Аналогичная зависимость наблюдалась и в содержании общего и подвижного калия – небольшая разбежка величин для всех образцов, кроме образца с навозом КРС. В нем подвижного калия было в 4,5–6,8 раза больше. Нитратный азот зафиксирован только в образцах с птичьим пометом и ОСВ, а аммонийный – отсутствовал везде.

В вермигумусе реакция среды была нейтральной (образец с конским навозом) или слабощелочной (все остальные образцы), зольность составляла 78–82 % и лишь в образце с навозом КРС – 54 %.

Содержание общего азота колебалось в пределах 0,55–0,75 %, в образце с навозом КРС – 2 %; общего фосфора – на уровне 0,55–0,84 %, в образце с навозом КРС – 1,53 %; общего калия – также различалось незначительно (0,25–0,28 %) во всех образцах, кроме вермигумуса с навозом КРС (4,55 %).

Содержание подвижного фосфора в образце с навозом КРС было выше, чем в остальных, в 1,8–3,8 раза, а содержание подвижного калия в нем на порядок превышало этот показатель в остальных образцах. Аммонийный азот отсутствовал во всех образцах, нитратный – содержался в количестве 11–13 мг/100 г и только в образце вермигумуса КРС его было 263 мг/100 г.

Уменьшение показателя рН в процессе биологической переработки было в пределах 0,3–0,4, лишь в вермигумусе с конским навозом рН снизился на единицу.

Зольность увеличилась во всех образцах на 1–15 %, кроме вермигумуса с пивной дробинкой, где было отмечено ее снижение на 7 %.

Содержание общего азота почти не изменилось в образцах с навозом КРС и птичьим пометом, но в вермигумусе с конским навозом и ОСВ снизилось примерно в 1,5 раза, а в вермигумусе с пивной дробинкой, наоборот, – повысилось в 1,75 раза. Содержание общего фосфора снизилось в вермигумусе с конским навозом и ОСВ на 13–27 %, в остальных образцах повышение составило от 3 % в вермигумусе на навозе КРС до 154 % в вермигумусе на пивной дробинке. Содержание общего калия снизилось во всех

образцах, кроме вермигумуса на навозе КРС, где отмечено повышение в 2,6 раза.

Динамика содержания подвижных форм фосфора и калия коррелировала с динамикой содержания их общих форм. Отмечено снижение содержания подвижного фосфора в вермигумусе с конским навозом и ОСВ на 11–30 % и повышение на 4–30 % – в остальных образцах. Содержание подвижного калия снизилось во всех образцах, кроме вермигумуса с навозом КРС, где отмечено повышение в 2,6 раза. Нитратный азот появился в образцах с пивной дробинкой, конским навозом и навозом КРС, а в вермигумусе с птичьим пометом и ОСВ его содержание снизилось в 1,3–2,7 раза.

Таким образом, в образцах с конским навозом и ОСВ после их биологической переработки отмечено снижение содержания общих и подвижных форм азота, фосфора и калия. В образце с навозом КРС произошло значительное повышение содержания общего и подвижного калия, а также нитратного азота, что, по-видимому, связано со специфическими свойствами органического вещества разного происхождения и особенностями их биопереработки.

Изменение группового состава образцов в процессе биологической переработки отходов представлено в таблице 2.

В исходных субстратах максимальное содержание ВР отмечено в образце с навозом КРС – более 17 %, а в остальных образцах оно варьировало в пределах 3,4–6 % на а.с.м. Содержание ГВ колебалось от 5,4 % в пивной дробинке до почти 15 % в навозе конском и КРС. Количество ЛГ составляло 10,8–15,4 %, а ТГ – 2,9–5,8 %. Основную долю среди групп соединений составил НГО – 48,3–72,8 %

В процессе биопереработки изучаемых органических отходов красным калифорнийским червем их групповой состав претерпел существенные изменения. При этом весьма заметно во всех видах переработанных отходов, т.е. в готовом вермигумусе, снизилось содержание водорастворимой фракции. Снижение в абсолютных процентах составило от 1,6 % в варианте с пивной дробинкой до 11,3 % – с навозом КРС, что, возможно, связано с иммобилизацией наиболее доступной фракции органического вещества биотой и ее постепенной трансформацией в гуминоподобные соединения.

Содержание ГВ в вермигумусе возросло по сравнению с исходным субстратом на 5–13 %, в зависимости от вида субстрата. При этом содержание ГК в вермигумусе увеличилось на 1–8,5 %. Это возрастание происходило, как следует из полученных данных, в значительной мере за счет ВР соединений, ЛГ и ТГ веществ. Содержание последних снизилось на 3–6 % и 0,7–3,5 % соответственно.

Таблица 2. Изменение группового состава исходных субстратов и вермигумуса, % на а.с.м.

№ п/п	Образец	ВР	ГВ	Из них ГК	ЛГ	ТГ	НГО
Исходный субстрат							
1	Пивная дробина	3,4	5,4	2,0	12,6	5,8	72,8
2	Конский навоз	4,1	14,7	3,4	14,3	4,0	62,9
3	Птичий помет	3,9	10,2	3,1	12,7	3,8	69,4
4	ОСВ	6,1	10,5	3,5	10,8	2,9	69,7
5	Навоз КРС	17,2	14,9	6,2	15,4	4,2	48,3
Вермигумус							
1	Пивная дробина	1,8	12,6	3,1	8,3	2,3	75,0
2	Конский навоз	2,1	25,3	11,5	8,2	2,5	61,9
3	Птичий помет	0,1	15,4	7,1	6,2	2,5	75,8
4	<b>ОСВ</b>	0,1	18,9	12,0	7,6	2,8	70,6
5	Навоз КРС	5,9	26,5	13,4	10,0	3,5	54,1
Изменение, ± к исходному							
1	<b>Пивная дробина</b>	- 1,6	+ 7,2	+ 1,1	- 4,3	-3,5	+ 2,2
2	Конский навоз	- 2,0	+ 10,6	+ 8,1	- 6,1	- 1,5	- 1,0
3	Птичий помет	- 3,8	+ 5,2	+ 4,0	-6,5	- 1,3	+ 6,4
4	ОСВ	- 6,0	+ 8,4	+ 8,5	-3,2	- 0,1	+ 0,9
5	Навоз КРС	- 11,3	+ 11,6	+ 7,2	- 5,4	- 0,7	+ 5,8

Таким образом, при рассмотрении изменений группового состава вторичного органического сырья разного генезиса в результате его биологической переработки методом вермикомпостирования можно сделать заключение о существенном положительном преобразовании структуры органического вещества навоза конского и КРС, птичьего помета, пивной дробины и ОСВ в сторону активизации образования ГВ и в том числе – ГК. Это возрастание происходит в значительной мере за счет снижения доли водорастворимых соединений, легкогидролизующихся и, в меньшей степени, трудногидролизующихся веществ. Содержание последних групп соединений снижается на 1–6 % .

### ***Литература.***

1. Бамбалов Н.Н. Современное состояние и проблемы методики группового анализа органического вещества торфяных почв // Физико-химические, геохимические и микробиологические процессы мелиорированных почв Полесья. – Мн., 1974. – С. 166 – 209.
  2. Максимова С.Л., Босак В.Н. Вермикомпостирование и вермикультивирование: состояние, проблемы и перспективы // Бел. сел. хоз-во. – 2007. – № 9. – С. 65 – 66.
  3. Максимова С.Л., Потылкин В.А. Использование различных видов субстрата при вермикультивировании // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения. – Мн., 2007. – С. 101 – 102.
  4. Максимова С.Л., Туболец А.А. Вермитехнологии в Беларуси // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии. – Мн., 2008. – С. 126 – 127.
  5. Максимова С.Л., Шаванова Т.М., Мухин Ю.Ф. Развитие технологий вермикомпостирования и вермикультивирования в Беларуси // Вестник Полесского Гос. ун-та. Сер. природ. наук. – 2008. – № 1. – С. 44 – 48.
- 

УДК 628.39

## **УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК**

**МАКСИМОВА С.Л., МУХИН Ю.Ф.**

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, Республика Беларусь,  
soilzool@biobel.bas-net.by

Приведены результаты экспериментов по выживаемости дождевых навозных червей в субстрате, в состав которого входят отходы биогазовой установки

## **UTILIZATION OF BIOGAS SETTINGS WASTE PRODUCTS**

**MAKSIMOVA S.L., MUKHIN Yu.F.**

SSPA “SPC for bioresources of NAS”, Minsk, Belarus  
soilzool@biobel.bas-net.by

Experimental results on the survival capability of earthworms in the substratum from biogas settings waste products are shown.

Одним из методов утилизации отходов, широко применяющимся в ряде государств, является производство биогаза из отходов жизнедеятельности (навоз крупного рогатого скота, свиной навоз, птичий помет, растительные остатки и т.д.). Оно основано на анаэробном разложении целлюлозы и содержащего азота органического вещества смешанными популяциями микроорганизмов, куда входят бактерии, расщепляющие целлюлозу на органические кислоты, и бактерии, превращающие эти кислоты в метан. Анаэробная переработка органических отходов с каждым годом увеличивается и способствует улучшению экологической обстановки вокруг животноводческих комплексов. Сброженный навоз лишен инвазионных начал и не имеет неприятного запаха. Наиболее полно анаэробная переработка удовлетворяет требованиям экономии топливно-энергетических ресурсов, охраны окружающей среды, воспроизводству плодородия почв и повышению урожайности сельскохозяйственных культур. После переработки остаются так называемые остатки брожения (биошлам): жидкие или твердые. Жидкая сброженная масса представляет собой высококонцентрированное органическое удобрение, содержащее макро- и микроэлементы, аминокислоты и фитогормоны. По данным ряда авторов (Масаев, 2001; Родина, Ильясов, Абайханов, 2003) это удобрение является поливочной подкормкой для овощных и других сельскохозяйственных культур. Отработанный твердый остаток является так же ценным субстратом, лишенным патогенной микрофлоры, яиц гельминтов, семян сорняков, нитритов и нитратов, специфических фекальных запахов, но его внесение требует специальной технологии. Однако, такие включения органических отходов, как лингин и лингинная целлюлоза, т.е. древесина, и частично, солома не разлагаются в биогазовом реакторе. Кроме того, внесение же самого твердого остатка быстро разрушает гумус почвы, что приводит, если регулярно не вносить органику, к резкому ухудшению ее свойств (Ковалев, 2001; Масаев, Пермяков, 2003). Переработка данного концентрированного полиминерального субстрата и лингинной древесины с помощью технологических (специализированных) дождевых червей в биогумус позволит превратить производство биогаза в замкнутый безотходный цикл, замыкая тем самым естественный круговорот веществ. Следовательно, именно процесс вермикомпостирования данного субстрата и приведет к созданию ценного гумусного органического удобрения. Во всем процессе получения биогаза не останется ничего, что нельзя было бы использовать и переработать. Полученный биогумус – ценное натуральное высокоэффективное, экологически чистое, биологически активное комплексное сбалансированное гумусное органическое удобрение для всех видов растений. Биогумус является продуктом жизнедеятельности технологической линии дождевого навозного червя *Eisenia foetida* Sav. и способствует повышению плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

Проведение патентного поиска на глубину 15 лет показал, что отсутствуют сведения об использовании в качестве субстрата при вермикомпостировании твердых или жидких отходов после получения биогаза. Это делает проведение данных исследований актуальными и представляющими интерес для получения органических удобрений нетрадиционными методами. Данная безотходная биотехнология имеет большую эффективность, что позволяет заменить частично минеральные удобрения и замкнуть тем самым естественный круговорот веществ. Преимущества технологии: простота и экономичность, улучшение санитарно-гигиенического состояния производства, получение экологически чистой продукции.

В секторе вермитехнологий начата работа по разработке и внедрению технологии переработки остатков брожения на базе РУСП СГЦ «Западный». На базе РУСП СГЦ «Западный» (Брестский район) в 2008 г. введен в эксплуатацию биогазовый комплекс мощностью 520 кВт. Сброженная масса, получаемая на выходе из этой биогазовой установки, имеет влажность 88%. В ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси» зав. лабораторией Сатишуром В.А. путем смешивания исходных компонентов при дальнейшем их подсушивании созданы сухие биоудобрения. Для придания структуры и большей пригодности к внесению, удобрения переведены с помощью гранулятора (биомассы) в гранулированную форму. Нами изучено влияние созданных на основе отходов биогазовых установок биоудобрений на почвенных беспозвоночных и возможность использования биоудобрений для получения биогумуса.

*Состав первого варианта биоудобрений:* 50 % – обезвоженный осадок биогазовой установки, остальное - фекалии (фильтрационный осадок сахарного производства) и незначительное количество хлористого калия.

*Состав второго варианта биоудобрений:* 50 % – обезвоженный осадок биогазовой установки, остальное торф и незначительное количество хлористого калия.

*Состав третьего варианта биоудобрений:* 50,0% – обезвоженный осадок биогазовой установки, остальное – торф, фекалии и незначительное количество хлористого калия.

*Состав четвертого варианта биоудобрений:* 75,0% – обезвоженный осадок биогазовой установки, остальное - фекалии, торф и незначительное количество хлористого калия.

*Состав пятого варианта биоудобрений:* 50,0% - обезвоженный осадок биогазовой установки, остальное - отходы от производства шампиньонов и незначительное количество хлористого калия.

Для изучения возможности использования биоудобрений в виде субстратов для заселения их дождевыми навозными червями, его переработке и получению биогумуса нами был проведен эксперимент.

В результате проведения эксперимента выявлено, что во всех контейнерах с разными видами биоудобрений обнаружена и разная степень выживаемости как имаго, так и коконов.

1-й контейнер (1-й вариант биоудобрений) – в течение всего периода исследований имаго и коконы были живы. Имаго активны и происходит увеличение их массы. После окончания эксперимента черви живы.

2-й контейнер (2-й вариант биоудобрений) – смертность имаго наступила через 2 дня после заселения емкости. Коконы погибли через 5 дней после заселения субстрата. При замене верхового торфа на переходной или низовой смертность дождевых червей была намного меньше, выживаемость коконов – 100 %.

3-й контейнер (3-й вариант биоудобрений) – смертность имаго наступила через неделю после заселения субстрата. Коконы погибли через 10 дней после заселения субстрата. При добавлении к субстрату почвы смертность имаго уменьшилась и выживаемость коконов достигла 95 %.

4-й контейнер (4-й вариант биоудобрений) – смертность имаго наступила через 4 дня после заселения субстрата. Коконы погибли через 7 дней после заселения субстрата. Добавление к субстрату почвы снизило смертность имаго и выживаемость коконов достигла 90 %.

5-й контейнер (5-й вариант биоудобрений) – смертность 50 % имаго наступила через 12 дней после заселения субстрата. Коконы погибли через 20 дней после заселения субстрата. Однако добавление к субстрату почвы дало положительные результаты.

Таким образом, в результате проведения эксперимента показано, что наиболее пригодным для заселения навозными червями и для вермикомпостирования является субстрат в контейнере № 1 (1-й вариант биоудобрений). Менее пригодным для заселения червями является субстрат в контейнере № 5 – 5-й вариант биоудобрений). По нашему мнению осадок биогазовой установки может быть подвергнут вермикомпостированию при добавлении соответствующих добавок и созданию субстрата, благоприятного для жизнедеятельности дождевых навозных червей.

Нами был проведен еще один эксперимент по выживаемости червей в отходах биогазовой установки, как жидких, так и твердых. Схема эксперимента:

1-я серия опытов – отходы грибного производства и почва (в различном соотношении) были политы жидкими отходами биогазовой установки. Процент выживаемости животных составил от 22 до 60 %. Однако через 2 месяца после проведения эксперимента численность дождевых червей была в 1.5 – 2 раза выше первоначальной. При этом выявлено наличие коконов и ювенильных особей, т.е. численность дождевых навозных червей восстановилась и продолжала расти. В настоящее время численность червей выросла в 4 раза.



2-я серия опытов – твердые отходы биогазовой установки, навоз (или почва), вермикомпост в различном соотношении. Степень смертности варьировала от 20 до 55 % через 14 дней после закладки опыта. Через 2 месяца после начала эксперимента численность червей восстановилась и был выявлен рост популяции. В настоящее время численность червей выросла в 5 раз.

Таким образом, нами выявлено, что отходы биогазовой установки могут быть использованы для вермикомпостирования и получения биогумуса – высокоэффективного удобрения пролонгированного действия. При этом степень добавления дополнительных компонентов зависит от химического и компонентного состава первоначальных отходов биогазовой установки.

#### **Список литературы.**

1. Ковалев А.А. Эффективность производства биогаза на животноводческих фермах// Техника в сельском хозяйстве. – 2001. - № 3. – С. 30 – 33.
2. Масаев И.В. использование биоотходов сельского хозяйства в качестве альтернативного топлива// Известия Академии Промышленной Экологии. – 2001. № 3. – С. 79-80
3. Масаев И.В., Пермяков Б.А. Опыт использования жидкого топлива из растительной массы // Нефтегазовые технологии . – 2003. № 1. – С. 39 – 40.
4. Родина Е.М., Ильясов Ш.А., Абайханова З.А. использование эмиссий метан из отходов для получения биогаза// Вестник КРСУ. – 2003. – Т. 3, № 6.- С. 25 - 26

---

### **РАЗЛОЖЕНИЕ БИОПЛАСТИКОВЫХ ПАКЕТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВЕРМИКОМПОСТЕРОВ**

**Педа Дж., Кутти С.**  
(Эстония)

#### **DECOMPOSITION OF BIOPLASTIC BAGS UNDER DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF VERMICOMPOSTERS**

**PEDA J.\*, KUTTI S.**

Tartu College of Tallinn University of Technology , Puiestee 78, 51008, Tartu,  
Estonia

\*Corresponding author: Jane Peda, Tartu College of Tallinn University of Technology , Puiestee 78, 51008, Tartu, Estonia, jane.peda@ttu.ee, Phone +372 620 4806, Fax +372 604 801

**Keywords:** vermicomposting, decomposition, bioplastic bags

## **Introduction**

Decomposition of organic matter to mineral compounds, CO<sub>2</sub> and water plays an important role in all ecosystems. In aerobic conditions of decomposition the microbial and faunal decomposers participate in the process (Wallwork 1970). Vermicomposting is a simple, environmentally friendly alternative for management of biodegradable waste. Vermicomposting technology uses earthworms and microorganisms to turn organic wastes into high quality compost (Dominguez 2004, Edwards 2004, Kumar 2005).

*Eisenia* species are preferred in vermicomposting. Much of organic wastes became colonized naturally by these species, because they are very common, they tolerate a wide range of temperature and the variability of the biological cycle makes them highly efficient in composting (Edwards 2004, Rodriguez and Natale 1998). Earthworms of species *Eisenia fetida* feed most effectively at temperatures of 15–25 °C, temperatures above 30°C may harm them. They prefer soil pH between 5-9, sufficient level of oxygen and humidity (50-90%) (Dominguez 2004).

Microbial community is the main decomposing component, but earthworms activity accelerates the decomposition process. This makes them the most important invertebrates in the soil - they are key organisms in the decomposition of organic matter and transformation of nutrients (Dominguez 2004, Edwards et al. 2011).

Bioplastics can be biobased (material or product is wholly or partly derived from biomass - corn, sugarcane, cellulose), biodegradable, or both. Biodegradable plastic bags, that can be classified in several different ways (according to the way they degrade and according to the materials they are produced from) are also bioplastics, that can be reused by using vermicomposting.

The aim of the research was to evaluate the decomposition of biodegradable bags by loss of mass under different environmental conditions of vermicomposters.

## **Materials and methods.**

The decomposition experiment was carried out in four variants of vermicomposting conditions. The decomposition of bioplastic samples was investigated using litter-bag method (Meyer 1996), to estimate the ability of soil communities to decompose bioplastics. This method is the most widely used technique of measuring decomposition. (Löhmus & Ivask 1995, McEnroe & Helmisaari 2001)

Four wooden boxes (laid out with geotextile), each with L=0.30 m, B=0.55 m, D= 0.20 m, were prepared. Corn starch based bioplastic bags were used for the experiment. For each vermicomposter 5.5 kg substrate was used and total of 20 square samples (3.5 x 3.5 cm , 10 bare samples and 10 samples in litter-bags, net Ø 5 mm), were incubated. Four different environmental regimens were used: feeding (250 grams of zucchini once per week) and moisturizing with diluted (1:4)

Vermicomposting Tea (a), moisturizing with diluted (1:4) Vermicomposting Tea (b), feeding and moisturizing with water (c); and moisturizing with water (d)

We used worms of most commonly used species for composting - *Eisenia fetida* (Savigny 1826). In each vermicomposter 250 earthworms were placed.

Ten samples of each vermicomposter were collected two times: after 40 days and after 70 days from beginning of experiment. After collection each sample was cleaned from the adhering materials, dried at 70°C for 24 hours and weighted.

Substrate samples from each vermicomposter were sieved (<2 mm) and stored at 4°C until the analyses were completed. The moisture content (105 °C), pH<sub>KCl</sub>, substrate-induced respiration (SIR, by Öhlinger 1996) and basal respiration (BA, by Platen et al. 1999) of substrate microbial community were measured. For measuring fungal and bacterial biomass the selective inhibition method (Lin et al. 1999) was used.

## Results and discussion.

**Table 1.** Parameters of vermicomposting experiment

	Feeding and moisturizing with diluted (1:4) Vermicomposting Tea (a)	Moisturizing with diluted (1:4) Vermicomposting Tea (b)	Feeding and moisturizing with water (c)	Moisturizing with water (d)
Average loss of mass in 40 days (%)	11.5±4.7	7.1±3.2	5.2±1.8	6.1±1.5
Average loss of mass in 70 days (%)	22.5±9.4	28.1±13.6	29.6±16.2	33.2±16.3
Average soil humidity (%)	49.4±4.0	41.2±2.3	42.3±2.6	40.9±3.0
Average soil pH	6.62±0.12	6.60±0.14	6.45±0.22	6.49±0.21
Substrate induced respiration (SIR) (mg C g <sup>-1</sup> dw)	299.1	160.7	218.5	112.4
Basal respiration	2.308	0.997	1.633	1.149

(BA) (mg CO <sub>2</sub> 24h <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> dw)				
Bacteria/ fungi ratio (%)	49.4/50.6	50.0/50.0	44.1/55.9	43.9/56.1
Number of living worms	89	166	148	131

The intensity of the decomposition of biodegradable plastic bags varies among different variants of experiment (table 1). The loss of mass in 40 days was found to be the largest in vermicomposter in which feeding and moisturising with Vermicomposting Tea was used. In 70 days the loss of mass was found to be the largest in vermicomposter without feeding in which water was used for moisturising. In period of 40 days the loss of mass was the smallest when feeding and moisturising with water was applied, and in period of 70 days the loss of mass was found to be the smallest in vermicomposter in which feeding and moisturising with Vermicomposting Tea was used.

The general activity of microbial community in end of 70-days experiment was found to be the highest in vermicomposter with feeding and moisturising with Vermicomposting Tea. In addition, the highest soil microbial biomass determined by substrate induced respiration (SIR) was found in that vermicomposter. The basal respiration of microbial community was the lowest after 70 days in vermicomposter where moisturising with water was used. Microbial biomass determined by substrate induced respiration (SIR) was the lowest in vermicomposter where Vermicomposting Tea was used for moisturising.

### Conclusions.

The results of the study clearly demonstrate, that the intensity of the degradation of bioplastic bags is affected by environmental conditions. Soil humidity and pH are also important, but according to the findings, it can be concluded that bioplastic bags decay best when the environmental conditions are favorable for decomposers (sufficient level of soil moisture and pH, high activity of microbial community).

### References.

1. Dominguez, J. 2004. State- of- the- Art and New Perspectives on Vermicomposting Research. CRC Press. USA. 456 p.
2. Edwards, C. A. 2004. Earthworm Ecology. CRC Press LLC, Boca Raton. USA. 389 p.
3. Edwards, C.A., Subler, S., Arancon, N. Q., 2011. Quality Criteria for Vermicomposts, in: Edwards, C.A., Arancon, N.Q., Sherman, R. (Eds.),

Vermiculture Technology. Earthworms, organic wastes and environmental management. CRC Press, Boca Raton, pp. 287-301.

4. Kumar, A. 2005. Verms & Vermitechnology. S.B. Nangia A.P.H. Publishing Corporation. New Delhi. 200 p.

5. Lin, Q., Brookes, P.C. Comparison of substrate induced respiration, selective inhibition and biovolume measurements of microbial biomass and its community structure in unamended, ryegrass-amended, fumigated and pesticide-treated soils. Soil Biol. Biochem. 1999, **31**, 1999-2014

6. Lõhmus, K., Ivask, M. Decomposition and nitrogen dynamics of fine roots of Norway spruce at different sites. Plant and Soil, 1995, **168/169**, 89–94.

7. McEnroe, N.A. & Helmisaari H.-S. Decomposition of coniferous forest litter along heavy metal pollution gradient, south-west Finland. Environmental Pollution, 2001, **113**, 11–18.

8. Meyer, E. 1996. Methods in soil zoology. In Methods in soil Biology, part II (Schinner, F., Öhrlinger, R., Kandler, E., Margesin, R., eds), pp. 313-382. Springer Verlag.

9. Platen, H., Witz, A. 1999. Application of analysis no 1: Measurement of the respiration activity of soils using the OxiTop® Control measuring system. Basic principles and process characteristic quantities. Wissenschaftlich- Technische Werkstätten GmbH & Co. Germany.

10. Rodriguez, C., Natale, E. Biological cycle study of *Eisenia foetida* (Oligochaeta: Lumbricidae) in farm organic wastes. Megadrilogica 1998, **7**, 37-39.

11. Öhrlinger, R. 1996. Soil respiration by titration. In: Methods in Soil Biology ((Schinner, F., Öhrlinger, R., Kandler, E., Margesin, R., eds), Springer-Verlag, Berlin, p. 95-98.

12. Wallwork, J.A., 1970, Ecology of soil animals. McGraw-Hill Publishing Company, Meidenhead.

13. Öhlinger, R., 1996. Soil Respiration by titration: Schinner, F., Öhlinger, R., Kandeler, E., Margesin, R. (Eds.), Methods in soil biology. Springer-Verlag, Berlin. p. 94-97.

---

#### СЕКЦИЯ 4 • SECTION 4

### КОМПОСТИРОВАНИЕ ОТХОДОВ, ПРОДУКТЫ ВЕРМИТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ WASTE COMPOSTING, PRODUCTS OF VERMICOMPOSTING PROCESS AND THEIR USING

---

## **ДОЖДЕВЫЕ ЧЕРВИ КАК ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЙ ИСТОЧНИК ПОЛНОЦЕННОГО ЖИВОТНОГО БЕЛКА**

**ТИТОВ И.Н.**

Владимирский государственный университет, г. Владимир, Россия;  
tit42@mail.ru

## **EARTHWORMS AS RENEWABLE SOURCE OF HIGH-QUALITY ANIMAL PROTEIN**

**TITOV I.**

Vladimir State University, Vladimir, Russia; tit42@mail.ru

Today the global scientific community searches for a technology which should be economically viable, ecologically sustainable and socially acceptable. Vermiculture technology combines all these virtues and qualities together. One of the major directions of vermitechnology is cultivation of earthworm's biomass and use of this renewable bioresource for production of high-quality fodder premixes for poultry, dairy and fishery industries. In the review the basic methods of nutritive feed materials (vermimeal) production from earthworm's biomass and results of their application as fodder premixes are described.

**Key words:** vermiculture; organic wastes recycling; fodder premixes.

Одним из важнейших направлений вермикультуры является выращивание биомассы дождевых червей и использование этого возобновляемого биоресурса для получения высококачественных белково-витаминных кормовых премиксов для птицеводства, животноводства и рыбоводства. В обзоре приведены основные методы получения из биомассы дождевых червей препаратов животного белка и результаты применения их в качестве кормовых премиксов при выращивании различных видов сельскохозяйственных животных.

**Ключевые слова:** *вермикультура; рециклинг органических отходов; кормовые премиксы.*

Дождевые черви стали привлекать особое внимание исследователей, предпринимателей и практиков в связи с возможностью их самого широкого хозяйственного использования в различных целях. Производство биомассы

дождевых червей и использование этого возобновляемого биоресурса для получения высококачественных белково-витаминных кормовых премиксов для птицеводства, животноводства и рыбоводства является актуальной проблемой. Животный белок в кормовом рационе животных и продуктах питания человека имеет важное значение для роста, развития и здоровья. В настоящее время из-за непомерно высокой рыночной стоимости белковой муки животного происхождения (рыбной, мясной) и растущим спросом на высококачественный животный белок для использования в интенсивном животноводстве скромный дождевой червь может сыграть ключевую роль в решении этих проблем.

Впервые Lawrence и Millar (1945) показали, что дождевые черви содержат достаточные количества белка и может использоваться в качестве корма для животных или источника кормового белка. В последующие годы были проведены многочисленные исследования тканей дождевых червей, которые подтвердили это заключение. Первые успешные опыты по кормлению животных были осуществлены на цыплятах и поросятах-сосунках (Sabine, 1978). Некоторые виды дождевых червей-эпигеиков, такие как *Eisenia fetida*, *Perionyx excavatus*, *Eudrilus eugeniae* и *Dendrobaena veneta*, используются давно и широко для переработки ряда органических отходов, таких как ОСВ, навоз животных, пищевые отходы и органические промышленные отходы в вермикомпосты, и могут также применяться в качестве источников кормового белка (Edwards, 1983). В настоящее время эта технология широко используется во многих странах с целью получения из низкоценных органических отходов двух видов высокоценных хозяйственно полезных продуктов (Титов, 2008):

- высокогумусированное органическое удобрение (вермикомпост);
- белково-витаминная кормовая добавка (вермимука).

Многочисленные исследования тканей дождевых червей различных видов показали, что общий состав тканей дождевых червей существенно не отличается от таковых для многих тканей позвоночных животных. Спектр незаменимых аминокислот в тканях дождевого червя является сравнимым с таковым из других в настоящее время используемых источников. По содержанию незаменимых аминокислот они соответствуют кормам для животных, птицы или рыбы, которые рекомендованы международными комиссиями ФАО и ВОЗ, особенно с точки зрения содержания лизина и комбинаций метионин+цистеин и фенилаланин+тирозин, которые все являются очень важными компонентами животных кормов. Кроме того, ткани дождевого червя содержат длинноцепочечные жирные кислоты (многие животные, не имеют рубца, и не могут их синтезировать) и соответствующее количество минеральных веществ. Они также содержат широкий ряд витаминов, богаты никотиновой кислотой и являются ценными пищевыми компонентами для получения высококачественных кормов (McInroy, 1973; Schulz, 1977; Yoshida, 1978; Mekada и др., 1979; Taboga, 1980; Graff, 1982; Edwards, 1985).

Многие виды дождевых червей можно выращивать на различных органических отходах, превращая их в биомассу червей, причем последняя может

достигать до 10% от исходной массы органических отходов. Затем черви могут быть отделены от субстрата механическим способом и переработаны в сухие вермикорма для животных, которые могут использоваться как белково-витаминная кормовая добавка.

Дождевой (компостный) червь *E. fetida* — наиболее универсальный вид дождевого червя, используемый для самых различных целей. Он характеризуется быстрым ростом и коротким циклом жизни, легко адаптируется к самым различным видам органических отходов, плодovit и поэтому предпочтителен для вермикультуры. Для культивирования в искусственных условиях компостных червей вида *E. fetida* необходимы следующие условия:

- температура субстрата жизнеобитания - 20-28° С;
- влажность субстрата жизнеобитания — 70-80% от полной влагоемкости;
- значения рН среды пищевых субстратов в диапазоне от 5,0 до 8,0;
- регулярное добавление органических материалов;
- насыщение кислородом воздуха субстрата жизнеобитания.

Соблюдение данных условий способствует активному росту и размножению дождевых червей при максимальном потреблении корма, что приводит к ускорению переработки органической фракции отходов, увеличению выхода биомассы червей.

Дождевые черви, отобранные с помощью сепарирования, содержат частицы поддерживающего субстрата и вермикомпост на своих телах и непереваренные материалы в своих кишечниках. Поэтому первая стадия всех методов обработки биомассы дождевых червей должна состоять в промывании дождевых червей проточной водой, чтобы удалить остатки субстрата обитания червей и компоста, а также полностью удалить содержимое желудочно-кишечного тракта. Некоторые авторы рекомендуют для полного очищения пищеварительной системы червей выдерживать их в 0,85% растворе хлористого натрия NaCl при комнатной температуре в течение 2 часов (Anitha, Jayraaj, 2012).

Следующим этапом обработки является бланшировка в кипящей воде.

Различные методы обработки дождевых червей на корм для животных были разработаны многими авторами. Из биомассы дождевых червей получают пастообразный продукт или сухую муку, которые являются приемлемыми для различного использования в качестве корма для различных животных (Edwards, Niederer, 2011):

**Бланширование.** Этот метод состоит в обработке дождевых червей в кипящей воде в течение одной минуты, затем добавляют 30%-ную патоку вместе с 0,3%-ным сорбатом калия. Полученный пастообразный продукт может храниться при комнатной температуре неопределенно долго, так как рост дрожжей и плесени заторможен.

**Обработка муравьиной кислотой** - получение пастообразного продукта из биомассы дождевых червей: обработка биомассы червей 3%-ной муравьиной кислотой с гомогенизацией, затем гомогенат оставляют на определенное время и, в конечном счете, получается очень стабильный продукт.



**Получение сухого порошка, или вермимуки.** Сухая белковая вермимука из дождевых червей может быть получена с помощью бланширования их в кипящей воде в течение 1 мин и последующей естественной сушкой на воздухе и размалывания в порошок. Другой тип сухой вермимуки может быть получен с помощью быстрого замораживания биомассы дождевых червей, ее лиофилизации и размалывания в порошок. Еще один способ получения вермимуки состоит в обработке червей в ацетоне в течение 1 часа с последующим высушиванием в сушильном шкафу при температуре 95° С и измельчением в порошок. Также возможно после бланширования червей в кипящей воде высушивать их в сушильном шкафу при температуре 95° С и измельчать в порошок.

Все эти способы позволяют получать хороший белковый продукт, который может использоваться в качестве белково-витаминного премикса для животных. Таким образом, препарат кормового животного белка из дождевых червей может быть получен любым из вышеописанных методов, выбор которого определяется типом подкармливаемых животных или рыбы.

Первые испытания по кормлению рыбы дождевыми червями были проведены Тасон с сотр. (1983). Было показано, что рост форели при кормлении только дождевыми червями видов *E. fetida*, *Allolobophora longa* и *Lumbricus terrestris* был сравним с таковым рыбы, которую кормили коммерческим белковым препаратом. Рыба, которую кормили замороженными дождевыми червями *A. longa* и *L. terrestris*, росла так же или даже лучше рыбы, которую кормили коммерческими кормами для форели. Однако на полной диете из сублимированного порошка дождевых червей *E. fetida* форель росла менее активно. При этом использование массы червей, бланшированной в кипящей воде до замораживания, стимулировало рост рыбы. Возможно, замораживание удаляло слизь, которую этот вид червей выделяет для защиты от хищных птиц и млекопитающих (Stafford, Tacon, 1983). Однако мука из высушенных дождевых червей, полученная из компостных червей *E. fetida*, которые не подвергались бланшировке в кипящей воде, могла заменять рыбную муку от 5 до 30%, что не влияло на скорость роста форели. Было показано, что рыба тилапия *Tilapia* выращивалась лучше при использовании корма, содержащего белок дождевого червя вида *P. excavatus* или *E. eugeniae*, чем корма с добавлением рыбной муки (Guerrero, 1983).

О первых испытаниях по оценке скорости роста цыплят на белке дождевого червя сообщил Harwood (1976). Он сравнил использование вермимуки с мясной мукой и не обнаружил значительной разницы в росте животных на диетах, содержащих эти источники белка. О подобных результатах сообщали Mekada с сотр. (1979) и Taboga (1980). Jin-you с сотр. (1988) сообщили, что цыплята, которых кормили дождевыми червями, прибавляли в весе быстрее, чем цыплята на других диетах (включая рыбную муку). Выросшие на биомассе червей цыплята имели большую массу мышцы грудки и потребляли меньше корма.

Harwood (1976) и Sabine (1978) показали, что в опытах по кормлению стартовых свиней и производителей животные, которые получали дополнительно

кормовой белок дождевого червя, росли так же хорошо, как и животные, выращенные на коммерческих кормах. Jin-you с сотр. сообщали, что на кормах с дополнениями белка дождевых червей поросята росли лучше, чем на коммерческих кормах. Более того, введение в рацион животных белка дождевых червей приводило к более ранней течке у свиноматок, увеличению сопротивляемости животных к заболеваниям и снижению инцидентности диарей (1982).

Питательная ценность червей *E. fetida* обусловлена присутствием в них как высококачественных белков, так и минеральных компонентов, что обуславливает возможность их использования в качестве витаминно-белковой кормовой добавки для животных. Кроме того, одним из новых способов применения вермикультуры в качестве кормовой добавки для животных и рыбы является скармливание червей непосредственно с субстратом без применения процедуры отделения червей. Показано, что добавление в рацион домашней птицы, свиней и рыбы массы червей вместе с вермикомпостом в дозе, не превышающей 10% от массы коммерческого корма, позволяет заменять рыбную муку. Дождевые черви *E. fetida* содержат микроэлементы Fe, Cu, Mn, Zn и т.д., а также витамины комплексов А и В, ферменты, антибиотики и т.п. Эти факторы вызывают у кур-несушек увеличение яйценоскости (Sun, 2003).

Таким образом, вермикультура может быть рекомендована в качестве уникального и возобновляемого источника углеводов, жиров и белков, а получаемая вермимука как полноценный заменитель рыбной и мясной муки.

### Литература.

1. Титов И.Н. Вермикультура: переработка органической фракции отходов // Твердые бытовые отходы. 2008. № 8. С. 18-25.
2. Anitha J., Jayraaj I.A. Nutritional and Antioxidant evaluation of Earthworm Power (*Eudrillus eugenia*) // International Research J. of Pharmacy. 2012, 3 (2). P. 177-180.
3. Edwards C.A. Earthworms, organic wastes and food // Shell Chemical Co. Span. 1983. № 26. P. 106-108.
4. Edwards C.A. Production of feed protein from animal waste by earthworms / Technology in the 1990's: Agriculture and Food, ed. Sir Kenneth Blaxter and Sir Leslie Fowden // Proceedings of the Royal Society. London. U.K. 1985. P. 153-163.
5. Edwards C.A., Niederer A. The production and processing of earthworm protein / Earth worms in Waste and Environmental Management ed. C.A. Edwards and E.F. Neuhauser. The Hague, the Netherlands : SPB Academic Publishing, 1988. P. 211-220.
6. Edwards C.A., Niederer A. The production of earthworm protein for animal feed from organic wastes // Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management / ed. by C.A. Edwards, N.Q. Arancon and R. Sherman. CRS Press, Taylor and Francis Group, 2011. P. 323-334.
7. Graff O. Vergleich der Regenwurmarten *Eisenia foetida* und *Eudrilus*

eugeniae hinsichtlich ihrer Eignung zur Proteingewinnung aus Abfallstoffen // Pedobiologia. 1982. № 23. P. 277-282.

8. Tacon A.G.J., Stafford E. A., Edwards C.A. A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbricid worms for rainbow trout // Aquaculture. 1983. № 35. P. 187-199.

9. Guerrero R.D. The culture and use of *Perionyx excavatus* as a protein resource in the Phillippines // Earthworm Ecology / ed. by J.E. Satchell. London: Chapman & Hall, 1983. P. 309-313.

10. Harwood M. Recovery of protein from poultry waste by earthworm // Proc. Austr. Poultry Stockfeed Conf. Sydney, 1976. P. 138-143.

11. Jin-you X., Xian-Kuan Z., Zhi-ren P. et al. Experimental research on the substitution of earthworm for fish meal in feeding broilers // South China Normal College. 1988. № 1. P. 88-94.

12. Jin-you X., Xi-cong H., Wen-xi L. An observation on the results of using earthworms as a supplementary food for suckling pigs // South China Normal College. 1982. № 1. P. 1-8.

13. Lawrence R.D., Millar R.H. Protein content of earthworms // Nature (London). 1945. №3939. P. 517.

14. McInroy D.M. Evaluation of the earthworm *Eisenia foetida* as food for man and domestic animals // Feedstuff. 1973. № 43. P. 46-47.

15. Mekada H., Hayashi N., Yokota H., Okomura J. Performance of growing and laying chickens fed diets containing earthworms // Poultry Science. 1979. № 16. P. 293-297.

16. Sabine J. The nutritive value of earthworm meal // Proceedings of Conference on Utilization of Soil Organisms in Sludge Management, Syracuse, N.Y. / ed. by R. Kalamazoo. MI. 1978. C. 122-130.

17. Schulz E., Graff O. Zur Bewertung von Regenwurmmehl aus *Eisenia foetida* (Savigny) als Eiweissfuttermittel // Landbauforsch. Volk. 1977. № 27. P. 216-218.

18. Stafford E.A., Tacon A. G.J. The use of earthworms as food for rainbow trout *Salmo gairdneri* // Earthworms in Waste and Environmental Management / ed. by C.A. Edwards and E.F. Neuhauser. SPB Academic Publishing, the Hague, the Netherlands, 1983. P. 193-208.

19. Sun Zhenjun. Vermiculture & Vermiprotein. China: China Agricultural University Press. Beijing, 2003. 366 p.

20. Taboga L. The nutritional value of earthworms for chickens // British Poultry Science. 1980. №21. P. 405-410.

21. Yoshida M., Hoshii H. Nutritional value of earthworms for poultry feed // Poultry Science. 1978. №15. P. 308-311.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЯ ДЛЯ  
ПЕРЕРАБОТКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ЦЕЛЛЮЛОЗНО-  
БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**МЕЛЬНИЧЕНКО И.С.**

БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь, m.irina.st@mail.ru

**Аннотация**

В статье приведено описание эксперимента по анализу эффективности технологии вермикомпостирования для переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства. Полученные результаты могут найти свое практическое применение при организации вермипроизводства на базе основного производства целлюлозно-бумажных предприятий Республики Беларусь.

**OPTIMIZATION OF PROCESS OF A VERMICOMPOSTING FOR  
PROCESSING OF A PRECIPITATION OF SEWAGE OF PULP AND  
PAPER PRODUCTION**

**MELNICHENKO I.S.**

BNTU, Minsk, Republic of Belarus, m.irina.st@mail.ru

**Abstract**

The experiment description is provided in article according to the analysis of efficiency of technology of vermicomposting's for processing of a precipitation of sewage of pulp and paper production. The received results can find the practical application at the vermiproduction organization on the basis of the main production of the pulp and paper enterprises of the Republic of Belarus.

Целлюлозно-бумажное производство оказывает отрицательное воздействие на окружающую среду. Данная отрасль промышленности является одним из основных потребителей воды. В сточные воды предприятий целлюлозно-бумажной промышленности попадает большое количество минеральных и органических веществ (фенолы, сернистые соединения, кислоты, смолы, жиры, лигнин). В результате очистки сточных вод в состав осадков переходит основная масса загрязнений. Разный состав и большие объёмы осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства в совокупности с ужесточающимися требованиями экологической безопасности существенно усложняют выбор технологий их переработки.

На большинстве целлюлозно-бумажных предприятий Республики Беларусь образовавшийся осадок сточных вод не находит применения и направляется на иловые площадки или в отвал. В последние 15-20 лет на большинстве очистных сооружений очистка площадок для хранения осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства не осуществлялась. Условия их хранения приводят к загрязнению поверхностных и подземных вод, почв, растительности. Поступая в подземные и грунтовые воды, водная вытяжка из осадков сточных вод придает им цветность, привкусы, что негативно отражается на качестве таких вод. Кроме того, безвозвратно теряются содержащиеся в отходах полезные компоненты. Эта проблема с каждым годом обостряется и требует безотлагательного решения.

Целью данной работы является изучение возможности применения метода вермикомпостирования для переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства.

Осадки сточных вод целлюлозно-бумажного производства с учетом уровня их загрязнения могут быть утилизированы следующими способами: захоронение, сжигание, использование в производстве строительных материалов, в дорожном строительстве в качестве наполнителя асфальтобетонных смесей применением, использование в качестве удобрения, компостирование, вермикомпостирование и пр.

Одним из перспективных, экологически безопасных, недорогих и эффективных методов переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства, позволяющих полностью их утилизировать, является метод вермикомпостирования. Преимущество данной технологии заключается в том, что она позволяет в едином технологическом процессе при сравнительно малых затратах перерабатывать данный вид отходов в больших количествах с получением в качестве конечных продуктов высокоэффективное органическое удобрение – биогумус [1].

Важным этапом вермикомпостирования является подготовка субстрата. Она заключается в доведении органических отходов до влажности 75-78 % с последующей ферментацией и обеспечением перевода аммиачного азота в нитратные формы. Исходная смесь – субстрат для вермикомпостирования – должна иметь следующие параметры: влажность – 70-75 %, pH – 6,5-7,5, соотношение C:N = 20:1, содержание минеральных веществ – до 10 %, сырого протеина – не более 25 %, целлюлозосодержащих компонентов – не менее 25 % [2]. Усредненный химический состав скопа представлен в таблице.

Таблица 1 – Химический состав скопа

Компоненты	Содержание, мг/кг
Азот общий	0,2-0,8
Фосфор	0,09-0,14
Целлюлоза	27,4-35
Лигнин	27,4-35

Кальций	1,3-2,68
Азот аммонийный	2,68-36,5
Углерод	44,8-46
CaO	250
K <sub>2</sub> O	160
MgO	30
TiO <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> O, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	следы

Из таблицы 1 видно, что в органической части скопа картонно-бумажного производства доминируют углерод, целлюлоза и лигнин. Это те компоненты, которые являются пищей для дождевых навозных червей. Поэтому теоретически осадки сточных вод целлюлозно-бумажного производства можно использовать для переработки методом вермикомпостирования.

Для анализа возможности применения метода вермикомпостирования для переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства на базе лаборатории вермитехнологий Научно-практического центра по биоресурсам Национальной Академии наук Республики Беларусь был проведен эксперимент. На предприятии ОАО «Бумажная фабрика «Спартак», РПУП «Завод газетной бумаги», ОАО «Картонная фабрика «Ольховка», ОАО «Пуховичская картонная фабрика» был получен обезвоженный осадок сточных вод основного производства (скоп). Эти отходы представляют собой плотный осадок шламовых стоков основного производства данных предприятий, который складывается в бетонном бункере, так как использование их в повторном технологическом цикле завода невозможно. Опыт проводился в четырех сериях. Были определены виды наполнителей и их соотношения с обезвоженными осадками сточных вод (20%, 30%, 40% отходов по отношению к наполнителям в составах №1, №2, №3 соответственно – см. табл. 2). Влажность субстрата колебалась от 65 % до 70 %, pH среды – от 6,5 до 7,3, температура воздуха +18...+22 °С. Субстрат был увлажнен и подвергнут ферментации (сбраживанию) на протяжении 5 суток. На 6-е сутки произвели зачервление (были запущены дождевые черви). Опыт проводился на протяжении 120 дней.

Наряду с опытными образцами были исследованы контрольные образцы (состав №4 в табл. 2), в которых отсутствовал осадок сточных вод, чтобы проследить, как дождевые черви отреагируют на данный вид отходов по сравнению со средой, их не содержащей, в сравнительно отдаленный период. Тем самым представилась возможность определить различие морфологических, химических и биохимических показателей субстрата до и после вермикомпостирования.

Анализ результатов эксперимента проводился на основании следующих критериев:

- химический состав полученного биогумуса;

- изменение величины частиц субстрата;
- адаптационные способности червей.

Анализ полученного биогумуса был проведен в соответствии с ГОСТ 26712-94 [3] и показал, что его состав соответствует требованиям международного стандарта на биогумус. Был оценен фракционный состав биогумуса: текстура субстрата значительно улучшена, он приобрел необходимую пористость и структурность. Каждые 20 дней проводились измерения величины частиц субстрата путем просеивания через сита с различным диаметром ячеек. К завершению опыта полученный биогумус-сырец состоял из агрегатов 5-10 мм. После отделения дождевых червей от биогумуса он был успешно просеян через сито с диаметром ячеек 5 мм.

Адаптационные способности червей анализировались по следующим критериям – их биомасса, число генераций и качество потомства (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты анализа адаптационных способностей дождевых червей

Предприятие	Вариант субстрата	Прирост биомассы, г	Количество о коконов	Количество ювенильных особей
ОАО «Бумажная фабрика «Спартак»	Состав №1	1,7	29	9
	Состав №2	1,8	31	11
	Состав №3	2,2	37	15
	Состав №4	1,8	26	8
РПУП «Завод газетной бумаги»	Состав №1	2,3	32	12
	Состав №2	2,7	34	14
	Состав №3	3,0	40	18
	Состав №4	2,6	29	12
ОАО «Картонная фабрика «Ольховка»	Состав №1	1,5	27	7
	Состав №2	1,3	29	9
	Состав №3	1,6	35	12
	Состав №4	1,3	24	10
ОАО «Пуховичская картонная фабрика»	Состав №1	2,5	30	10
	Состав №2	2,5	32	12
	Состав №3	2,8	38	16
	Состав №4	2,3	27	11

Проанализировав представленные в табл. 2 данные, заключаем, что черви лучше всего растут и размножаются в субстрате, состоящем на 60 % из скопа (состав №3 табл. 2). Из табл. 2 видно, что осадок сточных вод РПУП «Завод газетной бумаги» по всем критериям обходит другие предприятия и имеет преимущества при переработке методом вермикомпостирования. Это

может быть связано с химическим составом скопа, свойствами его компонентов.

Полученные результаты говорят о том, что целлюлозосодержащие осадки сточных вод являются питательной средой для дождевых червей и благоприятно сказываются на их росте, размножении и превращении ими данного вида отходов в биогумус. Это свидетельствует о возможности использования метода вермикомпостирования для переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства с получением ценного органического удобрения – биогумуса. По сравнению с известными решениями предлагаемый способ позволяет повысить интенсивность процесса переработки органических отходов и уменьшить затраты на производство биогумуса.

1. Тиунов, А.В. Вермикомпост, вермикомпостирование и компостные черви: направление научных исследований в последнее десятилетие // Материалы II Международной конференции «Дождевые черви и плодородие почв». – Владимир, 2004. – С. 3-6.

2. Янисов, Р. А. Совершенствование технологии производства вермикомпоста, с разработкой и обоснованием оптимальных параметров устройства для формирования гряд и распределения подкормки : дис.канд. техн. наук / Р. А. Янисов. – Саратов, 2003. – 185 с.

3. Удобрения органические. Общие правила к методам анализа: ГОСТ 26712 - 1994. - Введ. 01.01.1996. - Москва: Межгос. стандарт: изд. стандартов, 1994. – 64 с.

---

УДК: 595.142.39

## **ПЕРЕРАБОТКА ИЛОВЫХ ОТХОДОВ ЦБК С ПОМОЩЬЮ ВЕРМИКУЛЬТУРЫ - EISENIA FETIDA**

**РЫБАЛОВ Л.Б.\*, БАСТРАКОВ А.И.\*, ТЕБЕНЬКОВА Д. Н.,\*\*  
ОЛЬШАНСКИЙ В.М.,\* ВОЛКОВ С.В.\***

\*Институт проблем экологии и эволюции им А.Н. Северцова РАН, Москва,  
Россия

\*\*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, Россия  
lrybalov52@mail.ru

## **UTILISATION OF SOLID PAPER-MILL SLUDGE USING VERMICULTURE EISENIA FETIDA.**



**RYBALOV L.B., BASTRAKOV A.I., TEBENKOVA D.N.,  
OLSHANSKY V.M., VOLKOV S.V.**

**Резюме**

Перспективными приемами переработки избыточно активных илов (АИ) и одновременно получение ценного биогумуса, является вермикомпостирование. Время вермикомпостирования для всех типов органических смесей было довольно коротким: в течении 2-3 месяцев в разных вариантах смесей (кора, земля, опилки) вермикомпостирование завершалось формированием биогумуса. Наиболее подходящим субстратом для роста и развития червей, а также для максимально короткого времени вермикомпостирования являлась смесь АИ и коры с землей. Данные по химическим показателям вермикомпоста указывают на его высокое качество как удобрения. Наиболее значительный прирост биомассы, почти в три раза, зарегистрирован в варианте опыта – АИ + кора с землей, можно считать оптимальным для вермикомпостирования отходов ЦБК. Переработка органических отходов ЦБП методом вермикомпостированием является перспективным экологически обоснованным методом для утилизации отходов и получения в дальнейшем высокопроизводительного удобрения – вермигумуса. Однако повышенное содержание кадмия в активном иле ограничивает использование полученного вермикомпоста для выращивания технических культур и для восстановления техногенно нарушенных ландшафтов.

**Summary**

Perspective methods of recycling of excess activated sludge (AS) and also receive valuable vermicompost is vermicomposting. Vermicoposting time for all types of organic mixes it was quite short: within 2-3 months in different options of mixes (active silt, bark, the earth, sawdust). The most suitable substratum for growth and development of worms, and also for the shortest time of the vermicoposting was AS and bark mix with the earth. Data on chemical indicators vermicompost indicate its high quality as fertilizers. The most considerable gain of a biomass, almost three times, is registered in experience option - AS + bark with the earth, it is possible to consider optimum for the vermicoposting of waste of pulp and paper mill. Utilization of organic waste of paper-mill sludge by a method of the vermicoposting is perspective ecologically reasonable method for recycling and receiving further high-performance fertilizer – vermihumus. However the raised content of cadmium in active silt limits use received vermicompost for cultivation of commercial crops and for restoration of the anthropogenic disturbed landscapes.

В связи с ростом производства ЦБК все более актуальным становится вопрос экологизации производства на предприятиях этой отрасли промышленности. Одной из остро стоящих задач является разработка

технологий утилизации образующихся отходов, таких как избыточный активный ил (АИ).

Перспективными приемами переработки отходов ЦБК, включая избыточно-активный ил (АИ) и одновременно получение ценного биогумуса, является вермикомпостирование, основанное на использовании червей *Eisenia fetida* (Gupta R., et al, 2009, Kaur A., et. al, 2010) .

Основными целями данного исследования являлись:

- изучение процесса вермикомпостирования отходов целлюлозно-бумажного производства и определение времени образования конечного вермигумуса;

- выяснение скорости роста популяции червей в этих отходах

Для исследования были выбраны отходы ОАО «Святогорский ЦБК» - избыточно активный ил (АИ), древесная кора с землей, опилки. В процессе вермикомпостирования мы попытались выявить оптимальные соотношений ила с другими компонентами ЦБК (кора с землей, опилки).

Были составлены следующие варианты смесей отходов ЦБК: 100 % Активный ил (1); 70% Активный ил + 30% древесная кора с землей (2); 70 % Активный ил + 15 % хвойные опилки +15% кора (3); 70% Активный ил + 30% хвойные опилки (4).

**1-ый вариант опытов.** В этом опыте оценивалась время вермикомпостирования разных смесей отходов ЦБК (в 4-х вариантах) до образования вермигумуса. В субстратах изначально создавалась высокая плотность червей -200 экз на 12 литров смеси.

Для выяснения адаптированности червей к субстратам, через две недели был проведен пересчет числа особей, который показал, что лучше всего черви адаптировались в смеси активного ила с корой и землей. В чистом активном иле часть червей (около 5%) либо погибла, либо покинула субстрат.

Время вермикомпостирования для всех типов органических смесей было довольно коротким, так, в течении 2-3 месяцев в разных вариантах смесей вермикомпостирование завершалось формированием готового вермигумуса. Наиболее подходящим субстратом для роста и развития червей, а также для максимально короткого времени вермикомпостирования являлась смесь АИ и коры с землей. В этом опыте уже через два месяца вермикомпостирование было завершено, прирост численности и биомассы червей, за это время, был наиболее высокий среди других вариантов смесей: численность червей возросла в 4,96 раза, а биомасса в 2,69 раза. Несколько более длительное время компостирования наблюдались в чистом активном иле - увеличение численности червей здесь за 2,2 месяца было в 3,4 раза, а биомассы в 2,23 раза. Завершение вермикомпостирования в этом варианте (100% АИ) наблюдалось через 2,2-2,5 месяца. Наиболее длительное время заняло вермикомпостирование смеси активного ила и опилок, здесь время компостирования составляло 2,7-3 месяца, увеличение численности и

биомассы было ниже, чем в других опытах – численность червей возросла в 2,95 раза, а биомасса всего в 1,53 раза

Получаемый вермикомпост был проанализирован в институте НИИСХ (таблица 3). Данные по химическим показателям вермикомпоста указывают на его высокое качество как удобрения: доступные калий, фосфор выросли почти в два раза, по сравнению с исходным активным илом, а азот вырос в разных соединениях от 7 раз ( $\text{NH}_4$ ) до десятков раз ( $\text{NO}_3$ ). Содержание токсичных элементов было проведено только для активного ила, который содержал токсичные элементы, кроме кадмия (в 6 раз выше ПДК), в допустимых количествах.

## **2-ый вариант опыта. Оценка скорости роста популяции червей в разных типах смесей отходов ЦБК.**

В каждый вариант опыта (смеси с АИ) было запущено по 20 половозрелых червя *Eisenia fetida andrei* в субстрат объемом 1,5 литра. В дальнейшем, в течении двух месяцев, проводилась оценка численности, возрастного состава и биомассы популяций червей в каждом типе опытов. Опыт был закончен через два месяца, когда состояние субстрата оценивалось как – практически готовый вермикомпост.

Начиная с третьей недели эксперимента, наблюдается постоянное увеличение количества ювенильных особей (Juv 2) вида *E. fetida* во всех вариантах экспериментальных образцов. Наибольший рост и наибольшее количество ювенильных особей на всех стадиях вермикомпостирования наблюдается в вариантах 2 (Аи + 30% коры) и варианте 3. В 100% активном иле прирост числа ювенильных особей Juv 2, начинается позже остальных вариантов и в конце экспериментального периода имеет наименьшие значения - 250 экз.

Динамика сброса коконов в вариантах № 2,3,4 имеет сходные тенденции во всех трех случаях: в начале эксперимента половозрелые черви отложили достаточно большое количество, впоследствии происходит планомерное уменьшение их количества и как результат – нарастание числа ювенильных особей. В конце эксперимента в вариантах 2,3 и 4 сброс коконов практически прекращается и к концу 2-х месячного опыта составил всего 6 коконов.

Напротив, в 100 % активном иле наблюдается постепенное увеличение числа коконов в течение всего эксперимента. Это можно объяснить тем, что в варианте 1 (100% АИ) черви достаточно длительный период приспосабливались к новому субстрату, почти половина взрослых особей в течение первых двух недель погибла, и оставшиеся взрослые и вновь посаженные взрослые значительно позже приступили к активному размножению.

В ходе вермикомпостирования всех типов субстрата происходит нарастание суммарной биомассы червей, в итоге к концу эксперимента наблюдается значительное увеличение биомассы. Наиболее значительный

прирост биомассы, почти в три раза, зарегистрирован в варианте опыта - 2. Этот вариант – АИ + кора и земля, можно считать оптимальным для вермикомпостирования отходов ЦБК.

Таким образом, эксперименты проведенные с разными смесями отходов ЦБК показали, что все варианты смесей с активным илом можно перерабатывать с помощью компостного червя *Eisenia fetida andrei*. Из всех субстратов оптимальным для вермикомпостирования является вариант смеси активного ила с корой и землей, близким к нему является и субстрат составленный из активного ила с корой и опилками. Чистый активный ил также может перерабатываться с помощью червей, но процесс происходит медленнее, черви несколько недель адаптируются к активному илу. Переработка органических отходов ЦБП методом вермикультивирования является перспективным экологически обоснованным методом для утилизации отходов и получения в дальнейшем высокопроизводительного удобрения – вермигумуса. Однако повышенное содержание кадмия в активном иле ограничивает использование полученного вермикомпоста для выращивания технических культур (саженцев леса, цветов) и для восстановления техногенно нарушенных ландшафтов.

1. Gupta R., Garg V.K. Vermiremediation and nutrient recovery of non-recyclable paper waste employing *Eisenia fetida* // Journal of Hazardous Materials – 2009 – Vol. 162, Issue – P. 430–439

2. Kraur A., Singh J., Vig A. P, Dhaliwal S.S., Rup P.J. Composting with and without *Eisenia fetida* for conversion of toxic paper mill sludge to a soil conditioner // Bioresource Technology – 2010 – V. 101, Issue 21 – P. 8192–8198

---

УДК: 632.9

## **ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ ПРЕПАРАТОВ БИОГУМУСА НА ПРЕДПОСЕВНУЮ ПОДГОТОВКУ ОРГАНИЧЕСКИХ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ РАСТЕНИЙ**

**ПЕКАРСКАС Ю.<sup>1</sup>, СИНКЯВИЧЕНЕ Й.<sup>1</sup> ЭГИДИЮС Ж.<sup>2</sup>**

Университет Александра Стулгинскиса, Литва<sup>1</sup>

ООО „Kaprolita“<sup>2</sup>

juozas.pekarskas@asu.lt

## **EFFICIENCY OF LIQUID VERMICOMPOST PREPARATION ON PRESOWING SEED COATING OF CEREALS SEED**

## PEKARSKAS J., SINKEVIČIENĖ J., EGIDIJUS Ž.

Aleksandras Stulginskis University, Lithuania<sup>1</sup>

UAB „Kaprolita“<sup>2</sup>

juozas.pekarskas@asu.lt

Предпосевная подготовка зерна является одной из злободневнейших проблем экологического земледелия, так как применение синтетических протрав в экологическом хозяйстве строго воспрещается, их следует заменить натуральными биологическими препаратами (Commission Regulation (EC) No 889/2008; Pekarskas, 2008).

Для того, чтобы биологические препараты стали важной частью защиты растений, они должны быть так же эффективны и надежны, как и химические средства защиты. Несмотря на то, что в этой области проводится все больше исследований, сведения о натуральных растительных противогрибковых препаратах довольно скудные и на практике применяются мало. Исследованиями, проведенными в Литве, установлено, что для предпосевной обработки семян зерновых культур успешно можно применять биологические препараты, используемые для опрыскивания растений в период вегетации. Биологические препараты не только увеличивают энергию прорастания и всхожесть семян, но также могут уменьшить засоренность зерна некоторыми видами микромицетов (Sliesaravičius et al., 2006; Gaurilčikienė et al., 2008; Pekarskas, Sinkevičienė, 2011).

Биологические препараты, в состав которых входят пестицидные растения, могут препятствовать распространению некоторых возбудителей болезней и уменьшать их вредоносность, а также создают оптимальные условия для роста и развития растений. Установлено, что растения, обладающие пестицидными свойствами, приостанавливают развитие микромицетов рода *Alternaria*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Botrytis* (Fawzi et al., 2009).

Цель опытов - исследовать влияние различных биологических препаратов на энергию прорастания, всхожесть и засоренность микромицетами экологических семян озимой пшеницы.

### Методика исследований.

Исследования протравливания семян экологической озимой пшеницы биологическими препаратами проводились в Агроэкологическом центре, а также лаборатории кафедры Биологии и защиты растений факультета агрономии университета им. Александра Стульгинскиса в 2008 году. Во время опытов семена озимой пшеницы обрабатывались сертифицированными биологическими препаратами *Biokal 1* (10 l t<sup>-1</sup>), *Biokal 2* (10 l t<sup>-1</sup>), *Biojodis* (2 l t<sup>-1</sup>) и *Penergetic-p для корней* (100 ml t<sup>-1</sup>). Влияние этих препаратов сравнивалось с влиянием протравы Raxil 060FS (тебуконазол 60 g l<sup>-1</sup>), нормой 0,5 l t<sup>-1</sup>. Энергия

прорастания и всхожесть семян экологической озимой пшеницы определялись через 24, 480 и 960 часов, а зараженность микромицетами – через 24 и 960 часов после обработки семян. Исследования проводились на семенах озимой пшеницы ‘Širvinta 1’.

Зерна озимой пшеницы проращивались по 25 ед. на чашках Петри в восьмикратном повторе, на фильтровой бумаге, в термостате при температуре +25–26 °С. Энергия прорастания установлена через 3 дня, всхожесть – через 7 дней.

Для установления зараженности зерна микромицетами в каждом варианте опыта отбиралось по 200 зерен, которые располагались в чашках Петри на питательной среде агара картофельной декстрозы (PDA). Зерна хранились в термостате при температуре 26±2°С. Подсчет образовавшихся колоний проведен на 7-ые сутки. Морфологические признаки грибов исследовались под световым микроскопом с использованием различных характеристик.

*Biokal 1* – это жидкий натуральный препарат, в состав которого входит 57 % лекарственных трав, 38 % экстракта биогумуса, 5 % эфирных масел, лечебная вода, а также микроэлементы, натуральные и биологически активные вещества. Экстракт лекарственных трав состоит из крапивы двудомной (*Urtica dioica* L), хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.) и чистотела большого (*Chelidonium majus*).

*Biokal 2* - натуральный жидкий биологический препарат, состоящий из 45 % лекарственных растений, 40 % биогумуса, 10 % экстракта древесной золы и 5 % эфирных масел. В его состав входят микроэлементы, натуральные минеральные вещества. Экстракт лекарственных трав состоит из крапивы двудомной (*Urtica dioica* L), хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.) и чистотела большого (*Chelidonium majus*).

*Biojodis* составляют водный экстракт биогумуса, водный трансформатор и раствор биологически активного йода. *Penergetic-p* для корней является стимулятором роста, приготовленным из натуральных минералов и мелассы.

### **Результаты исследований.**

Установлено, что после обработки семян озимой пшеницы биологическими препаратами через 24 часа увеличилось значение энергии их прорастания. Через 480 часов значение показателя энергии прорастания в сущности увеличилось на 4,45 % ед. по сравнению с протравленными семенами через 24 часа. При оценке изменения энергии прорастания отмечено, что через 960 часов она, по сравнению с энергией семян через 480 часов, уменьшилась на 1,0 % ед., но это изменение незначительное, а по сравнению с протравленными семенами через 24 часа, увеличение значения показателя энергии прорастания по существу было на 3,45 % ед. больше. При оценке влияния отдельных биологических препаратов на энергию прорастания

семян существенных различий значений не установлено. Под влиянием синтетической протравы *Raxil 060FS*, по сравнению с влиянием биологических препаратов, значение энергии прорастания семян озимой пшеницы уменьшилось, но уменьшение не было существенным.

Через 24 часа после протравливания экологических семян озимой пшеницы биологическими препаратами под их воздействием увеличилась и всхожесть семян. Наибольшее влияние на увеличение всхожести оказали препараты *Biokal 1* и *Biokal 2*, а под воздействием синтетической протравы *Raxil* всхожесть семян уменьшилась, по сравнению с семенами без протравливания. Значение показателя всхожести обработанных протравой семян через 480 часов, по сравнению с значением через 24 часа, увеличилось в основном на 0,62 % ед. Оценка всхожести семян через 960 часов после протравливания, по сравнению с показателем после 480 часов, показало уменьшение на 0,84 % ед., а по сравнению с показателем после 24 часов - уменьшение на 0,22 % ед., но существенное уменьшение всхожести не установлено. Сравнение влияния биологических препаратов на всхожесть экологических семян озимой пшеницы, не обработанных протравой и протравленных различными биологическими препаратами семян, существенных различий всхожести не показало, но по сравнению с синтетической протравой *Raxil*, применение для протравливания *Biokal 1*, *Biojodžiū* ir *Penergetic-p* для корней всхожесть семян в сущности увеличила на 0,67 % ед.

В период исследования в пробах непротравленных семян доминировали микроспоры трех видов микромицетов: *Fusarium Alternaria* ir *Penicillium*, которые составляли соответственно 5,5; 40,5 ir 17,5 % от общего числа извлеченных видов. Представители других видов составляли 56,0 %. К ним относятся виды *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Dreschlera*, *Stemphylium*, *Mucor* ir *Mycelia sterilia*.

После обработки семян пшеницы различными препаратами через 24 часа установлено, что засоренность семян озимой пшеницы микромицетами наиболее эффективно и надежно уменьшила протрава *raksilas*, биологическая эффективность которого составила 100 % от вида *Fusarium*, 87,7 % от вида *Alternaria* и 34,3 % от *Penicillium*.

*Biojodis* наиболее эффективно из всех исследуемых препаратов уменьшил количество *Fusarium* на поверхности зерна, биологическая эффективность данного препарата достигла 81,8 %. Под воздействием *Biokal 1* на 1,5 % сократилось количество возбудителей фузариоза, биологическая активность составляла 30,9 %. Одно из активных веществ - *Chelidonium majus*, входящее в состав *Biokal 1*, тормозит распространение микромицетов *Fusarium culmorum*, *F. graminearum* ir *F. Oxysporum*, препарат также эффективен против бактерий и вирусов, создает фунгицидный эффект (Saglam, Arar, 2003; Pârvu et al., 2008).

Семенные зерна озимой пшеницы обильнее всего были заражены микромицетами *Alternaria*. Под воздействием *Biojodis* их число уменьшилось на 12,5 %, а эффективность примененного биологического препарата составила 30,9 %. Воздействие *Biokal 1* на микромицеты *Alternaria* было незначительным, засоренность зерна этим видом уменьшилась всего на 1,5 %. *Biokal 2* и *Penergetic-p* для корней положительного воздействия на уменьшение загрязнения зерна микромицетами *Alternaria* не оказали.

Засоренность зерна микромицетами вида *Penicillium* эффективнее всех исследуемых биопрепаратов уменьшил *Biokal 1* - на 8 % по сравнению с контролем. Результаты исследований показали, что количество микромицетов *Penicillium* достоверно (на 6,5 %) уменьшилось на *Penergetic-p* для корней протравленных зернах пшеницы.

Выяснить, действенны ли от болезней биологические препараты по истечению определенного времени, пытались дополнительными исследованиями протравленного зерна. Через 960 часов после обработки зерна биопрепаратами установлено незначительное увеличение засоренности зерна микромицетами *Fusarium* (0,8 %) и *Alternaria* (4,5 %). Установлено уменьшение количества *Penicillium* и других видов, по сравнению с результатами исследования после 24 часов после обработки. Распространение микромицетов этих видов на зерне озимой пшеницы было соответственно меньше на 7,5 и 12,8 %.

Все исследуемые биопрепараты достоверно уменьшили количество других обнаруженных видов микромицетов. Засоренность микромицетами наиболее эффективно (на 13,2 %) по сравнению с контролем уменьшил *Penergetic-p* для корней.

Достоверно установлено влияние биопрепаратов и на отдельные виды микромицетов. Наибольшей эффективностью отличался *Biokal 2*, под воздействием которого засоренность зерна микромицетами *Fusarium* и *Alternaria* уменьшилась соответственно на 1,3 и 7,0 %. В состав *Biokal 2* входит экстракт *Urtica dioica* L. По результатам исследований, проведенных Hadizadeh et al., (2009), *Urtica dioica* L. эффективна против распространения *Alternaria alternata*. Эффективность других исследованных биопрепаратов от фусариоза и альтернариоза не проявилась. Исследованные препараты не уменьшили количества микромицетов вида *Penicillium*.

### Выводы.

1. Значения энергии прорастания и всхожести семян экологической озимой пшеницы через 480 часов после протравливания биологическими препаратами существенно увеличились по сравнению со значениями через 24 часа. Через 960 часов значение энергии прорастания по сравнению со значением через 480 часов незначительно уменьшилось, а всхожести - уменьшилось, по сравнению со значением через 24 часа, показатель энергии



прорастания по сути установлен больше, а существенного уменьшения всхожести не установлено.

2. Обработка семян экологической озимой пшеницы различными биологическими препаратами существенного влияния на энергию прорастания семян не оказала, а обработка синтетической протравой существенно, по сравнению с *Biokal 1*, *Biojodis* и *Penergetic-p* для корней, повлияла на снижение всхожести семян.

3. Через 24 часа после протравливания семян пшеницы биологическими препаратами *Biojodis* и *Biokal 1* существенно уменьшилась поверхностная засоренность зерен микромицетами *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*, а через 960 часов количество микромицетов видов *Fusarium*, *Alternaria* достоверно снизилось лишь под влиянием *Biokal 2*.

### Список литературы.

1. Commission Regulation (EC) No 889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control (OL L 250, 2008 9 18, p. 1) <http://eur-lex.europa> [accessed 27 02 2012].

2. Fawzi E. M., Khalil A. A., Afifi A. F. Antifungal effect of some plant extracts on *Alternaria alternata* and *Fusarium oxysporum* // African Journal of Biotechnology – 2009. – Vol. 8, N 11. – P. 2590–2597.

3. Gaurilčikienė I., Supronienė S., Ronis A. The impact of the biological agent biojodis on the incidence of pathogenic fungi in winter wheat and spring barley // Žemdirbystė=Agriculture. – 2008. – Vol. 95, N 3. – P. 406–414.

4. Hadizadeh I., Peivastegan B., Kolahi M. Antifungal activity of nettle (*Urtica dioica* L.), colocynth (*Citrullus colocynthis* L. Schrad), oleander (*Nerium oleander* L.) and konar (*Ziziphus spina-christi* L.) extracts on plants pathogenic fungi // Pakistan journal of biological sciences. – 2009. – Vol. 1, N 12 (1). – P. 58–63.

5. Pârvu M., Pârvu A. E., Crăciun C, Barbu-Tudoran L., Tămaș M. Antifungal activities of *Chelidonium majus* extract on *Botrytis cinerea* *in vitro* and ultrastructural changes in its conidia // Journal Phytopathology. – 2008. – Vol. 156. – P. 550–552.

6. Pekarskas J. c. Tręšimas ekologinės gamybos ūkiuose. – Kaunas, 2008. – 189 p.

7. Pekarskas J., Sinkevičienė J. Influence of biological preparation on viability, germination power and fungal contamination of organic winter barley grain // The Fifth International Scientific Conference „Rural Development 2011“. – Kaunas, 2011. – Vol. 5, Book 2. – P. 206–210.

8. Saglam H, Arar G. Cytotoxic activity and quality control determinations on *Chelidonium majus*. // Fitoterapia. – 2003. – Vol. 74. – P. 127–129.

9. Sliesaravičius A., Pekarskas J., Rutkovienė V., Baranauskis K.. Grain yield and disease resistance of winter cereal varieties and application of biological agent in organic agriculture // Agronomy Research. – 2006. – Vol. 4. – P. 371–378.

---

УДК 65.011.04.002.2:631.86:631.563.6:631.879

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ «БИОГУМУС» В УСЛОВИЯХ УКРАИНЫ**

**СЕНДЕЦКАЯ А.В.**

Подольский государственный аграрно-технический университет  
(Украина), e-mail: vermos2011@ukr.net

В статье освещены результаты экономической эффективности переработки органических отходов методом вермикюльтивирования в органические удобрения «Биогумус» и его использование в сельском хозяйстве.

**SENDETSKAYA A.V.**

Podolsky State Agrarian Technical University  
(Ukraine), e-mail: vermos2011@ukr.net.

This article presents the results of the economic efficiency of the processing of organic waste by vermiculture into organic fertilizer "Vermicompost" and its use in agriculture.

Органические удобрения являются незаменимым источником пополнения и восстановления плодородия почв. Однако в последние годы в результате резкого снижения поголовья сельскохозяйственных животных и птицы, разрушение технической базы большинства хозяйств, их тяжелого финансового положения производство и внесение органических удобрений сведено до критического минимума. Это, в свою очередь, отрицательно сказывается на урожайности выращиваемых сельскохозяйственных культур, объемах производства продукции полеводства и, как следствие, на прибыльности и рентабельности хозяйственной деятельности сельхозтоваропроизводителей.

Каждый год в нашей стране накапливаются миллионы тонн органических отходов птицефабрик, животноводческих комплексов,

перерабатывающих предприятий. По своей природе они представляют угрозу окружающей среде, но вместе с тем являются основным сырьем для производства высококачественных органических удобрений.

Известно много способов получения традиционных органических удобрений. К ним относятся технологии получения торфонавозных и других компостов, химическая обработка помета и другие. В конце прошлого века в США, Западной Европе, Японии появились технологии переработки органических удобрений методом вермикультивирования. [1]

С 1990 года эта технология распространилась и на Украину. В течение 1990-1994 годов при помощи ассоциации «Биоконверсия» было создано более 150 вермигосподарств, большинство которых вследствие непродуманной аграрной реформы прекратили свое существование. Только с 2005 года в Украине началось создание новых вермигосподарств и сейчас их насчитывается более 50, а также 3000 минивермифермы функционируют на дачных и приусадебных участках.

Однако на предприятиях Украины, где внедрено технологию вермикультивирования не достаточно проведены научные исследования по экономической и экологической эффективности производства и использования органических удобрений нового поколения, что и вызвало необходимость проведения исследований в данном направлении.

Теоретической и методологической основой исследований послужили труды отечественных и зарубежных ученых и специалистов по экономическим и технологическим аспектам производства и применения органических удобрений и восстановления почвенного плодородия. Разнообразным его аспектам посвящены многие научные труды отечественных ученых, это в частности работы с вермикультивирования И.А.Мельника, Н.М.Городнього, М.Ф.Повхана [1], В.Н.Сендецького, Н.М.Колисник, В. С.Гнидюка, А.М.Бердникова [2], А.В.Быкина [3], С.М.Гармаш [4], М.К.Линника, М.М.Семчук [5] и др., а также зарубежных Ю.Б.Морева [6], О.Н.Кодоловой [7], А.Н.Косолапова [8], И.М.Титова [9], С.Л. Максимова [10], Е.А.Edraards [11], и др.

Нами проведена экономическая и экологическая оценка производства органических удобрений «Биогумус» полученных методом вермикультивирования в подразделениях ассоциации «Биоконверсия» - НПО «Возрождение», ЧП «Биоконверсия», ЧП «Кокес» Ивано-Франковской, ТЗОВ «Подольский хозяин-2004»Шепетовского района Хмельницкой, ЧП «Токорчин» Стрыйского р-на Львовской, ЧП «Урсул» Кицманского района Черновицкой агрофирме «Гея» Полтавской областей и др..

Исследованиями установлено, что себестоимость и рентабельность органического удобрения «Биогумус» зависела от вида органических отходов, их стоимости, соблюдения технологии вермикультивирования, способов выращивания, стоимости доставки органических отходов в вермигосподарства и др.

В научно-производственном обществе «Возрождение» Ивано-Франковской области выращивания вермикультуры проводится в вермиложах. Из каждых 100 т органических отходов здесь в 2012 году получено по 41,7 тонн органического удобрения «Биогумус» себестоимости за тонну 603,3 грн ( 75,4 \$).

В связи с тем, что все органические отходы приобретены и доставлены на расстояние 25-32 км, затраты на сырье и его доставку на одну тонну составляют 273 грн ( 34,1 \$).

«Биогумус» реализовывался владельцам фермерских хозяйств, приусадебных и дачных участков по цене 1500 грн. ( 187,5 \$) за тонну при рентабельности 247%, в структуре затрат полученного органического удобрения «Биогумус» стоимость органических отходов составляет - 30,2%, транспортировки их - 15,1%), оплата труда с начислениями - 41,7%), прочие расходы - 13,0%.

В ООО «Подольский хозяин 2004» Шепетовского района Хмельницкой области вермихозяйство расположено на территории животноводческого комплекса выращивать красных дождевых калифорнийских червей в ложах на открытой площадке, для кормления червей здесь используются отходы собственного поголовья КРС с доставкой до 0,5 км. Себестоимость 1 тонны в 2012 году составляла 194 грн. (Затраты на сырье и его доставку составили 71,3 грн, или на 201,7 грн. меньше, чем в НПО «Возрождение»), а поетому себестоимость в НПО «Возрождение» по сравнению с себестоимостью органического удобрения «Биогумус» произведенного в ООО «Подольский хозяин 2004», за счет больших затрат на приобретение органических отходов и их транспортировки высока.

Экономическую оценку провели и в вермихозяйстве агрофирмы «Гея» (г.Кременчуг, дир.В.Шубин) которое больше двадцати лет занимается выращиванием червей в закрытом помещении (теплицах). За 2012 год хозяйство реализовало биогумуса на миллион гривен (125 тыс.дол. США) .

Технологией вермикультивування предусмотрено подбор состава компонентов субстрата со следующими требованиями: оптимальное соотношение углерода к азоту (C: N) 25:1-30:1; влажностью - 70-80%, содержание кислорода в субстрате 11-14%; плотность - 1,3 -1,4; оптимальная температура-19-280С.

При соблюдении всех вышеуказанных параметров получают органическое удобрения «Биогумус» высокого качества, которое, по сравнению с традиционными удобрениями, содержит значительно больше подвижных элементов питания общего азота 1,7-2,3%, калия 1,2-1,6%, фосфора 1,6-1,8%. Питательные вещества биогумуса медленно растворяются в воде, в течение долгого времени обеспечивают растения питательными веществами.

Внесение под предпосевную культивацию 3-10 т/га органического удобрения

«Биогумус» обеспечивает прирост урожайности сельскохозяйственных культур на 33-68%, рентабельность их использования 87-212%.

Однако, при нарушении во время вермикультивирования технологического регламента, например влажности (из-за неравномерности полива) или показателя плотности (из-за несвоевременного рыхления субстрата) снижается качество и количество полученного биогумуса вследствие чего снижается урожайность сельскохозяйственных культур, а отсюда и рентабельность снижается на 15-35%.

Нашими исследованиями проведен анализ существующей системы производства и использования органических удобрений изготовленных методом вермикультивирования и намечены основные пути повышения их эффективности на основе анализа внедрения технологий разработана методика определения капитальных и текущих затрат на производство и внесение органических удобрений нового поколения, разработана система информационного и программного обеспечение экономической оценки эффективности внедрения механизации технологических регламентов технологии вермикультивирования. Внедрение технологии переработки органических отходов АПК методом вермикультивирования имеет большое экологическое значение, так как происходит полная утилизация всех минеральных химических веществ, остатков пестицидов и др., которые присутствуют в органических отходах, происходит обеззараживание исходного сырья от болезнетворных микроорганизмов, уничтожение всхожих семян сорных растений, что дает возможность на 15-20% снизить затраты на приобретение пестицидов, до минимума уменьшается загрязнение воды, воздуха, почвы.

**Выводы.** Экономический анализ проведенный на предприятиях, где производится переработки органических отходов АПК методом вермикультивирования, показал, что себестоимость, рентабельность и энергозатраты на производство и использование «Биогумуса» зависит от многих факторов, а именно от стоимости органических отходов, транспортных затрат, от скорости переработки исходной органической смеси, качества продукции и способов их применения в земледелии, поэтому предлагаем:

1. Переработку органических отходов методом вермикультивирования для получения органического удобрения «Биогумус» проводить при безусловном соблюдении технологических регламентов разработанных и запатентованных технологий вермикультивирования учеными и специалистами ассоциации «Биоконверсия», при наличии более 3 тыс.т, их создавать вермихозяйства с полной механизацией и автомеханизацией технологических регламентов.

2. Для снижения себестоимости производимых удобрений и повышения их рентабельности размещать вермихозяйства на расстоянии не более 15-20км от скопления органических отходов и вносить органические

удобрения нового поколения на полях на расстоянии в радиусе не более 25-30 км от их производства.

### **Список использованной литературы.**

1. Мельник И.А. Вермикультура: производство и использование. /И.А.Мельник, М.М.Городний, М.Ф.Повхан, //К., Укр.ННТЕИ, 1994-128с.
2. Сендецкий В.Н. Технологические аспекты переработки органических отходов агропромышленного комплекса методом вермикультивирования /В.Н.Сендецкий, Н.М.Колесник, И.А.Мельник// «Фолиант», Ивано-Франковск, 2010,- 51с.
3. Бикін А.В. Вермикомпост та його цінність/ А.В.Бикін, М.М.Городній// Натураліст. – 1996. –№ 2. – С.11–12.
4. Гармаш С.Н. Биоконверсия органических отходов АПК /С.Н.Гармаш// Материали VII Международной НПК –Т. 12. Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – С. 41–42.
5. Лінник М.К. Технології і технологічні засоби виробництва та використання органічних відходів /М.К.Лінник, М.М.Сенчук//, Главаха, 2012 с. 155-179
6. Морев Ю.Б. Исследования разведения червей /Ю.Б.Морев//, Фрунзе, 1990 С. 35
7. Кодолова О.Н. Селекция навозного червя для вермикультивирования /О.Н.Кодолова, Н.М.Болотецкий// Химия в сельском хозяйстве.– 1994.– №4.С. 8.
8. Косолапов И.Н. Экономические аспекты вермикультур /И.Н.Косолапов, М.Ю.Уханова//, ГСХА Рязань, 1994 149-с
9. Титов И.Н. Дождевые черви./ И.Н.Титов/ - М.:ООО «МФК Точка опоры», 2012,-С.272
10. Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения / ред. колл. С.Л. Максимова и др. - Минск: Институт зоологии НАН Беларуси, 2007. - 164 с.
11. Edwards C. A. Earthworms, organic waste and food / C. A. Edwards. – Span, 1983. – V. 26. – N 3. – P. 106–108.

---

УДК:

## **МНОГОЯРУСНАЯ МОДУЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА БИОГУМУСА**

**ПАЛЕХ В.В.**

Практик. Атолино, Минский р-н, Республика Беларусь.  
valery.paleh@gmail.com

*Для практического применения предлагается оригинальный способ и установка промышленного вермикультивирования. Цель публикации – поиск инвесторов для воплощения идей в жизнь. Патент ВУ на изобретение № 14490.*

Последние десятилетия наблюдается резкое ухудшение экологии во многих странах мира. Увеличение численности населения Земли, участвовавшие последнее время природные катаклизмы, тотальная химизация сельского хозяйства и неразумная хозяйственная деятельность человека на земле привели к значительному сокращению плодородных почв на всей планете. Это в свою очередь уже привело к резкому подорожанию продуктов питания и угрозе голода во многих странах мира.

Производство продуктов питания становится стратегическим направлением человеческой деятельности. Повсеместное внедрение технологий вермикультивирования (переработка органических отходов технологическими линиями дождевых червей) позволяет эффективно и комплексно решить многие из этих проблем, по существу является самым простым, дешёвым и эффективным способом обеспечения продовольственной безопасности любой страны мира. Применение в сельскохозяйственном производстве вермигумуса и жидких гуминовых удобрений (ЖГУ) на его основе гарантирует получение экологически чистых продуктов питания высшего качества, что открывает неограниченный рынок сбыта. Цены на такую продукцию в разы выше, чем выращенную на «химии».

Являюсь убеждённым сторонником экологически чистого земледелия. Есть определённый опыт работы в области вермикультуры. Темой этой «заболел» в 1995 году. С тех пор вермикультивирование стало для меня и хобби, увлечением, и главным смыслом моей жизни. До конца 90-х работал с Тубольцом Анатолием Александровичем, одним из пионеров вермикультивирования в Беларуси. В основе моего опыта лежит тяжёлый ручной труд, поэтому много лет искал варианты, как работу в этой отрасли можно сделать более лёгкой и эффективной.

В 2008 году получил патент РБ на полезную модель многоярусной установки по промышленному производству биогумуса (этап переработки червями готового кормового субстрата в биогумус). В 2011 году моя разработка признана изобретением.

В эскизном варианте разработана установка по производству жидких гуминовых удобрений, имеющих очень высокую экономическую и биологическую эффективность их применения. В настоящее время в мировом сельском хозяйстве наблюдается тенденция перехода именно на этот вид

удобрений. Что делает их производство в обозримом будущем весьма востребованным.

Для реализации идей в жизнь нужен стартовый капитал. На создание опытно-экспериментального завода по отработке на практике технологий промышленного вермикультивирования – от 15 млн. евро, окупаемость не более 3 лет; на создание цеха по производству ЖГУ – от 1 млн. евро, окупаемость не более года.

Убеждён, промышленный выпуск разработанных мною модулей-вермикультиваторов и повсеместное внедрение их для производства биогумуса в масштабах Беларуси, в комплексе с технологией ускоренной (в течение 3-х суток) ферментации органики, разработанной одной российской компанией, позволят кардинально в течение 3-5 лет изменить в лучшую сторону развитие всего сельского хозяйства страны в целом. В достатке обеспечит страну высокоэффективными безопасными удобрениями, позволяющими гарантированно и в больших объёмах производить экологически чистую сельхозпродукцию, имеющую сегодня на мировом рынке практически неограниченный спрос. Животноводческая отрасль в Беларуси хорошо развита - возобновляемого сырья для переработки более чем достаточно. А принцип модульности, в частности, в каждой конкретной местности позволит быстро создавать необходимые производственные мощности соответственно наличию сырья для переработки.

При необходимости возможно создание мобильных комплексов, которые позволят оперативно утилизировать залежи органических отходов в отдалённых местах или в местах, слабо обеспеченных трудовыми ресурсами, что для сельской местности в настоящее время весьма актуально. Попутно будут созданы новые высокооплачиваемые рабочие места, улучшена экологическая и социальная ситуация в регионах переработки органических отходов, что явится хорошим стимулом для закрепления трудоспособного населения в сельской местности. Производство экологически чистой продукции на основе биогумуса позволит кардинально оздоровить население страны. Для Беларуси, с её тяжёлым чернобыльским наследием это имеет чрезвычайное значение.

Изюминкой, ноу-хау моего изобретения является то, что в качестве рабочих лож я предлагаю применять бесконечные ленточные транспортёры. Это позволяет соединить в один непрерывный цикл сразу три операции: загрузку корма в ложа, переработку корма червями и одновременно с загрузкой вести разгрузку наработанного биогумуса-сырца. Решение получилось очень простое и эффективное.

Многоярусная конструкция модуля позволяет весьма эффективно использовать площади и высоту цеха, объёмы помещения. Следовательно, выход продукции с единицы площади цеха увеличивается кратно числу ярусов установки. В предлагаемом варианте исполнения – на порядок.



Приведу простой экономический расчёт (без учёта налогов и стоимости доставки товара потребителю).

Один технологический модуль, занимая площади цеха с учётом технологических проходов примерно  $100 \text{ м}^2$ , при компоновке рабочих лож в десять ярусов (рабочая площадь под червями –  $400 \text{ м}^2$ ), при средней плотности червей в ложе около 40 тыс. шт./ $\text{м}^2$  позволяет производить за год около 640 тонн биогумуса-сырца 70% влажности, который, при наличии собственных сельхозугодий, можно применять без дальнейшей доработки для реализации. Практика показывает, что при дозаривании (окончательной гумификации) и досушивании сырца до товарного вида масса биогумуса уменьшается примерно в 1.5 раза. По общепринятой в Беларуси грядной напольной технологии в наших климатических условиях для производства такого же объёма биогумуса под открытым небом требуется около  $2000 \text{ м}^2$  площади; в закрытом отапливаемом помещении –  $1000 \text{ м}^2$  площади цеха под червями, не считая технологических проходов и проездов, которые занимают от 30 до 50% общей площади цеха. Плотность червей в рабочем субстрате в оптимальных условиях производства по литературным данным может достигать до 100 тыс. шт./ $\text{м}^2$ . В этом случае, и выход продукции с модуля потенциально может быть гораздо выше.

В цеху площадью около  $1500 \text{ м}^2$ , высотой 8 м можно разместить 12 рабочих модулей получить за год:  $640 \text{ т} \cdot 12 = 7680 \text{ т}$  (сырца) или  $7680 \text{ т} : 1.5 = 5120 \text{ т}$  (товарного) биогумуса. Себестоимость производства товарного биогумуса в Беларуси составляет 50-100 \$/т. Цена 200-300 \$/т; в Европе – 400-1500 \$/т.

Оптовая цена жидких гуминовых удобрений в Беларуси в 2010 году составляла 4000 \$/т. Себестоимость производства (по имеющимся у меня устным данным) – 50 % от указанной стоимости. Имея установку по производству ЖГУ производительностью  $1 \text{ м}^3/\text{час}$  при коэффициенте загрузки рабочего времени = 0.5 в сутки можно производить  $12 \text{ м}^3$  ЖГУ и получать:  
 $12 \text{ м}^3 \cdot 2000 \$ = 24\,000 \$/\text{сутки}$  или:  $24\,000 \$ \cdot 365 = 8\,760\,000 \$/\text{год}/\text{установка (минимум)}$ .

Какая отрасль сельского хозяйства может конкурировать с вермикультурой по отдаче с одного  $\text{м}^2$  используемой площади?

Биомасса дождевых червей является уникальным сырьём для производства высокоэффективных кормовых добавок для животноводства, птицеводства, рыбоводства, а также для производства уникальных медицинских и косметических препаратов.

В оптимальных условиях производства биомасса дождевых червей за год может быть увеличена в 1500 раз. Начиная с третьего года производство биомассы может стать приоритетным и экономически гораздо более выгодным, чем производство биогумуса.

Конструкция и принцип работы модуля-вермикультиватора заключаются в следующем.

Кормораздатчик по направляющим имеет возможность передвигаться вперёд-назад вдоль рабочих модулей цеха со стороны загрузки и вести непрерывную подачу корма в бункер кормораздаточного узла. Посредством датчиков обеспечивается точная фиксация кормораздатчика относительно каждого рабочего модуля, а кормораздаточного узла – по высоте относительно каждого яруса вермикультиватора. Кормораздаточный узел имеет возможность подниматься по высоте на любой уровень рабочего модуля. Транспортёр раздаточного узла имеет возможность выдвигаться влево-вправо над рабочими ложами модулей на глубину до 1.5 метров. Количество закладываемого корма регулируется скоростью транспортёра кормораздатчика, и/или зазором между бункером-накопителем кормораздатчика и раздаточным транспортёром. Способ непрерывной подачи корма, конструкция кормораздатчика также являются инновационными решениями.

Конструкция рабочего модуля представляет собой раму из конструкционной оцинкованной стали, состоящую из трёх рядов вертикальных стоек, которые крепятся к трём продольным швеллерам, установленным на свайно-ленточном фундаменте в цеху. К вертикальным стойкам изнутри крепятся продольные направляющие для каждого яруса рабочих лож и поперечные раскосы. По бокам и сверху модуля вертикальные стойки раскреплены между собой крестообразными растяжками, что создаёт необходимую жёсткость и прочность всей конструкции.

Под нижним ярусом модуля располагается система вентилирования (микроклимата) и дренажа, над каждым ложем со стороны загрузки – система автоматического полива и контроля температуры и влажности. Качество корма контролируется до подачи на переработку в цех.

На продольных направляющих попарно закреплены рабочие ложа-транспортёры. Привод транспортёров может осуществляться двумя способами. Первый - от общего мотор-редуктора, закреплённой на центральной вертикальной стойке в передней, загрузочной части модуля. В этом случае крутящий момент по команде с кормораздатчика на транспортёры каждого яруса передаётся посредством общего вертикального вала и промежуточных редукторов с соединительными муфтами на каждом ярусе. Второй способ: мотор-редукторами, встроенными в приводной барабан каждого транспортёра, что значительно упрощает механику модуля, но удорожает стоимость конструкции. Рабочие транспортёры имеют систему натяжения.

Сзади модулей ниже рабочего ложа первого яруса расположен общий отводящий транспортёр наработанного биогумуса. Учитывая высоту конструкции, для уменьшения возможных ударных воздействий на отводящий транспортёр, создаваемых падающим биогумусом, при необходимости возможна установка компенсаторов-гасителей скорости падения.

Закладка корма и разгрузка наработанного гумуса происходят следующим образом. Кормораздатчик останавливается напротив нужного

модуля. Включаются в работу два спаренных транспортёра первого яруса. Лента продвигается на необходимое расстояние. Над рабочими ложами выдвигается загрузочный транспортёр раздаточного узла кормораздатчика. Раздаточный транспортёр включается и подаёт корм на рабочее ложе. Затем при работающей ленте начинает перемещаться обратно в сторону кормораздатчика, заполняя за собой до нужного объёма пространство рабочего ложа, после чего подача корма прекращается.

Кормораздаточный узел поднимается до уровня следующего яруса. Операция закладки корма повторяется до заполнения всех рабочих лож модуля нужным количеством корма.

Следующая операция – заселение червей в ложа. Это единственная операция в рабочем цикле, которая выполняется вручную. Кормораздаточный узел поочерёдно поднимается на нужный уровень модуля, оператор вручную высыпает на каждый рабочий транспортёр нужное количество субстрата с червями. Далее, в зависимости от наличия червей в рабочем субстрате по регламенту происходит закладка корма и его переработка до тех пор, пока вся площадь ложа не будет заполнена кормом и переработанным вермигумусом. Частота закладок и объём корма рассчитываются относительно количества биомассы в рабочем ложе. После вывода модуля в рабочий режим (после достижения определённой плотности на  $m^2$  ложа рост биомассы червей стабилизируется - до этого момента необходимо постоянно контролировать численность червей в модуле) загрузка модуля переводится в стабильный рабочий режим по устоявшемуся графику.

Черви, поедая корм, оставляют после себя биогумус, а сами стремятся навстречу новым порциям корма и основной массой концентрируются всё время в передней, загрузочной части лож модуля. После полного заполнения ложа при очередном кормлении лента транспортёра подвигается на нужное расстояние, происходит автоматическая, одновременно с закладкой корма, разгрузка наработанного биогумуса, который отводящим транспортёром доставляется на следующий по регламенту участок производства.

Модули цеха вводятся в работу поочерёдно по мере необходимости (соответственно наличию маточного поголовья червей и стабильных запасов корма для переработки). Мощность производства изначально рассчитывается исходя из стабильных запасов органики для переработки в данной местности.

Помимо выше оговоренных достоинств, внедрение данных установок позволит кардинально улучшить культуру производства на животноводческих комплексах, механизировать, а при желании и значительно автоматизировать процесс переработки органических отходов, свести к минимуму «человеческий фактор», сделать сельскохозяйственное производство в целом безотходным и высокорентабельным. Налаживание серийного промышленного производства модулей данного типа позволит многократно уменьшить стоимость изделий по сравнению с пилотным проектом. Следовательно, кардинально уменьшится и себестоимость производства биогумуса на этих установках.

---

УДК 631.879.42:595.142.39

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЯ ОТХОДОВ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК**

**САТИШУР В.А. \*, МИХАЛЬЧУК С.Н. \*, МАКСИМОВА С.Л. \*\***

\*ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси»,  
г. Брест, Беларусь \*\*ГНПО «НПЦ по биоресурсам», г. Минск, Беларусь

Проведено изучение возможности использования биоудобрений на основе отходов биогазовой установки в виде субстратов для заселения их дождевыми навозными червями, его переработке и получению биогумуса. Было установлено, что уменьшение процентного содержания обезвоженного осадка биогазовой установки и добавление дефеката позволит сделать данный субстрат пригодным для заселения его дождевыми навозными червями.

## **VERMIKOMPOSTIROVANY'S EFFICIENCY OF WASTE OF BIOGAS INSTALLATIONS**

**SATISHUR V. \*, MIKHALCHUK S. \*, MAKSIMOVA S. \*\***

\*Polesie Agrarian Ecological Institute of the NAS of Belarus, Brest, Belarus  
\*\*The Scientific and Practical Center for Bioresources, Minsk, Belarus

Studying of possibility of use of biofertilizers on the basis of waste of biogas installation in the form of substrata for settling by their rain muckworms, to its processing and receiving a biohumus. It was established that reduction of percentage of the dehydrated deposit of biogas installation and addition sugar beet waste will allow to make this substratum suitable for settling by its rain muckworms.

Внедрение альтернативных источников энергии является одним из приоритетных направлений работы Правительства Республики Беларусь. В 2008 году одним из первых в Беларуси введен в эксплуатацию биогазовый энергетический комплекс в КСУП СГЦ «Западный» Брестского района (А.В. Ключков, 2009, В. Казакова, 2007, О. Кобяк, 2008).

На сегодняшний день применение биогазовых установок в сельском хозяйстве рассматривается как серьезная альтернатива очистным сооружениям. Согласно принятой в нашей стране Программе строительства

энергоисточников, работающих на биогазе, на 2012-2015 годы, в организациях Минсельхозпрода предусмотрен ввод в эксплуатацию до 2016 года 21 такой установки.

При создании животноводческих комплексов, несмотря на их хорошую оснащенность средствами механизации и автоматизации, нерешенными остаются вопросы утилизации навоза, существует опасность загрязнения окружающей среды (В.А. Сатишур, 2012). Бесподстилочный навоз сельскохозяйственных животных может аккумулировать и сохранять в вирулентном состоянии более 100 возбудителей болезней животных и человека. Содержащиеся в растворенном виде питательные вещества способствуют росту и размножению патогенной микрофлоры. Кроме того, с экскрементами животных во внешнюю среду попадают гельминты и их яйца. Вносить такой навоз на сельскохозяйственные угодья в качестве удобрения нельзя без предварительного обеззараживания.

Как показывают исследования многих ученых, сбраживание в метантенках биогазовых установок (БГУ) является не только более эффективным способом обеззараживания навоза, но и гораздо более дешевым и менее длительным. В результате анаэробного сбраживания отходов в биогазовой установке образуется перебродженный осадок. Полученный осадок после его обезвоживания можно использовать для получения биогумуса.

Вермикомпостирование и вермикультивирование позволяет в более сжатые сроки решить вопросы связанные с утилизацией и переработкой органических отходов, что приводит к улучшению экологической обстановки в Республике и получению биогумуса высокого качества (С.Л. Максимова, 2012). Новая технология основана на способности червей поглощать в процессе своей жизнедеятельности растительные остатки и почву. При прохождении органических отходов через кишечник червей исчезает неприятный запах, снижается их зараженность патогенами и уменьшается объем отходов.

Целью эксперимента является изучение возможности использования биоудобрений на основе отходов биогазовой установки в виде субстратов для заселения их дождевыми навозными червями (*Eisenia fetida*), его переработке и получению биогумуса. Удобрение почвы биогумусом ценно тем, что выращенная на ней продукция содержит нитраты и тяжелые металлы значительно ниже ПДК (С.Л. Максимова, 2011).

Исследования были проведены в рамках выполнения задания 1.3.1 ГНТП «Природные ресурсы и окружающая среда» на биогазовой установке КСУП СГЦ «Западный» Брестского района Брестской области.

Для получения биогумуса высокого качества нами была предпринята попытка использования различных видов субстратов для вермикомпостирования. При этом в качестве базового субстрата был использован обезвоженный осадок биогазовой установки.

Для достижения поставленной цели на основе базового субстрата были приготовлены различные его модификации. Опыт включал в себя 5 вариантов компостов на основе отходов биогазовой установки. Состав компостов:

1-й вариант: 49,5% обезвоженного осадка биогазовой установки, 49,5% дефеката (фильтрационного осадка сахарного производства ТУ РБ 37602662.630-99) и 1,0% хлористого калия;

2-й вариант: 49,5% обезвоженного осадка биогазовой установки, 49,5% торфа и 1,0% хлористого калия;

3-й вариант: 50,0% обезвоженного осадка биогазовой установки, 24,5% торфа, 24,5% дефеката и 1,0% хлористого калия;

4-й вариант: 75,0% обезвоженного осадка биогазовой установки, 14,5% дефеката, 9,5% торфа и 1,0% хлористого калия;

5-й вариант: 50,0% обезвоженного осадка биогазовой установки, 49,0% отходов от производства шампиньонов и 1,0% хлористого калия.

Эксперимент длился в течение 4 месяцев.

Для изучения возможности использования биоудобрений в виде субстратов для заселения их дождевыми навозными червями, его переработке и получению биогумуса нами был проведен эксперимент.

В результате проведения эксперимента выявлено, что во всех контейнерах с разными видами компостов на основе отходов биогазовой установки обнаружена и разная степень выживаемости как имаго, так и коконов (таблица 1).

Таблица 1 – Выживаемость имаго и коконов дождевых червей после внесения их в субстрат компостов на основе отходов биогазовой установки

Вариант опыта	Гибель имаго, дней	Гибель коконов, дней
1	-	-
2	1-2	5
3	6-7	10
4	3-4	7
5	12-15	20

1-й контейнер (1-й вариант универсальных биоудобрений) – в течение всего периода исследований имаго и коконы были живы. Имаго активны и происходит увеличение их массы. После окончания эксперимента черви живы.

2-й контейнер (2-й вариант универсальных биоудобрений) – смерть имаго наступила через 2 дня после заселения емкости. Дальнейшее заселение контейнера имаго дождевых навозных червей положительного результата не дало. Имаго погибали через 1-2 дня после заселения субстрата. Коконы погибли через 5 дней.

3-й контейнер (3-й вариант универсальных биоудобрений) – смерть имаго наступила через неделю после заселения субстрата. Дальнейшее

заселение контейнера имаго дождевых навозных червей положительного результата не дало. Имаго погибали через 6-7 дней после заселения субстрата. Коконьы погибли через 10 дней. Повторное внесение коконов в субстрат не дало положительного результата.

4-й контейнер (4-й вариант универсальных биоудобрений) – смерть имаго наступила через 4 дня после заселения субстрата. Дальнейшее заселение контейнера имаго дождевых навозных червей положительного результата не дало. Имаго погибали через 3-4 дня после заселения субстрата. Коконьы погибли через 7 дней. Повторное внесение коконов в субстрат не дало положительного результата.

5-й контейнер (5-й вариант универсальных биоудобрений) – смерть 50% имаго наступила через 12 дней после заселения субстрата. Дальнейшее заселение контейнера имаго дождевых навозных червей положительного результата не дало. Имаго погибали через 12-15 дней после заселения субстрата. Коконьы погибли через 20 дней. Повторное внесение коконов в субстрат не дало положительного результата.

Таким образом, в результате проведения эксперимента показано, что наиболее пригодным для заселения навозными червями и для вермикомпостирования является субстрат в контейнере №1 – 1-й вариант универсальных биоудобрений. Менее пригодным для заселения червями является субстрат в контейнере №5 – 5-й вариант универсальных биоудобрений. По нашему мнению, уменьшение процентного содержания обезвоженного осадка биогазовой установки и добавление дефеката, позволит сделать данный субстрат пригодным для заселения его дождевыми навозными червями. Остальные субстраты на основе биоудобрений являются непригодными для вермикомпостирования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казакова, В. Про биогаз в который раз / В. Казакова // Беларуская думка. – 2007. – №11. – С. 76–78.
2. Ключков, А.В. Биоэнергетика в структуре сельского хозяйства / А.В. Ключков, Д.В. Кацер. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. – 48 с.
3. Кобяк, О. Экономично и экалагично / О. Кобяк // Беларуская думка. – 2008. – №1. – С. 102–103.
4. Максимова, С.Л. Вермитехнологии – новое направление в развитии биотехнологий в Беларуси / С.Л. Максимова // Вермитехнологии как основа производства экалагически чистой продукции: сб. информации; ред. кол.: С.Л. Максимова, Ю.Ф. Мухин. – Минск, 2012. – С. 3–7.
5. Максимова, С.Л. Технология вермикомпостирования в Беларуси / С.Л. Максимова, В.М. Потылкин // Вермитехнологии как основа экалагического земледелия в XXI веке: сб. информации; ред. кол.: С.Л. Максимова, Ю.Ф. Мухин. – Минск, 2011. – 110 с.

6. Сатишур, В.А. Перспективы переработки эфлюента в гранулированные органоминеральные биоудобрения / В.А. Сатишур // Вермитехнологии как основа производства экологически чистой продукции: сб. информации; ред. кол.: С.Л. Максимова, Ю.Ф. Мухин. – Минск, 2012. – С. 25–28.

---

УДК 631.87

## **ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЯ БИОСТИМУЛЯТОРОВ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ В УКРАИНЕ.**

**КОЛИСНЫК Н.М., СЕНДЕЦКАЯ А.В.**

Ассоциация «Биоконверсия», г. Ивано-Франковск (Украина)  
vermos2007@ukr.net

Освещены результаты производства и применения биостимуляторов роста и развития растений содержащих гуминовые вещества в условиях Украины.

## **THE PRODUCTION AND USE OF BIO-STIMULANTS OF GROWTH AND DEVELOPMENT PLANTS IN UKRAINE.**

**KOLISNYK N.M, SENDETSKAYA A.V.**

Association "Bioconversion", Ivano-Frankivsk (Ukraine)  
vermos2007@ukr.net

Highlights the results of the production and use of bio-stimulants of growth and development of plants containing humic substances in Ukraine.

Современным направлением повышения качества и урожайности продукции растениеводства является внедрение в сельскохозяйственное производство высоких энергосберегающих технологий с применением регуляторов роста растений.

Регуляторы роста растений - это природные фитогормоны, их искусственные аналоги или композиционные препараты, которые содержат сбалансированный комплекс фиторегуляторов, биологически активных веществ, микроэлементов, позволяющих целенаправленно регулировать важнейшие процессы роста и развития растений, эффективно реализовать потенциальные возможности сорта или гибрида, заложенные в геноме природой, селекционным или генно-инженерным процессом.[ 1 ]



С учетом возрастания цен на энергоносители, регуляторы роста становятся одним из наиболее эффективных элементов энергосберегающих технологий, особенно при совместном применении с хелатными формами микроудобрений, с бактериальными препаратами. Установлено положительное влияние регуляторов роста на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, в том числе усиление развития фосформобилизирующих бактерий, различных азототрофов, клубеньковых бактерий, симбиотических грибов, увеличение фосфатозной активности и антибиотического потенциала почвы. [ 2 ]

Сегодня в Украине зарегистрировано и разрешено для применения 116 регуляторов роста, из них лишь 18 регуляторов на гуминовой основе, которые и получают из биогумуса, торфа, сапропеля, бурого угля и др.

Учеными и специалистами ассоциации «Биоконверсия», учитывая мировой опыт, на основе биогумуса (вермикомпоста) разработано технологию получения методом кавитации биостимуляторов роста растений «Вермистим», «Вермистим-К», «Вермисапро», биодеструктор «Вермистим-Д».

В 2009г., по усовершенствованной технологии, ЧП «Биоконверсия» начало производство биостимуляторов нового поколения «Вермибиомаг» и «Вермийодис», которые в условиях экономического кризиса, подорожания минеральных удобрений, пестицидов, топлива, нашли широкое применение.

«Вермибиомаг» - жидкое органическое удобрение-биостимулятор, изготовленное на основе «Вермистима» с добавлением мезоэлементов природного происхождения. В его состав входят все компоненты вермикомпоста в растворенном и активном состоянии: гуматы, фульвокислоты, аминокислоты, витамины, природные фитогормоны, ростактивирующие вещества, а также более 50 различных микро-, макроэлементов и мезоэлементов, в том числе до 4% магния (элемента который является основой фотосинтеза), 1,5-2,5% азота, 2,5-3,5% калия, 1,2-1,5% фосфора. Биостимуляторы содержат кальций, бор, молибден, медь, цинк, железо, селен, литий, бром и споры почвенных организмов, чего отсутствует в большинстве предлагаемых на рынке стимуляторов, а «Вермийодис» - еще и биологически активный йод. [ 3 ]

Технологией их применения предусмотрено предпосевная обработка семян биостимуляторами "Вермистим" (8-10 л/т) и двухразовое опрыскивание растений "Вермибиомаг" (6-8 л/га) или «Вермийодис» (4-5 л/га) в период вегетации растений.

Предпосевную обработку семян проводят одновременно с протравливанием озимых и ярых зерновых, кукурузы, подсолнечника, картофеля, овощных и других культур "Вермистимом" (8-10 л/т)

Обработку вегетирующих растений во время вегетации более эффективно проводить дважды:

- зерновых	-	начало	колошения;
раз			

- овощных - в фазе 3-4 настоящих листьев и в начале цветения;
- подсолнечника - в фазе 4 пар настоящих листьев и в начале формирования зачаточных корзинок;
- картофеля - одновременно с обработкой против колорадских жуков, повторно - перед началом цветения;
- сахарной свеклы - в фазе развития растений от смыкания листьев в рядках до смыкания между рядами;
- кукурузы – первый раз в фазе 3-5 листочков, второй – в фазе 7-11 листочков.
- гречихи - в фазе бутонизации и в начале цветения.

Обработку виноградников, плодовых и ягодных культур проводят в период вегетации 3-5 раз биостимулятором "Вермибиомаг» или «Вермийодис».

Технологией применения биостимуляторов также предусмотрено одноразовое или двухразовое опрыскивание растений в период вегетации в баковой смеси с минимальными дозами удобрений (аммиачной селитрой 7-8 кг/га, карбамидом 10-15кг/га, сульфат аммония или КАСом 10-12кг/га,).

Питательные вещества, которые являются составными биостимуляторов «Вермибиомаг» и «Вермийодис», нанесенные на листовую поверхность, быстро поглощаются, проходят тот же путь синтеза, что и элементы, которые поступают в растение через корневую систему, но в 5-8 раз быстрее.

Микроэлементы в хелатной форме, входящих в состав биостимуляторов, активизируют основные процессы прорастания семян, гидролиз запасных белков, жиров, углеводов, окислительно-восстановительные реакции. Это способствует развитию в растении прочной, разветвленной, особенно вторичной корневой системы, выработке специфических функциональных протеинов, которые значительно увеличивают ее сопротивление к стрессовым условиям выращивания, таких как засуха, высокая температура, снижают токсическое влияние гербицидов и их последствие, повреждения вредителями, ветром, градом, поражения болезнями, включая вирусные.

В зоне корневой системы улучшается развитие необходимых растениям экологотрофических групп почвенных микроорганизмов, уменьшается пораженность растений основными болезнями, повышается накопление сахара в растениях на 20-25%, увеличиваются показатели фотосинтетической деятельности растений на 12-30%, что в результате обеспечивает прирост урожая на 10-35%.

При применении препаратов, отмечено их высокое фунгицидное и бактерицидное действие обусловленное наличием бактериостатических белков, выделяемых сапрофитной микрофлорой кишечника дождевого червя в процессе вермикюльтивирования. Это позволяет уменьшить внесение фунгицидов и инсектицидов.

Биостимуляторы «Вермибиомаг» и «Вермийодис», при лиственной подкормке растений в баковой смеси с минеральными удобрениями, обеспечивают 85-90% усвоения растением азота, по сравнению с 30-40% усвоению его через корневую систему из удобрений внесенных в почву, что позволяет снизить затраты на азотные удобрения вносимые под предпосевную культивацию в 2-3 раза.

В хозяйствах Одесской, Ивано-Франковской, Житомирской, Киевской, Кировоградской и др.. хозяйства биостимуляторы удобрения обеспечили прирост урожайности зерновых 5-8 ц/га, рапса 4,2-6,4 ц/га, сои 5,2-7,3 ц/га, кукурузы на зерно 17-21 ц/га.

Так в Одесской области ежегодно биостимуляторы роста применяются в более 80 хозяйствах. В 2013г. они применены на площади 4000 гектаров в ООО «Шампань Украины» и на площади 6000 гектаров в агрофирме «Бургуджи» Арцизского района.

В фермерском хозяйстве «Богдан и К» Снятинского района Ивано-Франковской области (предгорье Карпат) где на бедных прикарпатских дерново-подзолистых почвах на всех площадях применяют технологию, которая предусматривает предпосевную обработку семян биостимуляторами «Вермистим» (8-10 л/т) и двукратное опрыскивание «Вермибиомаг» (7-8 л/га) или «Вермийодис» (4-6 л/га) в баковой смеси с карбамидом (8-15 кг/га) получают прирост урожайности озимых зерновых 7-10 ц/га, рапса и подсолнуха (5-6 ц/га), кукурузы на зерно (17-21 ц/га), в 2011г, с каждого гектара собрано по 117,1 ц/га кукурузы на зерно, в 2012г, (засушливом) и при двух градобоях получено с площади 500 га по 81 ц/га кукурузы на зерно, с каждого гектара получают по 5820-7892 гр. (728-987 дол.США) чистой прибыли при рентабельности 142,6-161,5%.

Биостимуляторы нового поколения во всех регионах Украины используются в органическом земледелии в сертифицированных фермерских хозяйствах на дачных и приусадебных участках.

Таким образом, применение биостимуляторов-удобрений «Вермистим», «Вермибиомаг» и «Вермийодис» обеспечивает прирост урожая, позволяет уменьшить внесение фунгицидов и инсектицидов и затраты на минеральные удобрения. В Украине и странах СНГ аналогов этим препаратам нет.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что применение биостимуляторов нового поколения «Вермистим», «Вермибиомаг» «Вермийодис» для предпосевной обработки семян и опрыскивание растений во время вегетации способствует повышению энергии всхожести семян, развитию прочной корневой системы, стимулирует рост и развитие растений, увеличивает содержание в почве легкодоступных веществ, усиливает процессы дыхания, питания, что обеспечивает значительный прирост урожайности сельскохозяйственных культур с высоким экологическими показателями.

При внедрении в Украине технологии применения биостимуляторов «Вермистим», «Вермибиомаг» и «Вермийодис» при выращивании кукурузы, озимых и яровых зерновых только на трети площадей задействованных под этими культурами, позволит увеличить производство зерна на 1,5 – 2,0 млн. тонн в год.

### **Литература.**

1. Анишин П.А. Технология применения регуляторов роста растений в земледелии МНТУ «Агробиотех», Киев, 2006 с. 1-12.
  2. Мельник И.А. Экологично чистые продукты для сельскохозяйственных культур. Изд. «НВ Мисто», Ивано-Франковск, 2011 с. 18.
  3. Колисник Н.М. Применение биостимуляторов-удобрений нового поколения в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Сборник научных работ «Механизация, экологизация та конвертация биосырья в животноводстве», выпуск 2, Запорожье, 2011 с. 149-156.
- 

УДК 573.6: 595.142.59

## **ВЕРМИКУЛЬТУРА: ТЕХНОЛОГИИ РЕЦИКЛИНГА БЫТОВЫХ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ОРГАНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**

**ТИТОВ И.Н.**

Владимирский государственный университет, г. Владимир, Россия;  
tit42@mail.ru

## **VERMICULTURE; TECHNOLOGY OF RECYCLING DOMESTIC, AGRICULTURAL AND INDUSTRIAL ORGANIC WASTES**

**TITOV I.**

Vladimir State University, Vladimir, Russia; tit42@mail.ru

Review. Discussed almost all famous in the world of technology of vermicomposting domestic, agricultural and industrial organic wastes to assess their strengths and weaknesses.

**Key words:** vermiculture; vermicomposting; organic wastes recycling

Обзор. Описаны практически все известные в мире технологии вермикомпостирования бытовых, сельскохозяйственных и промышленных органосодержащих отходов с оценкой их преимуществ и недостатков.

**Ключевые слова:** вермикультура; вермикомпостирование; рециклинг органических отходов

За более чем полувековой период применения вермикультуры в разных странах мира было использовано множество различных технологий для переработки органосодержащих отходов и выращивания биомассы компостных червей. Однако только в последние два-три десятилетия годы значительный потенциал использования компостных червей в системах переработки органических отходов для получения вермикомпостов был изучен более глубоко и стал основой для вермииндустрии в некоторых странах мира (Edwards и Neuhauser, 1988). На основе многочисленных научных исследований по биологии, биохимии, молекулярной биологии и генетике дождевых червей были разработаны совершенно новые и уникальные технологии вермикультивирования и вермикомпостирования, которые произвели настоящую революцию в области вермикультуры (Титов, 2012).

К настоящему времени хорошо известны, широко применяются и представляют большой интерес как самые простые технологии, требующие больших затрат человеческого труда, так и полностью автоматизированные системы, которые должны обслуживаться оператором. К сожалению, в России до сих пор распространены старые и относительно низкоэффективные вермитехнологии. Цель этого аналитического обзора состоит в описании практически всех известных в мире вермитехнологий с оценкой их преимуществ и недостатков.

Из общего числа 4 400 известных и описанных к настоящему времени видов земляных или дождевых червей, детальным экологическим исследованиям были подвергнуты не более 20 видов (Blakemore, 2005). Из них в качестве вермикультуры в разных странах мира используется широко для различных целей только 10-12 видов, главным образом, это поверхностно-обитающие компостные черви-эпигеики. Они очень активны в вермикультуре и быстро поглощают большие количества органических отходов, находящихся близко у поверхности вермисистемы. Критическим моментом для успешного вермикомпостирования является то, что необходимо регулярно добавлять органические отходы на поверхность тонкими слоями через короткие интервалы так, чтобы любое нагревание в результате активности термофильных микроорганизмов, которое может происходить, не стало чрезмерным и опасным для компостных червей. При умелом обслуживании вермисистемы это выделяемое тепло может способствовать активной деятельности дождевых червей в более холодные периоды в странах с умеренным климатом (Edwards, 2011).

Имеются следующие типы вермисистем: бурты (грядная технология), лежа, контейнеры и автоматические реакторы непрерывного действия. Каждый тип вермисистемы имеет много вариантов. Вермисистемы статичные – это, когда подготовленный базовый субстрат и кормовой субстрат смешиваются, компостные черви заселяются и вся система оставляется до тех пор, пока процесс вермикомпостирования не завершится. Вермисистемы непрерывного действия – это такие, в которых компостных червей после заселения в базовый субстрат регулярно подкармливают и новые порции кормового субстрата добавляют на поверхность, а конечный продукт регулярно удаляется из вермисистемы (Титов, 2012).

Для того чтобы выбрать подходящую систему и технологию вермикомпостирования необходимо учитывать следующие факторы:

- количество и тип органосодержащих отходов (сырья), которые должны подлежать переработке;
- объем финансирования;
- месторасположение вермисистемы;
- климат и метеоусловия;
- имеющееся оборудование, необходимое для переработки органических отходов;
- наличие дешевой рабочей силы.

Самые крупные предприятия по вермикомпостированию находятся, как правило, вблизи больших животноводческих ферм и способны перерабатывать большие объемы органических отходов различного происхождения. Мелкие вермисистемы вынуждены или покупать органические отходы, или затрачивать деньги на их транспортирование. Домашние системы вермикомпостирования могут находиться либо в квартире и доме, либо вне дома, в гараже, на садовом участке.

Основной принцип всех систем вермикомпостирования основан на добавлении органических отходов через короткие и регулярные интервалы времени в измельченном виде тонким слоем на поверхность этой системы, что позволяет компостным червям перемещаться к ним, поглощать их и переваривать. Компостные черви будут всегда продвигаться, собираться и концентрироваться в верхнем слое органических отходов, который имеет толщину 10-15 см, и продолжать продвигаться постоянно вверх, так как каждый следующий слой органического корма регулярно добавляется. Многие из операций технологии вермикомпостирования могут быть механизированы и автоматизированы. Но необходимо соблюдать разумный баланс между стоимостью автоматизации и механизации процессов вермикомпостирования и стоимостью использования рабочей силы для достижения того же результата. Ключевой момент - это максимальная продуктивность по конечному продукту вермикомпосту при самой высокой скорости размножения компостных червей и поддержании оптимальных параметров аэробности, влажности и температуры в поддерживающем субстрате и избегать использования

органических отходов с чрезмерными количествами аммиака и солей. Добавление органических отходов тонким слоем позволяет избежать перегрева системы, но этого достаточно, чтобы поддерживать оптимальную температуру для роста компостных червей в холодные зимние периоды (Edwards, 2011a).

Практически любые виды бытовых сельскохозяйственных, муниципальных или промышленных органосодержащих отходов могут использоваться для вермикомпостирования, но для некоторых, возможно, понадобится некоторая предварительная обработка перед использованием, чтобы сделать их приемлемыми для компостных червей. Такие предварительные обработки могут включать промывку, предварительное компостирование, измельчение или смешивание с органическим веществом. Смесь нескольких различных видов отходов может быть переработана более эффективно, чем однотипные отходы, так как легче поддерживать аэробные условия при оптимальном уровне влажности и, как правило, получается более качественный конечный продукт.

**Система буртов (вермибуртов) или грядная технология** вермикомпостирования (английский термин «windrow vermicomposting system») – это давний и традиционный низкотехнологичный метод средне- и крупномасштабного вермикомпостирования органических отходов (Морев, 1990; Дереневский и др., 1994; Edwards, 2004). Вермикомпостирование в вермибуртах или вермигрядах может осуществляться самыми различными способами.

Стационарные бурты или гряды – это просто кучи из органических отходов различной высоты, ширины и длины, содержащие смесь базового субстрата с кормовым субстратом, которые заселяют вермикультурой. Эта система вермикомпостирования обязательно требует, чтобы созданные бурты укрывались от прямого солнечного света. Для этого в регионах с жарким климатом используются навесы или их располагают в отапливаемых помещениях в зимние периоды сезона в регионах с холодным климатом. При закладке нового бурта на твердый ровный пол наслаивают слой (основание или подушку) из предварительно подготовленного базового субстрата высотой 10-15 см и шириной от 0,6 до 2,5 м, что позволяет регулярно обслуживать их для подкормки или увлажнения, а также контролировать температуру, влажность и значение pH субстрата. Но они не должны иметь высоту более 1,0-1,2 м. Это для того, чтобы обеспечить хорошие условия для жизнеобитания популяции компостных червей. Длина буртов менее всего важна и зависит только от размеров площадки и помещения, где их размещают.

Систему стационарных буртов можно использовать как в помещениях, так и вне помещений, но такая система требует большой площади земли или больших помещений. Кроме того, в северных широтах во время зимы такой способ достаточно сложно и дорого применять. В летний период имеется большая опасность вторичного обсеменения семенами сорных растений, если бурты размещаются вне помещений, что резко снижает ценность конечного

продукта вермикомпоста. Получить вермикомпост отдельно без компостных червей достаточно сложно, так как при больших объемах перерабатываемых органических материалов необходимо использовать специальный сепаратор или вермикомбайн (устройство для отделения компостных червей и их коконов от вермикомпоста).

При использовании системы стационарных буртов необходимо отделять биомассу компостных червей – продуцентов вермикомпоста от конечного продукта вермикомпостирования с помощью специального сепаратора или подготовить новые бурты, чтобы в них компостные черви могли мигрировать из переработанных буртов.

Бурты нежелательно размещать на почве, чтобы не загрязнять вермикомпост землей при сборе вермикомпоста-сырца. Эта технология имеет два преимущества: низкие капитальные затраты и простое обслуживание. Такие системы требуют больших площадей земли для крупномасштабного производства биомассы компостных червей и вермикомпоста и являются относительно трудоемкими, даже когда машины используются для того, чтобы добавить органические отходы на вермиложа или собрать вермикомпост. Еще более важно то, что система вермигряд перерабатывает органические отходы относительно медленно, процесс продолжается от 6 до 18 месяцев, чтобы переработать слой отходов 45 см глубиной, особенно тогда, когда зимы являются холодными. В течение такого длительного периода вермикомпостирования, как правило, происходят существенные потери питательных веществ для растений в конечном продукте в результате улетаживания или выщелачивания.

Главный недостаток - это трудность в сборе урожая конечного продукта вермикомпоста от компостных червей. Для этого необходимо сепарировать все содержимое буртов с помощью барабанного сита или другим способом, чтобы отделить компостных червей от вермикомпоста. Таким образом, начальные издержки капитала, кроме стоимости земли и помещения, являются низкими, трудовые затраты высокие, а скорость переработки отходов очень низкая.

Система вермикомпостирования в стационарных буртах до сих пор широко используется в условиях сурового российского климата. Так, например, имеется большой практический опыт полевого круглогодичного вермикомпостирования в условиях резко континентального климата Западной Сибири. Было показано, что в условиях длительных зим с устойчивыми морозами при значительной мощности снежного покрова экономически выгодно и экологически целесообразно осуществлять вермикомпостирование непосредственно на паровом поле, нуждающееся в биологической рекультивации (Чичерин, 1994; Терещенко, 2001). Для зимнего содержания нарастающего поголовья компостных червей создаются специальные, увеличенные в размерах и укрытые соломой бурты, в которых обеспечивается и необходимый запас корма для популяции компостных червей на всю зиму, и



удовлетворительные условия для жизнедеятельности и даже воспроизводства червей, так как температура внутри бурта зимой не опускается ниже +6° С.

Весной бурты вскрываются и трансформируются в бурты оптимальных размеров, которые используются для получения вермикомпоста и воспроизводства компостных червей либо для внутренних потребностей самого производителя, либо в коммерческих целях. Непереработанные компостными червями остатки буртов (как правило, их нижние слои), но претерпевшие преобразование за счет компостирования, могут использоваться в качестве органического удобрения на полях. На следующий год вермикомпостирование перемещается на соседнее поле, которое отводится под пар, а прошлогоднее поле, после проведения на нем вермикомпостирования, отвально запахивается и используется под выращивание конкретной сельскохозяйственной культуры. Таким образом, в результате планомерного применения технологии круглогодичного вермикомпостирования происходит последовательная пространственно-временная биологическая рекультивация пахотных земель, что особенно важно с агрономической точки зрения для нечерноземной зоны России.

Несмотря на то, что зимой уменьшается скорость и эффективность вермикомпостирования по сравнению с таковой в закрытых и отапливаемых помещениях, это позволяет максимально снизить капитальные затраты. Подобные бурты могут быть установлены на фермах, используя навоз животных, силос и другие высокоуглеродистые материалы в качестве базовых субстратов и смешивая их с кормами, содержащими азотсодержащие вещества, такими, как помет домашней птицы, морские водоросли или частично предварительно компостированные пищевые отходы. После создания буртов популяции компостных червей может быть поддержаны и увеличены с помощью создания рядом нового бурта из свежего базового субстрата, в который из прошлогоднего бурта будут перемещаться компостные черви в течение лета. Прошлогодний бурт может быть удален для дальнейшей переработки, а вермикомпост используется сразу или оставляется для использования до следующей весны.

В регионах с чрезвычайно холодными зимами можно защитить бурты от промерзания, покрывая их соломенными матами или другим теплоизолирующим материалом. Конечно, это требует больше работы, но в комбинации с кормовым субстратом, содержащим много азотистых веществ, это может работать весьма хорошо даже и в холодные зимы.

**Клиновое вермикомпостирование** (английский термин — «wedge vermicomposting system») была разработана в Великобритании К.Эдвардсом и его коллегами из Ротамстедской станции в содружестве с другими специалистами из Национального института сельскохозяйственного машиностроения (Edwards и др., 1985) и является модификацией системы стационарных вермибуртов, описанной выше. При ее использовании требуется существенно меньшая рабочая площадь, а также она более проста и

эффективнее для производства вермикомпоста, так исключается необходимость в отделении биомассы компостных червей от вермикомпоста-сырца. Особенность этой технологии основана на регулярном добавлении тонких слоев (5-10 см) органических отходов на базовый субстрат с вермикulturой, имеющий треугольную форму с наклоном  $45^\circ$  от вертикального сменного барьера. Система клина может быть любой ширины или длины, но должна быть ограничена в высоте (не более 1, 2 м) для простоты обслуживания. Она должна располагаться на бетонном полу или на какой-либо твердой поверхности. Стартовая популяция компостных червей в базовом субстрате помещается между стенками типа загона с тремя сторонами, торцевая сторона которого является тем самым сменным барьером. Наличие стенок загона обеспечивает ряд преимуществ, включая термоизоляцию базового субстрата зимой и влагоудерживание, поэтому клиновую систему вермикомпостирования можно назвать как систему трехстороннего короба или загона.

Органические отходы наслаиваются послойно до тех пор, пока не сформируются бурты с углом наклона в  $45^\circ$ . Бурты могут размещаться в закрытых помещениях и вне их на открытых площадках, но в последнем случае необходимо накрывать их брезентом, специальной пленкой или слоем компоста, чтобы избежать потери питательных веществ за счет их выщелачивания. Для того чтобы получились бурты шириной от 1 до 3 м в ширину, используется фронтальный буртоукладчик. Длина буртов может быть ограничена только размерами участка земли или помещения.

Компостные черви мигрируют быстро из базового субстрата стартового бурта в слои свежего кормового субстрата, а затем из этого полностью переработанного слоя органических отходов в свежий слой корма и, таким образом, собираются на поверхности клина бурта. Вся популяция взрослых червей находится, главным образом, в слое толщиной 15-20 см. Через определенное время (например, через 1-2 месяца), когда клиновая поверхность бурта сместится на расстояние около 1 м, сменный барьер убирают, переработанную массу вермикомпоста-сырца можно удалить на переработку, а сменный барьер перемещают на расстояние около 1 м. В отобранном вермикомпосте-сырце практически не будет компостных червей, так как вся популяция находится в противоположной зоне клина. Переработка органических отходов в системе клина занимает приблизительно 3-4 месяца.

Свежий корм добавляется регулярно согласно графику кормления с четвертой открытой стороны, которая имеет угол наклона около  $45^\circ$ , обычно, с помощью фронтального погрузчика. Практически вся популяция взрослых особей компостных червей перемещается в слой свежего корма, оставляя за собой уже переработанный материал. Когда борт достигнет противоположного конца рабочей площадки, можно конечный продукт собрать, удалив заднюю стенку загона, с помощью фронтального погрузчика. Операция по добавлению свежих порций корма повторяется, но движение бурта клиновой системы изменяется на  $180^\circ$ , то есть на противоположное направление.

Используя эту технологию, популяция компостных червей не должна отделяться от вермикомпоста, а процесс может быть продолжен неопределенно долго. Во время самых холодных месяцев теплоизолирующий слой сена или соломы может быть помещен на активно работающую часть клина. Такие загоны могут быть любой ширины, что зависит от размера площадки или помещения, и единственное ограничение является доступность оператору активно работающей зоны клиновой системы вермикомпостирования для контроля и корректирующих операций уровней значения pH и влажности субстрата. Ширина загона около 1, 8 м является идеальной. Идеальная длина загона будет зависеть от вида перерабатываемого материала, численности популяции компостных червей и других факторов, влияющих на продолжительность переработки органических отходов.

Клиновая система при равных условиях на единицу вермипродукции обладает достоинствами по сравнению с системой статичных вермибуртов, так как требуется меньше производственных площадей, предотвращается слеживание нижних слоев вермикомпоста-сырца, благодаря горизонтальной миграции компостных червей.

**Система «самоперемещаемых» буртов.** Данная система вермикомпостирования - это усовершенствованная модификация клиновой системы вермикомпостирования, которая была разработана профессором К.Эдвардсом из Университета штата Огайо (Колумбус, США). Данная система вермикомпостирования объединяет в себе известные фермерские технологии с новыми технологиями для того, чтобы перерабатывать и биоконверсировать большие объемы разнообразных органических отходов в вермикомпост. Преимущество этой технологии состоит в том, что использование ее позволит экономить фермерам и время, и деньги без потери и снижения качества конечного продукта вермикомпоста. Технология проста и требует минимального обучения. Затраты на старт технологии минимальны. Биоконверсия органических отходов в вермикомпост происходит в естественных условиях и относительно за короткий промежуток времени.

Технология основана на основном инстинкте дождевых червей - взрослые особи постоянно мигрируют в зону, наиболее комфортную для их обитания, то есть туда, где имеются достаточные количества качественного пищевого субстрата, а также где оптимизированы температурные параметры, оптимальные уровни аэрации, значений pH окружающей среды и влажности. В такой зоне происходит накапливание и концентрирование взрослых особей червей до максимально возможной плотности популяции и она становится сверх активно работающей в зоне бурта, где происходит более быстрая и более полная переработка органических веществ в конечный продукт - вермикомпост.

В статичных (неподвижных) вермибуртах подкормка компостных червей осуществляется наслаиванием кормового субстрата сверху. Черви

перемещаются вслед за кормом снизу вверх в вертикальном направлении. По мере увеличения высоты бурта происходит уплотнение его нижних слоев, что приводит к дефициту кислорода и избыточной влажности в нижних слоях вермикомпоста. В бурте возникают, так называемые «мертвые» анаэробные (практически «бескислородные») и переувлажненные зоны, что отрицательно сказывается на качестве конечного продукта.

Система «самоперемещаемого» вермибурта способствует устранению этого недостатка. Для чего в данной технологии вермикомпостирования предлагается производить подкормку технологической популяции компостных червей и увлажнение базового и кормового субстратов только с одной боковой стороны сформированного бурта, заставляя популяцию взрослых компостных червей, как и в клиновой системе, двигаться в горизонтальном направлении. Первоначально, из предварительно ферментированного органического субстрата готовят базовый субстрат, из него на бетонированном полу устраивают основание (подушку) будущего вермибурта, т.е. слой базового субстрата шириной 0,6-2,4 м и высотой 15-20 см. Длина такой подушки из ферментированного органического материала лимитируется длиной площадки для вермикомпостирования или длиной крытого отапливаемого помещения.

Затем данный субстрат заселяется популяцией компостных червей вида *Eisenia fetida* из расчета 0,3 кг (1 500 особей) на м<sup>2</sup>. Через 7-10 дней наслаивают сверху кормовой субстрат слоем в 7-10 см и увлажняют. Эти операции повторяют регулярно до тех пор, пока высота бурта не достигнет 60-90 см. С этого момента наслаивание подготовленного ферментированного кормового субстрата для компостных червей и увлажнение осуществляют только с одной стороны сформированного стационарного бурта. Подкормку вермиккультуры начинают наслаиванием кормового субстрата раз в 2-3 дня слоем толщиной до 5-7 см только с одной стороны. Увлажнение бурта осуществляется также только со стороны, на которую наслаивают свежий корм. Практически вся популяция взрослых половозрелых особей компостных червей перемещается поперек бурта в горизонтальном направлении в зону свежей, влажной и аэрируемой подкормки. В данной зоне, имеющей толщину 15-20 см концентрация червей, перерабатывающих органику, достигает максимально возможного уровня для промышленной популяции червей (до 350 тысяч особей/м<sup>3</sup>).

Это приводит к созданию, так называемой активно работающей зоны вермикомпостирования. Для поддержания оптимальных условий (аэрация, температура и влажность) для культивирования дождевых червей в данной зоне накрывают эту активно работающую зону (одну сторону бурта) нетканым материалом. В результате такого одностороннего наслаивания и увлажнения корма на сформированный бурт происходит его одностороннее наращивание и продвижение. Противоположную сторону бурта освещают слабым светом и обдувают током теплого воздуха с помощью вентиляторов. Это способствует более полному «изгнанию» червей

и частичному подсушиванию слоя переработанного субстрата, содержащего копролит компостных червей. Таким образом, при постоянном насаивании свежей и увлажненной подкормки для компостных червей на одну из сторон бурта при одновременном отбирании переработанного субстрата с противоположной стороны происходит перемещение самого бурта в одном направлении, то есть вермибурт из стационарного превращается в медленно смещаемый (подвижный) в пространстве «самоперемещаемый» или «шагающий» вермибурт.

Горизонтальное перемещение биомассы компостных червей в субстрате бурта вслед за свежим кормом по сравнению с вертикальным перемещением имеет следующие важнейшие преимущества:

- многократное увеличение биомассы компостных червей;
- возможность увеличить высоту вермибурта до 1 м без риска дефицита кислорода;
- возможен отбор слоя вермикомпоста-сырца, который «самоосвобождается» от биомассы компостных червей.

Данная технология не была запатентована до последнего времени ни в одной стране мира. Но эта система вермикомпостирования была адаптирована к российским условиям и запатентована в России (Конин и др., 2004).

**Система лежа, или вермилежа** (английский термин – «bed vermicomposting system») заключается в том, что вермикультура находится заключенной в 4-х стенках, чем отличается от клиновой системы с тремя стенками, а подкормка вермикультуры происходит подачей корма сверху. Лежа располагают обычно на полу или земле, но часто внутри необогреваемого здания, типа сарая. Вермиложе может иметь изолированные стенки из дерева, бетонных блоков, полого кирпича и других материалов. Соломенные блоки, как и в других устройствах, могут использоваться для того, чтобы утеплить лежа в зимнее время. Если лежа являются довольно большими, то они должны быть защищены от ветра и осадков простыми мешками или соломенными матами. Кроме того, базовый субстрат в зимний период должен содержать достаточные количества азотсодержащих веществ. Это позволяет увеличивать промежутки времени между операциями подкормки.

Площадки, отведенные под вермикомпостирование, в системах соответствующим образом оборудуют. Например, в крупных американских хозяйствах к ним обычно подводят воду и свет. Все расчеты, связанные с устройством гряд, кормлением червей, уходом за ними, сбором вермипродукции, выполняют со ссылкой на так называемое стандартное ложе размером 2 x 1 x 0,4 м или площадью 2 м<sup>2</sup>. Максимальный объем при полном заполнении вермилежа составляет при полном его заполнении 0,8 м<sup>3</sup>. На одном гектаре возможно разместить около тысячи таких лож (Ferruzzi, 1984). При всех подсчетах для определения производительности, кормления, размножения и т.д. принято исходить из того, что стандартное ложе содержит

100 000 компостных червей на разной стадии развития. Одно такое ложе может производить ежегодно до 1-1,2 тонны вермикомпоста и до 30-50 кг биомассы компостных червей.

В боковых стенках ложа, сделанных из досок, нет необходимости заделывать образующиеся между досками щели – лучше будет аэрация базового субстрата. Если расстояние между боковыми сторонами составляет 2 м, то через каждый 1 м делаются продольные перегородки из досок. Длина ложа может вне помещений достигать 50 м. Для удобства обслуживания лож, между ними должно быть предусмотрены проезды для техники. Если ложа размещены в помещении с площадью, позволяющей использование техники, то как в начале, так и в конце рядов лож необходимо спланировать свободные места (площадки) для проезда и разворота механических средств.

Более усовершенствованной системой вермиложа стала, так называемая система ванны («batch vermicomposting system»). Эта система отличается тем, что торцовые стенки такого вермиложа-ванны являются съемными. Обычно такая технология используется вне помещения. На бетонированной площадке сооружаются из бетонных блоков боковые стенки высотой до 60-80 см. Расстояние между ними должно быть таким, чтобы во внутрь возможен был заезд специальной техники (фронтального трактора-погрузчика) для сбора биомассы компостных червей и вермикомпоста (Edwards, 2011b).

Длина таких устройств ограничивается только размерами рабочей площадки. Затем на дно площадки между боковыми стенками настилается слой предварительно подготовленного базового субстрата толщиной до 15 см. Торцовые стенки ставят на свои места и получается «ванна» в виде параллелепипеда. Базовый субстрат инокулируют вермикультурой по 10000 взрослых червей на 1м<sup>2</sup>. После ухода червей вглубь субстрата начинают регулярную подкормку сверху кормовым субстратом слоем по 5-7см и увлажнение. Когда вся ёмкость заполнится переработанным органическим субстратом, для сбора вермикультуры настилают слой свежего корма на всю поверхность вермиложа, удаляют одну торцовую стенку и с помощью ковша фронтального трактора-погрузчика снимают верхний слой корма вместе с компостными червями (около 10 см), который используют для инокуляции нового подготовленного вермиложа. Затем с помощью фронтального трактора-погрузчика выбирают весь вермикомпост до дна и перевозят на следующий технологический участок. Фронтальный трактор-погрузчик продвигается затем вглубь ложа на освободившееся место и операции по снятию верхнего слоя с вермикультурой и удалению вермикомпоста повторяют до тех пор, пока все содержимое ложа не будет разделено и выбрано, и перевезено на технологические участки для дальнейшей их переработки.

Недостатками данной системы вермикомпостирования являются:

- трудность поддержания оптимальной влажности субстрата;
- трудоемкость процесса;

- сбор вермикомпоста, свободного от компостных червей, не возможен без сепарации.

Одним из главных неудобств и недостатков системы буртов, лежа или ванн является то, что для их устройства и для осуществления вермикомпостирования требуются большие площади. Это также относится и к вермикомпостирующим системам клиновых или «самоперемещаемых» вермибуртов. Если все эти системы вермикомпостирования используются вне помещения на открытом воздухе, где место не столь дорого, как внутри различных помещений под крышей, то выращивание компостных червей в закрытом помещении или даже внутри не отапливаемого помещения является дорогим проектом.

**Ящичные системы вермикомпостирования** (английский термин «box vermicomposting systems») были подробно описаны Т. Барреттом для фермеров (Barrett, 1947) и Эппельхоф для школьников и садоводов (Appelhof, 1977). Для этого можно использовать деревянные или пластиковые ящики, коробки или корзины различного размера. Если одинаковые ящики, заполненные вермикультурой, поставить друг на друга, то такая этажерочная или штабелированная система вермикультивирования помогает решить проблемы площади и места, так как используется максимально объем используемого помещения за счет вертикального размещения вермикомпостирующих систем.

Ящики с вермикультурой не должны быть большими и тяжелыми, так как их необходимо снимать и перемещать вручную для обслуживания или использовать для этих целей грузоподъемник, когда они полностью заполнены влажным субстратом с вермикультурой. Принимая же во внимание масштабы производства и массу полностью заполненного ящика с влажным субстратом и вермикультурой, становится совершенно ясно, что ящичная система требует большого объема ручного труда. Использование для этих целей грузоподъемных средств сопряжено со значительными финансовыми затратами и нуждается в эффективном и рациональном техническом решении.

Вермикультуру в такой штабелированной системе необходимо подкармливать и увлажнять непрерывно и регулярно, а это требует постоянного и регулярного обслуживания и контроля. При масштабировании такой системы вермикультивирования или вермикомпостирования требуется серьезная технологическая разработка наиболее экономичной схемы всех операций: базовый субстрат должен быть предварительно подготовлен и смешан, затем помещен в ящики, потом в них заселяют популяцию дождевых червей, ящики устанавливаются друг на друга на определенный период времени и после завершения процесса вермикомпостирования их необходимо освободить от содержимого для сепарации и окончательной переработки вермикомпоста (Edwards, 1988).

Однако этот способ широко в настоящее время используется многими профессиональными производителями вермипродукции в Северной Америке и Канаде, особенно в зимний период. Для этого в конце осени подготовленный

базовый субстрат помещают в ящики, заселяют вермикультурой, добавляют кормовой субстрат (смесь коровьего навоза с измельченным картоном), увлажняют, штабелируют в неотапливаемом помещении и оставляют до весны (GEORG, 2004). Через 6 месяцев систему разбирали и собирали урожай вермипродукции. Вермикультура в такой системе не замерзала зимой, так как разлагающийся навоз выделял достаточное количество тепла внутри вермисистемы в первые месяцы зимы и поддерживал температуру значительно выше точки замерзания. За этот период весь заложенный органический органический материал был полностью переработан, а популяция компостных червей увеличивалась в три раза. Вермикомпост во всех ящиках был зрелым и высококачественным (Munroe, 2005).

Главный недостаток такой штабелированной системы при сравнении с буртовыми системами - это ее начальная стоимость, так как обязательным условием для реализации системы является наличие отапливаемого или неотапливаемого помещения, специальных ящиков, отдельного участка смешивания базового субстрата и корма, оборудование для поднятия, перемещения и штабелирования ящиков и разборки штабелей. При небольшом масштабе, конечно, это может все проделываться вручную. Имеется и другой существенный недостаток - это, когда наступает время сбора и сепарации вермипродуктов. Как и при использовании системы стационарных буртов компостные черви находятся в субстрате с конечными и промежуточными продуктами вермикомпостирования, которые должны быть отделены друг от друга. Для этого необходимо иметь специальный сепаратор барабанного или горизонтального типов или использовать другие способы для отделения компостных червей.

#### ***Домашние контейнерные системы вермикомпостирования.***

Контейнерные системы вер-микомпостирования в небольших масштабах для переработки и избавления от садовых отходов и домашних кухонных отходов (по английской терминологии «bin vermicomposting systems») широко используются в настоящее время в домах, школах и даже в тюрьмах в США, Канаде и Австралии. (Appelhof, 1997).

Для домашних систем вермикомпостирования можно использовать самые простые самодельные ящики или контейнеры. Такие устройства могут быть построены из необработанной древесины или можно использовать просто готовые пластмассовые контейнеры. Деревянный ящик использовать лучше, чем пластмассовый ящик при вермикомпостировании вне помещения. Однако деревянный контейнер менее удобен и более тяжёлый, чем пластмассовый контейнер. Самодельные пластмассовые контейнеры дешевле деревянных, но они имеют тенденцию накапливать избыток влаги.

Коммерческие компостеры, особенно разработанные для вермикомпостирования, могут быть куплены от многих производителей.



Большинство коммерческих вермиконтейнеров представляет собой пластмассовый контейнер крышкой и отверстиями для вентиляции и дренажа. В настоящее время во многих странах применяются специальные вермиконтейнеры, которые производятся и продаются многими зарубежными фирмами США, Канады, Австралии и Китая. Более того, использование гражданами таких домашних систем вермикомпостирования поощряется муниципальными властями, так как переработка на месте кухонных (пищевых) и других домашних отходов снижает количество вывозимого мусора на полигоны и свалки.

Они представляют собой широкий ряд от простых вермиконтейнеров с перфорированными крышками для аэрирования до более сложных коммерчески произведенных и продаваемых устройств этажерочного типа различных размеров, конфигурации и уровня сложности, обычно с сетчатым дном, что позволяет переработанному вермикомпосту проваливаться в нижний контейнер.

Они бывают круглой формы и такие контейнеры ставятся друг на друга, как у домашнего вермикомпостера Can-O-Worms, которые производятся корпорацией Triformis Corporation, или вермикомпостер прямоугольной формы Worm Factory, производимый в США компанией Nature's Footprint, Inc.

Вермиконтейнеры могут быть размещены внутри дома или снаружи. Люди, у которых имеются вермикомпостеры, размещают их во многих местах дома, в подвалах и гаражах. Они могут быть установлены даже в гостиной, на кухне, ванной, туалете и офисных помещениях.

Корпорация «МФК Точка опоры» (Москва) является первой российской компанией, которая стала рекламировать, продвигать и продавать в России для домовладельцев и садоводов уникальные системы компостирования и вермикомпостирования австралийской компании Tumbleweed для переработки и избавления от кухонных пищевых и садовых отходов. Австралийская компания Tumbleweed является мировым лидером, которая специально разработала несколько типов специальных компостеров для утилизации на месте образования органических отходов для садоводов и вермикомпостеров, которые можно использовать и в условиях загородного сада, и в домашних условиях. Используя компостеры и вермикомпостеры этой компании можно просто утилизировать садовые и кухонные отходы и получать высококачественные органические удобрения – компосты и вермикомпосты для своего сада и огорода (Титов, 2012).

Эти системы полезно использовать в школьных проектах для экологического образования и воспитания детей. Одним из примеров успешного использования технологии вермикомпостирования является опыт по переработке пищевых отходов в трех школах г. Бирмингема по программе Технологического инновационного центра. Пищевые отходы школьных завтраков и обедов предварительно обрабатываются препаратом эффективных микроорганизмов BOKASHI<sup>TM</sup> для ускорения процессов компостирования, а затем компостными червями в вермиконтейнерах. Эта работа выполняется уже

в течение нескольких лет самими школьниками под руководством учителей и студентов, поддерживается Агентством по защите окружающей среды и государственной ветеринарной службой Великобритании. Технология вермикомпостирования и вермикультура были представлены компанией Bubble House Worm Farming Enterprises. Целью этой программы являлось вовлечь детей, родителей и школьный персонал в этот образовательный и воспитательный проект (Thomas и др., 2007).

Каждая среднестатистическая городская семья из 3-4 человек ежедневно выбрасывает до 1/4 кг пищевых отходов. В Москве, например, это суммарно составляет до 750 т ежедневно, а в год - до 270 тыс. т органических отходов, пригодных для переработки компостными червями (Нефёдов и Трувелер, 2002).

Начинать можно с малого – с вермикомпостирования органических отходов дома и на садовом участке. Вермикомпостирование является одной из тех биотехнологий, которые доступны самым широким массам. Она проста и экономически привлекательна как для фермеров, так и для простых обывателей от школьников до пенсионеров. Для этого нужно немного:

- вермиконтейнер;
- компостные черви;
- субстрат для компостных червей с запасом корма на неделю;
- вода;
- овощные, фруктовые отходы кухни и другие растительные остатки.

Все виды органических материалов могут быть помещены в вермикомпостер, но наибольший успех может быть достигнут при использовании овощных и фруктовых отходов, чайной заварки и кофейной гущи (пакетики и фильтры хороши также). Кроме органики, червям необходимы и минеральные вещества. Особенно им необходим такой элемент, как кальций. Кальций можно добавлять в количестве около 0,5%. Источником его может быть гипс, мел, доломитовая мука. Прекрасным источником кальция является яичная скорлупа. Все минеральные компоненты необходимо предварительно размалывать в порошок. Хлебные корки должны быть увлажнены прежде, чем быть помещенными в вермикомпостер. Дробление или размол пищевых отходов рекомендуются, поскольку измельченные материалы расщепляются быстрее.

Для жилых многоэтажных зданий с мусоропроводом можно порекомендовать вермикультивирование в подвальных помещениях. В этом случае сбор пищевых отходов можно организовать, установив особые емкости около мусоросборника. Ежедневно в 16-ти этажном, 4-х подъездном доме (256 квартир) можно собирать до 64 кг пищевых отходов, переработка которых даст и вермикомпост, и живых компостных червей. Учитывая высокую стоимость того и другого, можно не только покрыть расходы по вывозу, сбору и переработке отходов, но и дать внушительную прибавку к зарплате дворников.

В городских микрорайонах можно устроить полупромышленную переработку органических отходов в башенных вермикультиваторах. Они занимают небольшую площадь, могут размещаться вблизи или на перерабатывающих предприятиях, дающих большие массы органических отходов. Это позволит отдельным микрорайонам города или крупным перерабатывающим предприятиям избавиться от затрат на обезвреживание органических отходов и затрат на вывоз мусора на свалки.

**Автоматические реакторы проточного типа.** Концепция вермикомпостирования органических отходов в режиме непрерывного или проточного действия (по английской тер-минологии это «continuous flow automated vermicomposting reactor systems») была разработана проф. Клайвом Эдвардсом и его коллегами в Великобритании еще в 1980-х годах (Edwards, 1995; 1998). С тех пор эта концепция была принята на вооружение и на ее основании были разработаны автоматизированные вермиреакторы несколькими американскими компаниями (Oregon Soil Corporation и Pacific Garden Company).

Полноразмерные реакторные системы непрерывного потока составляют в длину 40 м, ширину 2,4 м и состоят из модулей по 2,4 м на металлическом каркасе с фанерными или пластмассовыми боковыми стенками, специально обработанными для защиты от воздействия влаги. Вермикомпостирующая система непрерывного действия работает следующим образом. Компостные черви обитают в приподнятом на высоту 50-70 см над уровнем пола контейнере, обычно прямоугольной формы и шириной не более 3-х м. Длина такого вермиложа ограничивается только размерами помещения. Дно такого вермиложа представляет специальную сетку, на которую помещается базовый субстрат, который в свою очередь заселяется вермикультурой. Кормовой субстрат добавляется сверху, а конечный продукт удаляется через сетку основания такой коробки, обычно с помощью заслонки с гидравлическим приводом. Преимущество такой системы состоит в том, что компостные черви никогда не тревожатся в своем вермиложе, корм поступает регулярно сверху, биомасса дождевых червей мигрирует в кормовой субстрат.

Таким образом, вся популяция компостных червей проходит через весь органический слой биореактора, компостируемый микроорганизмами, поглощается и перерабатывается всей биомассой компостных червей, а конечный продукт совместной переработки микроорганизмами и компостными червями в виде вермикомпоста-сырца выходит снизу, просыпаясь через сетку в основании этой системы. Компостные черви вида *E. fetida* имеет тенденцию кормиться у поверхности вермиложа, а свои копролиты оставлять внизу на дне вермиложа. Способ, позволяющий проваливанию вниз на пол компостируемого материала, находящегося на дне вермиреактора, - это обычно ряд гидравлически включаемых «заслонок», которые двигаясь у сетки основания, разрушают нижний слой субстрата и

позволяют проваливаться переработанному субстрату через сетку вниз на пол (Holcombe и Edwards, 2002).

Один такой вермиреактор, имеющий рабочую площадь 1000 кв. футов (чуть более 90 м<sup>2</sup>), может перерабатывать 2-3 тонны в день органических отходов (Bogdanov, 1999). Такие реакторы функционируют успешно в Великобритании, США, Гонконге и Австралии в течение 12 лет (Edwards, 1998). Для максимальной и эффективной производительности такие вермиреакторы должны размещаться в закрытых отапливаемых помещениях.

Без сомнения, эта система автоматических реакторов непрерывного действия является самой эффективной из известных в настоящее время систем вермикомпостирования. Они, вероятно, представляют собой будущее коммерческого вермикомпостирования. Такие вермиреакторы обладают очень высоким потенциалом, когда обслуживаются соответствующим образом.

Стоимость и обслуживание такого вермиреактора равна стоимости биоферментатора, перерабатывающего подобные количества органических отходов с помощью термофильных микроорганизмов. Например, стоимость полностью автоматизированного вермикомпостирующего биореактора, вырабатывающего за год 1000 тонн вермикомпоста, составляет приблизительно 100 000 долларов США (Sherman-Huntoon, 2000).

Продолжительность обработки органических отходов в автоматизированном вермиреакторе составляет 30-45 дней. Эксплуатационные расходы на их обслуживание чрезвычайно низки, и после того, как система достигает равновесия она может управляться бесперебойно в течение многих лет. Капиталовложение может быть возвращено через 1-2 года. Считается, что у автоматических вермиреакторов проточного типа имеется намного более высокий экономический потенциал для производства высококачественных вермикомпостов при минимальных потерях материалов в результате выщелачивания или улетучивания. Они вермикомпостируют быстрее и намного эффективнее, чем при использовании вермиград, клиновой системы или вермилож.

**Автоматический высокоэффективный реактор непрерывного действия.** Эта необычная автоматизированная установка для сверхбыстрой переработки органических отходов была создана в 1997 году американской корпорацией Worm World Inc. (Windle, 2001). Эту систему правильнее назвать многоярусной конвейерной автоматической системой вермикомпостирования. Вермиложа находятся на поверхностях конвейерных полотен, которые располагаются в целях экономии пространства и площади друг над другом. Число таких вермилож зависит только от высоты помещения. Корм для компостных червей (пищевые отходы) подается из центрального бункера автоматически. Цикл процесса вермикомпостирования составляет всего 7 дней! Но рекомендуется цикл вермикомпостирования проводить в течение 2-3 недель. Этот процесс является непрерывным при постоянной подаче свежего

корма и ежедневным удалением вермикомпоста-сырца. Стоимость такого вермиореактора, располагающегося на площади всего 20 м<sup>2</sup> и перерабатывающего 1 тонну в сутки пищевых отходов, 40-50 тысяч долларов США. Вермикомпостеры этого типа работают в США Канаде, Австралии и Южной Корее.

Эта система имеет очевидные преимущества перед другими методами компостирования органических отходов:

- переработка органических отходов может осуществляться прямо на месте их получения;
- отсутствие потерь питательных веществ;
- отсутствие запахов при утилизации отходов;
- не требуется добавления в перерабатываемые отходы разрыхляющих компонентов;
- производственная площадь минимизирована;
- расходы на электричество для подачи воздуха и освещения минимальны;
- ручной труд исключен, так как процессы кормления, сбора и просеивания автоматизированы.

Все это позволяет снижать эксплуатационные расходы по сравнению с другими автоматизированными системами.

Система может быть использована для переработки коровьего навоза, медицинских отходов, осадков сточных вод и пищевых отходов. Вермиложе для компостных червей в системе Worm Gin представляет собой конвейерную ленту, на поверхности которой, фактически, и располагается само вермиложе. Толщина вермиложа не более 10 см и они располагаются поверх друг друга в целях экономии пространства. Две половины автоматизированной установки с закрепленными вермиложами расположены друг напротив друга, а корм подается из центрального бункера вниз по середине между ними. Процесс подкормки компостных червей происходит автоматически равномерно в каждом вермиложе обеих частей установки. По мере того как содержимое лож (субстрат с компостными червями) движутся сверху вниз, вермикомпост падает с их концов на конвейерные ленты и доставляется в сепаратор. Выделения компостных червей (вермикомпост) удаляются, а остатки смешиваются со свежим кормом, чтобы образовать питательную среду, в которой компостные черви живут и размножаются. Эта смесь из свежей подкормки и остатков субстрата, обогащенных микрофлорой, снова поступают в систему.

Преимущества процесса «Worm Gin» перед другими системами вермикомпостирования:

- исключен ручной труд, кормление компостных червей, сбор вермикомпоста и просеивание его автоматизированы;
- уменьшены затраты на электроэнергию;
- отсутствие выщелачивания;

- отсутствие слеживания;
- более эффективное использование площади и объема рабочего пространства.

**Заключение.** В настоящее время дождевые (компостные) черви являются наиболее известными и хорошо изученными почвенными животными, а технология вермикультуры теперь считается одним из приоритетных средств ведения экологически чистого сельскохозяйственного производства и переработки различных органических отходов. Эта инновационная биотехнология проделала полувековой путь от выращивания и продажи компостных червей для рыбацкой приманки до решения глобальных проблем крупномасштабной утилизации органических отходов и устойчивого развития сельского хозяйства. В некоторых странах мира она становится основой вермииндустрии.

Теперь после первой Зеленой революции внимание переключается от сельскохозяйственных систем, которые основаны на применении минеральных удобрений, агрохимикатов и пестицидов, к системам биологического земледелия, которые основаны на использовании компостированных органических материалов, то есть органических удобрений и биопрепаратов. Вермикомпостирование – это наиболее экологически безопасная и дружелюбная для окружающей среды биотехнология переработки и утилизации биodeградируемых органосодержащих отходов и превращения их в материалы с добавочной стоимостью.

Вермикомпостирование - одно из решений проблемы утилизации органических отходов. Оно может уменьшать объемы отходов на свалках и их негативное воздействие на окружающую среду из-за возможности утилизации биологических отходов в местах их образования. Оно также поощряет организации раздельного сбора и удаления отходов, что приводит к экономии на домашнем, местном, региональном, национальном, континентальном и даже мировом масштабах.

Вермикультура должна популяризироваться в сельских районах. Также необходимо повсеместно внедрять среди садоводов и огородников технологии переработки органических отходов с помощью вермикультуры. Это позволит превращать садовые и домашних органические отходы в органические удобрения и поможет каждому садоводу и огороднику выращивать на своем приусадебном участке безопасную для здоровья вкусную и ароматную продукцию без использования минеральных удобрений и агрохимикатов, так называемые «биоовощи» и биофрукты».

Тема вермикультуры должна быть включена в образование в рамках идей и проблем управления окружающей средой, формирования окружающей среды, защиты окружающей среды или санитарии. Эта технология должна стать тем инструментом, с помощью которого возможно будет очистить от органических загрязнений воду, землю и воздух.

Таким образом, современные вермитехнологии необходимо повсеместно пропагандировать и внедрять в нашей стране, так как - это здоровье почвы и растений, а, в конечном счете, и здоровье человека!

### Литература

*Дереневский С.П., Кащи П.З., Небельсин Г.П., Семенов А.И.* Грядная технология вермикультивирования (производство биогумуса). - С.-Пб. Гидрометеиздат: 1994. 232 с.

*Конин С.С., Титов И.Н., Лавров В.В.* Способ получения биогумуса. Патент РФ № 2 255 078 от 25.12.2002 г.

*Морев Ю.Б.* Искусственное разведение дождевых червей. Литературный обзор. - Фрунзе: ИЛИМ. 1990. 62 с.

*Нефёдов Г.Н., Трувелер К.А.* К экорециклингу через вермикомпостирование городских органических отходов // Материалы I Международной конференции «Дождевые черви и плодородие почв». Владимир, 21-23 ноября 2002 г., Владимир, 2002. с.76-78.

*Терещенко Н.Н.* Способ полевого круглогодичного вермикультивирования. Патент РФ № 2 204 900 от 06.06.2001 г.

*Титов И.Н.* Дождевые черви. Руководство в 2-х частях. Часть I: Компостные черви. М.: ООО «МФК «Точка Опоры». 2012. 284 с.

*Чичерин Г.М.* Способ полевого вермикультивирования. Патент РФ № 2 071 255 от 29.11.1994.

*Appelhof, M.* Worms Eat My Garbage. 2<sup>nd</sup> ed. Kalamazoo, MI: Flower Press. 1977. 163 p.

*Barrett, T.J.* Earthworms. Their Propagation and Use in Biological Soil-Building. The Earthmaster System. Earthmaster Publications. Roscoe, Calif. 1947. 59 p.

*Blakemore, R.J.A.* Series of Searchable Texts on Earthworm Biodiversity, Ecology and Systematics from Various Regions of the World. (eds.: N. Kaneko & M.T. Ito). COE Soil Ecology Research Group, Yokohama National University, Japan. 2005.

*Bogdanov, P.* Commercial Vermiculture: How to Build a Thriving Business in Redworms. Petros Publishing Company. 1999. 83 p.

*Edwards C.A.* Breakdown of animal, vegetable and industrial organic wastes by earthworms // In *Earthworms in Waste and Environmental Management*, ed. C. A. Edwards and E. F. Neuhauser, 21-31. SPB, the Hague, the Netherlands. 1988. pp 21-31.

*Edwards, C.A.* A historical overview of vermicomposting. *Biocycle*, 1995, June, 56-58.

*Edwards, C.A.* The use of earthworms in the breakdown and management of organic waste. In: Edwards, C.A. (ed.), *Earthworm Ecology*. St. Lucie Press, Boca Raton, FL. 1998.

Edwards, C.A. (ed.). Earthworm ecology, second edition. CRC Press LLC, 2004.

Edwards, C.A. Low-Technology Vermicomposting Systems // In: *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A.Edwards, N.Q.Arancon and R.Sherman, CRS Press, Taylor and Francis Group. 2011, pp 79-90.

Edwards, C.A. Medium- and High-Technology Vermicomposting Systems // In: *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A.Edwards, N.Q.Arancon and R.Sherman, CRS Press, Taylor and Francis Group. 2011, pp 91-102.

Edwards, C.A., Burrows, I., Fletcher, K.E., and Jones, B.A. 1985. The use of earthworms for composting farm wastes // In: *Composting of Agricultural and Other Wastes* (ed. J.K.R. Gasser), Elsevier, Amsterdam, the Netherlands. 1985, pp 229-242.

Edwards, C.A., Neuhauser, E.F. Earthworms in Waste and Environmental Management. SPB Academic Publishing, the Hague, the Netherlands. 1988.

Ferruzzi, C. Manuale del Lombricoltore. EDAGRICOLE. Bologna, Roma, Milano.1983. 121 p.

GEORG. Feasibility of Developing the Organic and Transitional Farm Market for Processing Municipal and Farm Organic Wastes Using Large-Scale Vermicomposting. Good Earth Organic Resources Group, Halifax, Nova Scotia. 2004.

Holcombe D.R., C.A. Edwards. Solids discharge device. Патент США US 2002/0144658 от 10.10.2002 г.

Munroe, G. Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture. Organic Agriculture Centre of Canada. 2005. [http://oacc.info/docs/vermiculture\\_farmersmanual\\_gm.pdf](http://oacc.info/docs/vermiculture_farmersmanual_gm.pdf)

Sherman-Huntoon, R. Latest developments in mid-to-large-scale vermicomposting // *Biocycle*. 2000, 41(11), p. 51-54.

Sinha R.K., D.Valani. Vermiculture Revolution. The Technological Revival of Charles Darwin's Unheralded Soldiers of Mankind. Nova Science Publishers Inc. 2011.

Thomas K., Popert S., Blanden J., L. Oporto. Use of a combined BOKASHI<sup>TM</sup> System and Vermicomposting to treat Food Waste from Educational Establishments // 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. 83.

Windle H.N. High efficiency vermiculture process and apparatus. Патент США US 6 223 687 от 01.05.2001 г.



## **ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОМПОСТА ИЗ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОТОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ**

**ГАНИН Г.Н., КИРИЕНКО О.А.**

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, Россия

Ganin@ivep.as.khb.ru

## **COMPOST PRODUCTION FROM SEWAGE SLUDGE WITH USE OF PHOTOTROPHIC BACTERIA**

**GANIN G.N., KIRIENKO O.A.**

Institute of Water and Ecology Problems FEB RAS, Khabarovsk, Russia

Приводятся результаты обогащения илодробинного компоста культурой фототрофных бактерий в процессе его приготовления. Благодаря симбиотическим взаимоотношениям фототрофных бактерий с органотрофными микроорганизмами компостной смеси ускоряется процесс деструкции и переработки органических отходов. Готовый компост обладает улучшенными агрохимическими качествами

The paper presents the results of mash compost enrichment with a phototrophic bacterial culture at its preparation stage. Owing to symbiotic relations of phototrophic bacteria with organotrophic microorganisms in the compost mixture the organic waste decomposition and recycling are accelerated. The finished compost has an improved agrochemical performance.

С агроэкологической точки зрения наиболее целесообразным видом переработки различных органомных целлюлозосодержащих материалов является компостирование. Компостирование – это, с одной стороны, утилизация отходов, а с другой - получение ценного органического удобрения для восстановления плодородия почв. Решаются одновременно как экологическая, так и экономическая задачи (Экологическая биотехнология, 1990). Благодаря полезным микроорганизмам, содержащимся в органических удобрениях, вытесняются фитопатогенные виды микроорганизмов, происходит оздоровление почвы, накопление в ней биологически активных веществ.

Фототрофные пурпурные несерные бактерии (ФТБ) являются специфической группой микроорганизмов, обладающих широким спектром

метаболических путей (Тен, 2009). Данная группа бактерий находится в тесных трофических взаимоотношениях со многими органотрофными микроорганизмами, способными к деградации высокомолекулярных веществ. На этом принципе основаны методы очистки сточных вод с высоким содержанием органических веществ и повышенным биохимическим потреблением кислорода (Kobayashi, 1995). Вместе с комплексом симбиотических микробов ФТБ осуществляют деструкцию трудноразлагаемых веществ, загрязнителей, продуктов полураспада.

Участие ФТБ в биоконверсии осадка сточных вод и отходов пивоваренного производства в составе консорциума микроорганизмов представляет большой интерес. Вступая в симбиотические отношения с органотрофными микроорганизмами компостной смеси, ФТБ создают возможность для более эффективной биодеградации её компонентов.

Цель данной работы – показать преимущества илодробинного компоста, обогащенного фототрофными бактериями.

Для проведения опытов использовали илодробинный компост, не содержащий фототрофные бактерии, и компост, обогащенный культурой анаэробных пурпурных фототрофных бактерий. Известно, что при разложении и гумификации органических остатков происходит закономерная смена микробного комплекса в соответствии с последовательностью изменения состава и содержания в них веществ, а также среды, в которой протекают процессы преобразования исходного материала (Тен и др., 2004). Принцип применения ФТБ при компостировании основан на закономерной последовательности сукцессионного изменения микробного комплекса.

В качестве сырья для развития комплекса симбиотических органотрофных микроорганизмов в предлагаемом способе использовалась пивная дробина и целлюлозосодержащий влагопоглощающий компонент в виде опилок. Являясь отходом пивоварения, пивная дробина представляла собой полноценный источник питания для роста и размножения таких микробов и служила дополнительным источником агрохимически важных веществ (азот, фосфор, калий) для почвы. Опилки оптимизировали химический состав смеси (отношение углерода к азоту). Для ускорения компостирования и более глубокой биохимической трансформации смеси к ней добавляли компостную закваску по Патенту РФ 2213080 (Тен и др., 2003). Смешивание закваски и компонентов в количественном соотношении, известном по Патенту РФ 2369586 (Ганин, Домнин, 2009), приводило к интенсификации экзотермической реакции и, в результате – к быстрой санации ОСВ при саморазогреве смеси, что вызывало гибель геогельминтов и многих патогенных микроорганизмов. В процессе ворошения буртов компостируемая смесь аэрировалась, что важно для симбиотических органотрофных микроорганизмов, а естественное подсушивание компоста после расстилания буртов снижало содержание бактерий группы кишечной палочки (БГКП) в осадке сточных вод до нормативного уровня.

Способ приготовления илодробинного компоста с применением ФТБ осуществлялся в соответствии с формулой изобретения (Ганин, Кириенко, 2012). После завершения первой (высокотемпературной) стадии компостирования смесь размещали для естественного подсушивания. Половину всех буртов поливали жидкой культурой ФТБ вида *Rhodobacter capsulatus*. Жидкая культура пурпурных фототрофных бактерий этого вида хранится в музейной коллекции лаборатории экологической биотехнологии Института водных и экологических проблем ДВО РАН (г. Хабаровск). На 65-70 сутки компостирования отбирали пробы из бурта №1 (контрольный, без ФТБ) и из бурта № 2 (обработанного ФТБ) для санитарно-паразитологических и санитарно-бактериологических анализов компостируемых смесей. Через 100 суток отбирали пробы для почвенно-микробиологических и агрохимических исследований. Для зоотеста готового компоста использовали земляного червя *Eisenia fetida* Sav. (Ганин, 2011). Оценку фитотоксичности, т.е. степени зрелости компоста, проводили с использованием кресс-салата *Lepidium sativum*. Агрохимические и микробиологические анализы компоста проводили стандартными методами.

Как показывают результаты, ФТБ оказывали положительное активизирующее влияние на размножение агрономически полезных микроорганизмов как в почве, так и в компосте. Так, на 100-е сутки компостирования почвенно-микробиологический анализ выявил в пробах бурта № 2 явно усиленные противогрибковые по сравнению с контролем (бурт №1). Это было обусловлено более активным ростом и развитием бациллярных и актиномицетных форм микроорганизмов - антагонистов грибов в присутствии ФТБ. Об этом можно судить по таким общепринятым показателям зрелости компоста, как отношения Бц/Г и А/Г, значения которых выше, чем в компосте без ФТБ (табл. 1).

Таблица 1. Влияние ФТБ на размножение бациллярных бактерий и актиномицетов в компосте, тыс./г

Вариант опыта	Бактерии (Б)	Бациллы (Бц)	Актиномицеты (А)	Грибы (Г)	Б/Г	Бц/Г	А/Г
Компост без ФТБ Бурт №1(контроль)	1020	240	138	20	50	12	7
Компост с ФТБ Бурт №2	1234	857	1010	10	126	87	102

ФТБ являются чуть ли не единственной микробной группой, выделяющей внеклеточно АТФ; по сравнению с другими бактериями они синтезируют больше витаминов, особенно  $B_2$ ,  $B_6$ ,  $B_{12}$ ,  $E$ , нуклеиновых кислот и аминокислот. Этими выделениями ФТБ привлекают к себе другие микроорганизмы, в особенности т.н. органотрофные виды, способные окислять высокомолекулярные органические соединения, и стимулируют их размножение. Таким образом, ФТБ, не обладающие способностью расщеплять длинные цепочки углеродной связи, получают «пищу» для своего существования и вместе с симбиотическими микроорганизмами осуществляют деструкцию трудноразлагаемых веществ, токсикантов и загрязнителей, продуктов полураспада в процессе компостирования (Тен, 2009).

Кроме того, агрохимические показатели проб из буртов №1 и № 2, взятые через 100 суток, выявили более высокое качество компоста, полученного с применением ФТБ (табл. 2). За равный промежуток времени в этом варианте компоста отмечалось повышенное содержание гуминовых кислот (ГК), суммы гуминовых и фульвокислот (ГК+ФК), более высокие показатели ёмкости катионного обмена, что характеризует его как более зрелый.

Таблица 2. Агрохимические показатели компостов.

Вариант опыта	С, %			$\frac{C_{ГК}}{C_{ФК}}$	Азот нитратный, мг/кг	Фосфор подвижный, мг/кг	Калий подвижный, мг/кг	Ёмкость катионного обмена, мг-кв/100г
	ГК, %	ФК, %	ГК+ФК					
Компост без ФТБ Бурт №1 (контроль)	4.45	2.74	7.19	1.73	177	9650	835	40
Компост с ФТБ Бурт №2	5.68	2.85	8.53	1.99	215	10750	909	56

Проведенный зоотест с использованием земляного червя *Eisenia fetida* показал повышенные качества компоста с ФТБ (бурт №2) как среды обитания для почвенных беспозвоночных. Через 3 месяца содержания в таком компосте численность червей была в 1,5 раза выше, чем в контроле (табл. 3).

Таблица 3. Выживаемость червей *E. fetida* в разных видах компоста, экз.

Вариант опыта	Исходное количество	Экспозиция		
		1 мес.	2 мес.	3 мес.
Компост без ФТБ Бурт №1(контроль)	50	50	50	52
Компост с ФТБ Бурт №2	50	50	61	78

Проведенный фитотест с использованием кресс-салата также выявил более высокие удобрительные свойства компоста с ФТБ: в компосте с ФТБ (бурт №2) кресс-салат более развит.

Таким образом, илодробинный компост, обогащенный ФТБ, является агрономически более качественным за счёт увеличения катионно-обменной ёмкости и повышенного содержания гуминовых кислот. Он обладает противогрибковыми свойствами в отношении фитопатогенных микромицетов, что было обусловлено активным ростом и развитием бациллярных и актиномицетных форм микробов-антагонистов грибов в присутствии ФТБ. Данный продукт начал применяться в городском зеленом строительстве, при лесовосстановлении, может быть с успехом использован для биоремедиации загрязненных почв.

### ЛИТЕРАТУРА.

1. Ганин Г.Н. Влияние олигохет на содержание поллютантов в осадке сточных вод и использование их для биотестирования компостов на основе ОСВ // Агрохимия. 2011. № 1. С. 75-80.
2. Ганин Г.Н., Домнин К.В. Способ приготовления илодробинного компоста. Патент РФ № 2369586 // Б.И. ФИПС РФ. 2009. № 28.
3. Ганин Г.Н., Кириенко О.А. Способ приготовления компоста из осадка сточных вод с применением фототрофных бактерий // Заявка на патент №2012118540 от 04.05.2012.
4. Тен Хак Мун, Ганин Г.Н., Имранова Е.Л., Кириенко О.А. Способ приготовления компостной закваски. Патент РФ №2213080 // Б.И. ФИПС РФ. 2003. № 27.

5. Тен Хак Мун, Чен Ван Фень, Имранова Е.Л., Кириенко О.А., Ганин Г.Н. Влияние компостной закваски на компостирование органических остатков // *Агрохимия*. 2004. № 2. С. 63-66.

6. Тен Хак Мун. Аноксигенные фототрофные бактерии: Практический аспект для охраны окружающей среды. Владивосток: Дальнаука, 2009. 116 с.

7. Экологическая биотехнология. Под ред. К.Ф. Форстера и Д.А. Дж. Вейза. Л.: Химия, 1990. 383 с.

8. Kobayashi M. Waste Remediation and Treatment Using Anoxygenic Phototrophic Bacteria // *Anoxygenic Phototrophic Bacteria*. Netherlands. Dordrecht. Kluwer Acad. Publ., 1995. P. 1269-1382.

---

## **ЖЕНЩИНЫ И ЧЕРВИ: ВКЛАД ЖЕНЩИН В ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЕ**

**ПИТЕР БОГДАНОВ И ЛЭЙН БОГДАНОВА**

### **WOMEN AND WORMS: WOMEN'S CONTRIBUTIONS IN VERMICOMPOSTING**

**PETER BOGDANOV and LAYNE L. BOGDANOV**

VermiCo, Prescott Valley, Arizona, 86314, U.S.A.  
info@vermico.com

Vermicomposting is the managed, controlled process by which earthworms and microorganisms convert organic matter into vermicompost (biohumus), worm-worked material containing many nutrients that are readily taken up by plants (Dominguez 2011). Although men and women have used earthworms for food and medicine since ancient times (Cooper, *et al* 2012) and on every major continent, the practice of vermicomposting for the purpose of producing worm-worked material for agriculture and horticulture is a relatively recent phenomenon. From 1830-1860 George Sheffield, a farmer in northern Ohio, utilized a manure pit with an area of 30 m x 15 m (100 feet x 50 feet) and depth of 61 cm (2 feet), into which he introduced composting redworms. Sheffield hauled vermicompost to his fields where he raised corn, wheat, oats, and hay and was known for an abundance of fruit trees. In sixty years, he never experienced a crop failure (Barrett, 1947). He was likely the first practitioner of large-scale vermicomposting. After Oliver, vermicomposting lay dormant for several years until it was picked up again in the 1920s in Texas and California by Sheffield's grandson, George Sheffield Oliver who, along with another medical doctor in California, Thomas J. Barrett, resurrected the practice (Anonymous 1941, Barrett 1947, Minnich 1977).

In a photo taken by the authors of this paper in Jaipur, India in 2004, two kneeling women are shown using cultivating forks to turn cow manure on the surface of worm beds while a man, presumably supervising, stands nearby (Bogdanov 2004). One of the purposes of this paper is to erase the misconception that vermicomposting is a male-dominated industry and that women are involved only in menial labor. Roles women have played in vermicomposting not only include field workers, but business leaders, educators, authors, scientists, and conference organizers. Several women who have had a significant impact on vermicomposting are mentioned here, although there are others whose work, whether in vermiculture and vermicomposting, is not reported here. This review is not exhaustive but representative of the contributions women have made in earthworm science, specifically in the area of vermicomposting.

Any contributions specific to women in vermicomposting are little known before 1954, the date *With Tails We Win* was published by two women, Mary B. Crowe and Gladys S. Bowen. They began their vermicomposting venture on a 1,000 square meter (1/4 acre) lot in Ohio in 1946, using and re-naming Oliver's supposed hybrid "soilution" earthworm as their "Wonder Worm." Their original intention was to restore to life "solely with earthworm compost" their dead backyard, devoid of living plants. They succeeded beyond their wildest expectations. Taking fewer than thirty pages in their booklet, Crowe and Bowen provided instructions for beginners, suggesting a "starter" package of 3,000 earthworms which, they claimed, would multiply to hundreds of thousands in a year. They advised on appropriate feedstocks and containers, including wooden boxes, pits dug into the ground, and construction of concrete block beds in their home's basement for enhanced temperature control in winter (Crowe and Bowen 1954).

Ruth Myers began worm farming at age 58 with 1,000 earthworms, motivated by articles written by another woman in an organic gardening magazine. She claimed her initial investment of \$4.00 USD eventually turned into thousands of dollars, enabling her to pay her debts and bills over many years, in spite of her "handicapped" condition. After nine years in business, she wrote *A-Worming We Did Go!* and wrote *The ABC's Of the Earthworm Business* a year later. She claimed raising earthworms was a billion dollar business and that the San Gabriel Valley in Southern California was the capital of the earthworm world where there were "acre after acre of worms." Myers used a batch system of vermiculture, building boxes, but also using vegetable lugs, barrels and washtubs. She sold her earthworms—calling them "Red Egyptians"—to the public, advertising in sports magazines and sold her compost to nurseries for thirty-nine cents for a five pound bag (Myers 1968, Myers 1969).

In 1972 Mary Appelhof attended the Stockholm Conference for the Human Environment. It was there she had a vision that "tons of worms could be eating tons of garbage." The next year, inspired by the work of Crowe and Bowen, she wrote a booklet *Basement Worm Bins Produce Potting Soil and Reduce Garbage* (Appelhof 1973). In 1980, Mary Appelhof organized the *Workshop on the Role of Earthworms*

in the *Stabilization of Organic Residues* in Kalamazoo, Michigan. Forty-four participants came from 12 states and 7 countries, including 22 academic scientists, 14 entrepreneurs and two public-sector representatives. Papers submitted by four women show a diversity of subject material. Diane Livingstone was co-author of a paper on Commercial Vermicomposting, suggesting that marketing biosolids vermicompost could offset wastewater treatment costs (Collier and Livingstone 1981). Shirley Penton was co-author of a paper explaining the process of vermicomposting biosolids in Texas (Green and Penton 1981). Meredith Broom's paper posed questions asked by horticulturists and the nursery industry regarding earthworm castings (Broom 1981). And Mary Appelhof's paper explained benefits of household-scale vermicomposting (Appelhof 1981). This conference exemplified the growing multiplicity of roles of women in vermicomposting, including writing papers, consulting, marketing, managing systems, and conference organizing.

Appelhof continued to serve as a leading exponent of vermicomposting by self-publishing books, including *Worms Eat My Garbage* (Appelhof 1982, 1997) and a book for students entitled *Worms Eat Our Garbage* (Appelhof *et al* 1993) by her publishing company, Flower Press and her sales firm Flowerfield Enterprises. In her lifetime she published over 30 papers on solid waste-related issues, attended and spoke at worm conferences around the world, and visited numerous countries providing guidance and encouragement in vermicomposting to students and professionals. In 2000 she organized an international symposium and training workshop in Kalamazoo, Michigan called The Vermillennium. Manuscripts from presenters were later compiled and edited by Clive Edwards, Norman Arancon and Rhonda Sherman in a book *Vermiculture Technology* (Edwards *et al* 2011). Appelhof, the "Worm Woman of Kalamazoo" died in 2005 at the age of 68. Her chapter on small-scale school and domestic vermicomposting systems appears in the book which was also dedicated to her (Sherman and Appelhof 2011).

In North America, three other women served as vermicomposting conference organizers. Layne Bogdanov of VermiCo organized four *New Horizons in Vermicomposting Workshop & Tour* events from 1999-2000 which took place in Washington, Oregon, California and Florida. Later, she organized an annual series of *Best Management Practices in Vermicomposting Workshop & Tour* events. In March 2001, Bogdanov organized the *Earthworms in Eco-Technology Conference & Trade Show* held in Portland, Oregon, which drew over 250 participants from around the world. The latter event is the largest known vermicomposting conference thus far in the U.S. Another notable American conference organizer is Rhonda Sherman, Extension Solid Waste Specialist of North Carolina State University. One of her first papers on vermicomposting was written in 1994 on using earthworms for recycling garbage (Sherman 1994). Since 2001, she has organized thirteen annual vermicomposting conferences drawing on average over 100 participants to the world's only annual large-scale vermicomposting conference. She is author of numerous research papers, specializing in vermicomposting for businesses and institutions (Sherman 2011) and reporting on the status of vermicomposting in North



America (Sherman and Bogdanov 2011). In 2010, Isabelle Barois of the Instituto de Ecologia in Xalapa, Veracruz, Mexico organized ISEE 10. She is also a prolific vermicomposting researcher and is co-author of “Vermicomposting Research and Activities in Mexico” (Aranda-Delgado *et al* 2011).

At least three European university professors are vermicomposting conference organizers. Dr. Joanna Kostecka, University of Rzeszow, Poland began organizing a series of biennial national conferences on the ecological and economic meaning of earthworms in 1994. She has contributed to a wide spectrum of vermicomposting initiatives, from school children to large-scale projects including biosolids and manure management (Kostecka 1999). She began breeding *Eisenia fetida* in 1991 and focuses on environmental problems and ecological education. Dr. Anna Rozen of Jagiellonian University, Krakow, Poland, organized the Ninth International Symposium of Earthworm Ecology (ISEE 9) in 2006. And Dr. Svetlana Maksimova of the Institute of Zoology, National Academy of Sciences, in Minsk, Belarus has organized three international earthworm conferences (2007, 2010, 2013). Among the stated purposes of her conferences is “the establishment and strengthening of international cooperation in the sphere of vermicomposting and vermiculture technologies, [and] the exchange of results and achievements” (Conference Program 2010). She is author of “Progress in Vermicomposting in Belarus, Russia, and Ukraine” (Maksimova 2011).

In February 1998, Kelly Slocum, vermicomposting specialist from Washington State University, became assistant editor of *Worm Digest* a quarterly magazine published in Eugene, Oregon. She was largely responsible for putting together a 1999 publication, *The Art of Small-Scale Vermicomposting*, geared toward the novice and experienced alike (Frankel and Slocum 1999). Slocum spoke at many vermicomposting conferences and answered hundreds of questions on the *Worm Digest* internet forum. She also consulted privately for vermicomposting operations.

In 1999, California school teacher Binet Payne published *Worm Café: Mid-Scale Vermicomposting of Lunchroom Wastes*, telling the story of how her school saved \$6,000 USD in avoided waste removal fees. Payne’s book was published by Appelhof’s Flower Press. Another author, Amy Stewart, interviewed a number of vermiculture and vermicomposting authorities and wrote *The Earth Moved* (Stewart 2004).

Radha Kale, research scientist at the University of Agriculture Sciences in Bangalore, India, wrote *Vermicompost: Crown Jewel of Organic Farming* (Kale 2006). In 2011, she reported that vermicomposting is practiced in India by rural women for self-sustenance. She stated that many farm women are marketing vermicompost to other farmers as well as using it on their own land. Kale has also written a complete update on the status of vermicomposting in India (Kale 2011).

In Australia, Katie Webster and John Buckerfield reported that wine grape yields increased 35% when vermicompost was spread on the surface under vines. A 25% percent increase in yields was reported when vermicompost was spread under cherry trees (Buckerfield and Webster 1998). Webster and Buckerfield have also

summarized the status of commercial vermicomposting in Australia and New Zealand (Webster and Buckerfield 2011)

Lebanese student Rola Atiyeh was a research scientist in Ohio State University's Soil Ecology laboratory from 1994-2000. Her doctoral dissertation was entitled "Mechanisms by which Earthworm-Processed Organic Wastes Influence Plant Growth" (Atiyeh 2000). She wrote many papers in collaboration with the Soil Ecology Laboratory at Ohio State University under the direction of Dr. Clive Edwards and influenced later studies on aqueous extracts. Dr. Atiyeh is now head of the environment department at an energy company in Qatar.

Allison Jack's research focuses on understanding the role of organic amendments in sustainable soil management and specifically how the microbes present in organic amendments can suppress crop diseases (Jack 2011). Jack produced an award winning outreach video about a vermicompost project at Cornell titled "Vermicompost: A living soil amendment."

Cindy E. Salter is owner of a business, Organics Matter, in Eugene, Oregon. She is principal researcher of "The Production of Vermicompost Aqueous Solutions or Teas," written with Dr. Edwards (Salter and Edwards 2011).

The start of vermicomposting in Cuba can be dated from 1982 when Dr. Martha Reinés of Havana, Cuba, visited an earthworm convention in the Philippines. The application of vermicomposts in Cuba has meant a savings of \$600 USD per hectare, as they are a substitute for inorganic fertilizers. Vermicompost is used to grow corn, tobacco, beans, tomatoes, garlic, peppers, and onions. Since introducing vermicomposting, tobacco production has increased between 56% and 74% (Reinés and Rodriguez 2011).

## **Conclusions**

Since the middle of the twentieth century, women have had a significant impact on vermicomposting, making numerous contributions to its establishment as a viable industry for managing organic waste and enhancing soil fertility. In 1954, Crowe and Bowen, motivated by a desire to grow plants in their Ohio backyard, produced vermicompost and wrote an instructional booklet. Californian Ruth Myers, in spite of her physical disabilities, worked for ten years to build her prosperous earthworm business and wrote two booklets. Inspired by Crowe and Bowen, Mary Appelhof began vermicomposting in her basement, wrote a small brochure in 1973, and eventually became the best-known advocate for small-scale vermicomposting in the United States. She organized two landmark international conferences and, just as she was inspired by women in vermicomposting, she in turn inspired many women to take up the practice, particularly in domestic applications. She motivated educators such as Kelly Slocum, associate editor of *Worm Digest*. In addition to Appelhof, several other women organized international vermicomposting conferences including Layne L. Bogdanov and Rhonda L. Sherman in the U.S., and professors Isabelle Barois, Joanna Kostecka, Anna Rozen, and Svetlana Maksimova.

Popular books on the subject were written by Binet Payne and Amy Stewart. A host of vermicomposting researchers in universities include Radha Kale, Rola Atiyeh and Allison Jack, among others. Women in vermicomposting research have shown the importance of aqueous extracts (Cindy Salter), the effects of vermicomposts on crops such as grapes and cherries (Katie Webster), and Cuban crops, particularly tobacco (Martha Reinés). These women have also reported on the national progress of North America (Sherman), Mexico (Barois), Belarus, Russia and Ukraine (Maksimova), India (Kale), Australia and New Zealand (Webster), and Cuba (Reinés). The roles women have played in vermicomposting range from field worker to esteemed business owners, professors, research scientists, and international conference organizers. In all, one of their most significant accomplishments has been to inspire others, particularly other women, to join the vermicomposting movement, expanding it worldwide. The vermicomposting industry offers many opportunities for women to use their knowledge, skills and talent for the benefit of their nations, their institutions, as well as their own careers.

### References

- Anonymous. 1941. "Science: Praise for the Earthworm," *Time*, January 6<sup>th</sup> issue.
- Appelhof, M. 1973. Basement worm bins produce potting soil and reduce garbage. Flowerfield Enterprises, Kalamazoo, Michigan.
- Appelhof, M. 1981. Household Scale Vermicomposting. In *Workshop on the Role of Earthworms in the Stabilization of Organic Residues, Vol. I. Proceedings*, ed. M. Appelhof, 233-240, Beech Leaf Press, Kalamazoo, Michigan.
- Appelhof, M. (Ed.) 1981. *Workshop on the Role of Earthworms in the Stabilization of Organic Residues. Vol. 1. Proceedings*. Beech Leaf Press, Kalamazoo, Michigan. 315 p.
- Appelhof, M. 1982. *Worms Eat My Garbage*. Flower Press, Kalamazoo, Michigan.
- Appelhof, M., Harris, B.L., and Fenton, M.F. 1993. *Worms Eat Our Garbage: Classroom Activities for a Better Environment*. Flower Press, Kalamazoo, Michigan.
- Appelhof, M. 1997. *Worms Eat My Garbage*, 2nd ed. Flowerfield Enterprises, Kalamazoo, Michigan. 162 p.
- Aranda-Delgado, E., Barois, I., de los Santos Bailon, M., and Hernandez-Castellanos, B. 2011. Vermicomposting Research and Activities in Mexico. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 507-531, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Atiyeh, R.M. 2000. Mechanisms by which Earthworm-Processed Organic Wastes Influence Plant Growth. Ph.D. diss. The Ohio State University. 170 p.
- Barrett, T. J. 1942. *Harnessing the Earthworm*. Faber and Faber, London. 166 p.

Bogdanov, P. 2004. The Single Largest Producer of Vermicompost in the World. *Casting Call*, Vol. 9, No. 3, 1-6. VermiCo, Merlin, Oregon.

Broom, M. 1981. Earthworm Castings: Questions Horticulturists and the Nursery Industry Ask, and Research Needed to Answer their Questions. In *Workshop on the Role of Earthworms in the Stabilization of Organic Residues*, Vol. I. *Proceedings*, ed. M. Appelhof, 127-134, Beech Leaf Press, Kalamazoo, Michigan.

Buckerfield, J.C., and Webster, K.A. 1998. Worm-worked wastes boost grape yields—prospects for vermicompost use in vineyards. *Aust. N.Z. Wine Ind. J*, Vol. 13, 73-76.

Cooper, E.L., Balamurugan, M., Chih-Yang, H., Tsao, C.R., Heredia, J., Tommaseo-Ponzetta, M., and Paoletti, M.G. 2012. Earthworms Dilong: Ancient, Inexpensive, Noncontroversial Models May Help Clarify Approaches to Integrated Medicine Emphasizing Neuroimmune Systems. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Vol. 2012, Article ID 164152, 1-11.

Collier, J.E., and Livingstone, D. 1981. Commercial Vermicomposting: A Better Solution to Organic Waste Conversion. In *Workshop on the Role of Earthworms in the Stabilization of Organic Residues*, Vol. I. *Proceedings*, ed. M. Appelhof, 255-259, Beech Leaf Press, Kalamazoo, Michigan.

Crowe, M.B., and Bowen, G.S. 1954. *With Tails We Win!* Wonder Worm Farmers, Waverly, Ohio. 32 p.

Dominguez, J. The Microbiology of Vermicomposting. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 53-66, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Edwards, C.A., Arancon, N.Q., and Sherman, R.L. (Eds.) 2011. *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 601 p.

Frankel, S.Z. and Slocum, K. 1999. “The Art of Small-Scale Vermicomposting.” *Worm Digest*, 21. Edible City Resource Center, Eugene, Oregon. 24 p.

Green, E. and Penton, S. 1981. Full Scale Vermicomposting at the Lufkin Water Pollution Control Plant. In *Workshop on the Role of Earthworms in the Stabilization of Organic Residues*, Vol. I. *Proceedings*, ed. M. Appelhof, 229-231, Beech Leaf Press, Kalamazoo, Michigan.

Jack, A.L.H. 2011. The Suppression of Plant Pathogens by Vermicomposts. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 165-181, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Kale, R.D. 2006. *Vermicompost: Crown Jewel of Organic Farming*. Jiyanthi Printery. Bangalore, India. 247 p.

Kale, R.D. 2011. Origins and Spread of Vermicomposting in India: Focus on Sustainable Agriculture. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes*,

*and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 453-467, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Kostecka, J. 1999. Can Teachers Use Earthworms to Encourage Environmental Sensitivity to Children? *Worm Digest*, No. 20. Eugene, Oregon. 18-19.

Maksimova, S. 2011. Progress in Vermicomposting in Belarus, Russia, and Ukraine. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 565-578, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Minnich, J. 1977. *The Earthworm Book*, Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania. 372 p.

Myers, R. 1968. *A-Worming We Did Go!* Shields Publications, Eagle River, Wisconsin. 71 p.

Myers, R. 1969. *The ABC's of the Earthworm Business*. Shields Publications, Eagle River, Wisconsin. 64 p.

Payne, B. 1999. *Worm Café: Mid-Scale Vermicomposting of Lunchroom Wastes*. Flower Press, Kalamazoo, Michigan. 200 p.

Reinés, M.A., and Rodriguez, C. 2011. The Scope of Vermiculture in Cuba. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 533-543, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Salter, C.E. and Edwards, C.A. 2011. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 153-163, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Sherman, R.L. 1994. Worms can recycle your garbage. AG-473-18. Raleigh: N.C. Cooperative Extension Service. 6 p.

Sherman, R.L. 2011. Vermicomposting for Businesses and Institutions. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 391-408, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Sherman, R.L., and Appelhof, M. 2011. Small-Scale School and Domestic Vermicomposting Systems. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 67-78, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Sherman, R.L., and Bogdanov, P. 2011. The Status of Vermicomposting in North America: A Rapidly Developing Technology. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, ed. C.A. Edwards, N.A. Arancon, and R.L. Sherman, 369-389, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Stewart, A. 2004. *The Earth Moved: On the Remarkable Achievements of Earthworms*. Algonquin, Chapel Hill, North Carolina. 223 p.

Webster, K.A., and Buckerfield, J.C. 2011. Vermiculture in Australia and New Zealand: From Earthworm Production to Commercial Vermicomposting. In *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental*

УДК – 631.47

## **ДОЖДЕВЫЕ ЧЕРВИ - ИСТОЧНИК ПОЛУЧЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ**

**ИСМАЙЛОВ С.Д.**

Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана,  
AZ1073 г. Баку ул.М.Арифа 5, organic-fertilizer@bk.ru

## **EARTHWORMS - THE SOURCE OF RECEPTION OF BIOCHEMICAL PREPARATIONS**

**ISMAYILOV S.J.**

Institute of Soil Science and Agrochemistry of NAS of Azerbaijan,  
AZ1073 Baku city, M.Arif street 5, organic-fertilizer@bk.ru

В последнее 10-летие появляется большой интерес к исследованию биологически активных компонентов, выделенных из тканей дождевых червей. Выявлено, что тело червей содержит в своём составе ряд полезных компонентов: протеин-56%, липиды и аминокислоты-10%, пептиды и нуклеотиды, полисахариды, феромоны, минеральные компоненты-24%. Биологически активные вещества могут быть использованы для получения медицинских, фармацевтических, косметических, пищевых и кормовых препаратов. В данной работе, мы исследовали густую слизистую жидкость полученную из тела дождевых червей, которую разделяли на низко- и высокомолекулярные фракции.

A great interest is shown to the investigation of the biological active components which have been got from the earthworm tissues in last 10 year. It is revealed that some components: protein-56%, lipids and aminoacid-10%, peptides, nucleotides, polysaccharides, pheromones, mineral components-24% exist in the tissues of the earthworms. Biological active substances can be used for getting medicine, pharmaceutics, cosmetic, food and folder preparations. We investigated thick, mucous, liquid, getting from the body of the earthworms, have been divided into low and high molecular fraction in the given work.

В настоящее время мировая наука и практика земледелия всё чаще обращается к использованию биологических технологий повышения плодородия почвы и получения экологически чистой продукции сельскохозяйственных культур. Одним из таких биотехнологий является – вермикультивирование. Вермикультивирование - новое направление в агробиологической науке. Вермикультивирование – (Vermes-черви, cultivar-размножать, разводить, культивировать) предусматривает переработку, различных по своим свойствам, промышленных, городских, бытовых, сельскохозяйственных органических отходов, с получением конечных продуктов - экологически чистого, высокоэффективного органического удобрения - биогумуса, а биомасса червей служит основным источником кормового белка и фармакологических препаратов [1].

Одна тонна органической пищи при переработке её червями даёт 600 кг гумусного удобрения и 100 кг биомассы червей, которая отличается высокой питательной ценностью и используется в рационе кормов сельскохозяйственных животных. По данным украинских исследователей, тело червей содержит в своём составе ряд полезных компонентов: протеин-56%, липиды и аминокислоты-10%, пептиды-10% и нуклеотиды, полисахариды, феромоны, минеральные компоненты-24% [1]. На основании этих данных учёные предлагают способ производства биологически активных веществ из биомассы червей, которые могут быть использованы для получения медицинских, фармацевтических, косметических, пищевых и кормовых препаратов. Например, в некоторых государствах - Китае, Индонезии, Японии червей и продукты их жизнедеятельности используют около двух тысячелетий [1; 2].

В Китае с использованием современных методов изготовлена антивирусная и анти- опухолевая сыворотка E76. Экстракт E76 увеличивает иммунокомпетентность и сопротивляемость организма мышей развитию раковых и тормозит рост привитых раковых клеток. Результаты исследований на животных в клинических условиях свидетельствует, что мазь “Фу киньянин”, полученная на основе экстракта из вермикультуры даёт заметный эффект при лечении лишая, экземы и варикозной язвы нижних конечностей с эффективностью 93% и заметным лечебным эффектом 81% [3; 4].

Институтом биохимии им. А.В.Палладина НАН Украины предложен способ производства биологически активных веществ (БАВ) из биомассы дождевых червей, в том числе из вермикультуры красного калифорнийского червя *Eisenia foetida*. Он обеспечивает высокое качество продуктов, которые могут быть биологически активной основой для получения медицинских, фармацевтических, косметических, пищевых и кормовых препаратов. Предлагаемый способ путем подбора условий экстрагирования и фракционирования обеспечивает получение БАВ с различными биологическими свойствами и дальнейшее их разделение на несколько

комплексов: протеины, липиды, аминокислоты и пептиды. Таким образом, основное преимущество предлагаемого способа заключается в том, что он обеспечивает получение БАВ в виде трех комплексов: протеинового, липидного и аминокислотно-пептидного (среди способов-аналогов – только лишь один протеиновый комплекс). Протеиновый комплекс состоит из набора аминокислот, необходимых в кормовом рационе сельскохозяйственных животных, птицы, рыб. Он стимулирует их прирост благодаря повышению биологической ценности кормов и их усваиваемости. Липидный комплекс - это концентрат липидов, которые являются активными ингредиентами в производстве лекарственных и косметических средств. Концентрат аминокислот и пептидов используют как препарат (1–3%-й водный раствор) для лечения офтальмологических болезней. Широко используется ККДЧ в России и при разведении осетровых рыб, которые подкармливаются фаршем из червей [5].

Таким образом, на основании литературных данных можно прийти к выводу о том, что из биомассы ККДЧ-ей можно получать весьма ценные биологически активные вещества (БАВ).

В 80-90-ые годы прошлого века наблюдался всплеск интереса к исследованию биологически активных компонентов, выделенных из тканей дождевых червей. Начиная с 2000 года подобные исследования вновь стали резко увеличиваться. Достаточно сказать, что для 124-х белков, содержащихся в *Eisenia foetida*, определены нуклеотидные последовательности генов, кодирующих эти белки [4; 5].

Целью наших исследований являлось проведение экспериментов с дождевыми червями *Eisenia foetida*, которые культивировались на отходах местного сельскохозяйственного производства. В своих опытах мы использовали как биомассу красных калифорнийских дождевых червей, так и его жидкость («секрет тревоги»). Для получения «секрета тревоги» мы подвергали червей электростимуляции. Черви помещались на фильтровальную бумагу, пропитанную 0,1 М калий фосфатным буфером pH 7,2. При раздражении животных постоянным током с напряжением 9 В и силой тока 0,1 А в течение 2-5 сек. черви выделяли густую слизистую жидкость желтого цвета, имеющую резкий запах серных соединений. Полученную жидкость растворяли в калий фосфатном буфере, центрифугировали при 20 000 g в течение 20 минут и надосадочную жидкость использовали для исследований. Методом гель-фильтрации на колонке с сефадексом G-50 (2,5x40см) было произведено разделение «секрета» на низко- и высокомолекулярные фракции. Было определено содержание белка в «секрете» (1,2-1,5 мг), определена концентрация свободных SH-групп в низкомолекулярной (от  $2,1 \times 10^{-6}$  до  $6,1 \times 10^{-6}$  М) и высокомолекулярной ( $1,15 \times 10^{-4}$  М на мг белка) фракциях «секрета». Полученные данные совпадают с литературными данными, согласно которым содержание серы в теле ККДЧ составляет 1% от массы сухих веществ. Для справки необходимо добавить, что



это в 2-5 раз больше, чем в теле других родственных червей [2]. В водонерастворимой фракции секрета было определено содержание общих липидов (40%).

Следует отметить, что “секрет” содержит в своём составе протеазу, активно расщепляющую казеин. Фермент не стабилен и при однократном замораживании-размораживании, полностью теряет активность. Установлено, что “секрет” увеличивает активность глюкозо-6-фосфат дегидрогеназы на 20-25%.

Из литературы известно, что в тканях ККДЧ наблюдается значительная активность гутатио-S- трансферазы. Именно семейство этого фермента, наряду с другими ферментами, осуществляет конъюгацию различных ксенобиотиков, с глутатионом. Каталитическая активность этого фермента обеспечивает клетку механизмом защиты от вредного воздействия алифатических, ароматических, эпоксидных и гетероциклических радикалов экзогенных повреждающих веществ. Поскольку активность этого фермента зависит от содержания восстановленного глутатиона, мы решили определить содержание SH- групп в тканях червя. Черви помещались на фильтровальную бумагу, пропитанную изотоническим раствором на ночь для того, чтобы животные вывели из организма конечные продукты жизнедеятельности. После этого животные промывались дистиллированной водой и гомогенизировались в калий фосфатном буфере pH 7,2 , 0,1 М в соотношении 1:9 по массе. Гомогенат центрифугировали в течение 20 мин при 20000 g. В надосадочной жидкости определяли содержание тиоловых групп при помощи реактива Элмана. В тканях червя было обнаружено высокое содержание свободных SH-групп -  $2,21 \times 10^{-3}$  м/гр сырой ткани. Ясно, что такая высокая концентрация нужна для обезвреживания больших количеств свободных радикалов, что, в свою очередь должно привести к росту содержания конечного продукта расщепления этих радикалов - малонового диальдегида. И на самом деле, по нашим данным ткани червя содержали  $0,12 \times 10^{-3}$  м/гр сырой ткани малонового диальдегида.

Интересно отметить, что до сих пор не решен окончательно вопрос экстракции беклков из тканей червя. Например, в 2008 году ряду авторов был выдан патент на выделение ферментов, расщепляющих крахмал, причем метод выделения белка основан на хроматографии [4; 5]. С другой стороны, некоторые ученые считают, что при осаждении трихлоруксусной кислотой можно достичь более полного осаждения белков [5].

На наш взгляд данное утверждение не совсем верно, так как мы обнаружили в тканях червя несколько белков, устойчивых к трихлоруксусной кислоте, но легко денатурирующих при температуре выше 80<sup>0</sup>С.

В заключение можно предположить, что в организме ККДЧ функционирует мощная система антиоксидантной защиты и познание механизмов действия этой системы может быть использована для получения ценных фармацевтических и косметических препаратов, наряду с которыми можно одновременно получать пищевые и кормовые препараты.

### Литература

1. Городний Н.М., Мельник И.А., Повхан М.Ф. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве, изд-во “Урожай”, Киев 1992, с.173-174.
2. Бабенко Г.А., Погрибный И.П., Фундитус В.Я. Биофизико-химические и микробиологические показатели тканей и биожидкостей калифорнийского дождевого червя, их биологическая активность как лечебных средств, тезисы докладов II Международного конгресса “Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды”, г.Ивано-Франковск 1992 г., с. 49-50
3. Погрибный И.П. Влияние феромона тревоги ККДЧ на химически индуцированный гепатоканцерогенез у крыс, тезисы докладов II Международного конгресса “Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды”, г.Ивано-Франковск 1992 г., с. 51-52.
4. Wang X., Chang L., Wang G., Sun Z., Ma H., Sun Q., Li J. Protein extraction from the earthworm *Eisenia foetida* for 2-DE, // Proteomics. 2010 Mar; 10 (5), p.1095-99.
5. Покаржевский А.Д., Панченко И.А., Забоев Д.П. Химический состав дождевых червей и вермикультура, Материалы II научно-практической конференции "Дождевые черви и плодородие почв", г. Сыктывкар 2008, с.193-198

*Научное издание*

**ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЕ  
И ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЕ  
КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ  
В XXI ВЕКЕ:  
ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ  
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
ВЕДУЩИХ УЧЕНЫХ, СПЕЦИАЛИСТОВ, ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ И  
ПРОИЗВОДСТВЕННИКОВ

10 – 14 ИЮНЯ 2013 Г.

Составители:

С.Л. Максимова,  
Ю.Ф. Мухин,

Подписано в печать 27.05.13.

Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 13,48. Уч.-изд. л. 13,49.

Тираж 100 экз. Заказ № 5.

Издатель: ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,  
г. Минск, ул. Академическая, 27.

Цифровая печать с оригинал-макета заказчика  
ИП Войцехович Д.Л., св. № 191347677, выд. Фр. РИК 01.04.10,  
г. Минск, ул. Матусевича, 78-191.