

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ПЕНЗЕНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»

---



ISSN 2221-951X

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**XXI век: итоги прошлого  
и проблемы настоящего *плюс***

Периодическое научное издание

**01/2011**

Пенза  
ПГТА  
2011

## НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего <sub>плюс</sub>" :  
Периодическое научное издание. – Пенза : Изд-во Пенз. гос.  
технол. акад., 2011. – 224 с.



Ministry of Education and Science of the Russian Federation  
Penza State Technological Academy

Scientific and methodological journal

"XXI century: resumes of the past  
and challenges of the present <sub>plus</sub>"

Scientific periodical

Penza  
PSTA  
2011

Scientific and methodological journal

«XXI century: resumes of the past and challenges of the present plus». Scientific periodical. – Penza: PSTA Publishing, 2011. – 224 c.

# Содержание

## СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМ И ИХ БИОРАЗНООБРАЗИЕ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ

### ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ..... 12

*Е.К. Еськов, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)*

*М.Д. Еськова, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)*

*Н.П. Короткова, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)*

### ВОПРОСЫ ИЗВЕСТКОВАНИЯ КИСЛЫХ ПОЧВ ..... 15

*И.А. Шильников, ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)*

*Н.И. Аканова, ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)*

*Н.А. Зеленов, ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)*

### О КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА КОЛЬСКОМ СЕВЕРЕ ..... 22

*В.И. Костюк, Полярно-альпийский ботанический сад-институт Кольского НЦ РАН (г. Кировск, Россия)*

*Е.Е. Кислых, Кольский филиал Петрозаводского государственного университета (г. Апатины, Россия)*

### СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЁБ В ПОЙМЕННОМ ЭКОТОНЕ ..... 27

*Е.А. Малышева, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)*

*Ю.А. Мазей, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)*

### ДИНАМИКА ФОСФАТНОГО РЕЖИМА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ..... 32

*О.Д. Шафронов, ФГУ ЦАС "Нижегородский" (г. Нижний Новгород, Россия)*

*В.Н. Темников, Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина (г. Москва, Россия)*

---

<b>СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЕБ В ПОЧВАХ НА СКЛОНЕ ПИКА ЧЕРСКОГО (ХРЕБЕТ ХАМАР-ДАБАН, ПРИБАЙКАЛЬЕ) .....</b>	<b>38</b>
<i>О.В. Марфина, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>В.А. Чернышов, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>Ю.А. Мазей, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>ЗАВИСИМОСТЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ТЕЛА ДИКИХ УТОК ОТ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В МЕСТАХ ОБИТАНИЯ .....</b>	<b>43</b>
<i>Е.К. Еськов, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)</i>	
<i>В.М. Кирьякулов, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)</i>	
<b>МОНИТОРИНГ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ И СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ) .....</b>	<b>49</b>
<i>В.И. Комаров, ФГУ ЦАС “Владимирский” (г. Владимир, Россия)</i>	
<i>Н.А. Комарова, ФГУ ЦАС “Владимирский” (г. Владимир, Россия)</i>	
<i>А.В. Гришина, ФГУ ЦАС “Владимирский” (г. Владимир, Россия)</i>	
<b>ВНУТРИПАРЦЕЛЛЯРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАКОВИННЫХ АМЕБ В СОСНОВЫХ И ДУБОВЫХ ЛЕСАХ .....</b>	<b>53</b>
<i>Ю.В. Блинохватова, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>Е.А. Ембулаева, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>Ю.А. Мазей, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НАКОПЛЕНИЕ В ПЛОДАХ ИРГИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ .....</b>	<b>60</b>
<i>Е.А. Лаксаева, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)</i>	
<b>СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН ГОРОХА ОВОЩНОГО (PISUM SATIVUM L.) .....</b>	<b>64</b>
<i>Ю.А. Родионов, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)</i>	

---

<b>ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И МАТРИКАЛЬНОЙ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТИ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН .....</b>	<b>67</b>
<i>С.В. Зиновьев, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>А.А. Блинохватов, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>ДИНАМИКА КИСЛОТНОСТИ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА .....</b>	<b>72</b>
<i>С.В. Кизинёк, ФГУП РПЗ “Красноармейский” им. А.И. Майстренко (г. Октябрьский, Россия)</i>	
<b>ВОЗДЕЙСТВИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ .....</b>	<b>77</b>
<i>С.В. Зиновьев, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ .....</b>	<b>83</b>
<i>С.В. Кизинёк, ФГУП РПЗ “Красноармейский” им. Майстренко (г. Октябрьский, Россия)</i>	
<b>ИЗУЧЕНИЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМ .....</b>	<b>88</b>
<i>Е.Г. Куликова, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ .....</b>	<b>91</b>
<i>Е.А. Полянская, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>Е.А. Парфенова, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>С.Ю. Шаркова, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ОАО “ПЕНЗДИЗЕЛЬМАШ” С РАЗРАБОТКОЙ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ .....</b>	<b>96</b>
<i>О.Г. Курочкина, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ .....</b>	<b>100</b>
<i>О.А. Куликова, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>Т.Ю. Мамелина, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	

## **СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ЭКОСИСТЕМ**

### **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В СОВРЕМЕННЫХ УЛОВИЯХ ..... 104**

*Н.А. Комарова, ФГУ ЦАС “Владимирский” (г. Владимир, Россия)*

*В.И. Комаров, ФГУ ЦАС “Владимирский” (г. Владимир, Россия)*

### **ВЫБОР МЕТОДА УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА И УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД НА ПЕНЗЕНСКОЙ ТЭЦ-2 ..... 109**

*Ю.А. Фаюстова, Пензенский филиал ОАО “ТГК-6” (г. Пенза, Россия)*

### **ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК МИКРОУДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ ..... 113**

*Л.С. Федотова, ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха  
(г. Москва, Россия)*

*А.В. Кравченко, ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха  
(г. Москва, Россия)*

*Н.А. Тимошина, ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха  
(г. Москва, Россия)*

*С.С. Тучин, ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха (г. Москва, Россия)*

*А.Н. Гаврилов, ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха  
(г. Москва, Россия)*

### **ПРИМЕНЕНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР И БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР .... 118**

*Н.В. Корягина, Пензенская государственная сельскохозяйственная  
академия (г. Пенза, Россия)*

### **РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА И БИОПРЕПАРАТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ ..... 121**

*О.В. Миронова, Пензенская государственная сельскохозяйственная  
академия (г. Пенза, Россия)*

*Н.В. Корягина, Пензенская государственная сельскохозяйственная  
академия (г. Пенза, Россия)*

### **ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ СТОЛОВОЙ МОРКОВИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ ..... 124**

*Н.Г. Садовников, Пензенская государственная сельскохозяйственная  
академия (г. Пенза, Россия)*

*Ю.В. Корягин, Пензенская государственная сельскохозяйственная  
академия (г. Пенза, Россия)*

*В.А. Иванова, Пензенская государственная сельскохозяйственная  
академия (г. Пенза, Россия)*

### **ВЛИЯНИЕ “АКВАМИКСА” НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ АМАРАНТА МЕТЕЛЬЧАТОГО ..... 127**

*В.А. Иванова, Пензенская государственная сельскохозяйственная  
академия (г. Пенза, Россия)*



*К.В. Лягул, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия  
(г. Пенза, Россия)*

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ  
НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ ... 131**

*Д.Н. Стихарева, Пензенская государственная сельскохозяйственная  
академия (г. Пенза, Россия)*

*В.А. Иванова, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия  
(г. Пенза, Россия)*

*Ю.В. Корягин, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия  
(г. Пенза, Россия)*

**ПРИМЕНЕНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ ..... 134**

*А.В. Золоторева, Пензенская государственная сельскохозяйственная  
академия (г. Пенза, Россия)*

*Ю.Н. Дмитриева, Пензенская государственная сельскохозяйственная  
академия (г. Пенза, Россия)*

*Ю.В. Корягин, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия  
(г. Пенза, Россия)*

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ  
ПРЕПАРАТОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ ..... 138**

*О.И. Двойникова, ООО “Биофабрика” (г. Пенза, Россия)*

**ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАСХОДА  
ПЕСТИЦИДОВ ПРИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИИ ЗЕРНА ЖИДКИМИ  
ИНСЕКТИЦИДАМИ ..... 140**

*Ю.Е. Клочков, ВНИИ механизации агрохимического обслуживания  
сельского хозяйства (г. Рязань, Россия)*

**ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО  
ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ  
В ГИС-ТЕХНОЛОГИЯХ ..... 146**

*В.А. Макаров, ВНИИ механизации агрохимического обслуживания  
сельского хозяйства (г. Рязань, Россия)*

*В.Н. Темников, Московский государственный агроинженерный  
университет им. В.П. Горячкина (г. Москва, Россия)*

*К.В. Темников, Московский государственный агроинженерный  
университет им. В.П. Горячкина (г. Москва, Россия)*

**ТЕХНОЛОГИИ БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВЫРАЖЕННОСТИ  
ИНТОКСИКАЦИИ ОРГАНИЗМА В ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА ... 150**

*Н.Ю. Келина, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*

*Н.В. Безручко, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*

---

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКОСИСТЕМ**

<b>ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ПРЕДПРИЯТИИ .....</b>	<b>154</b>
<i>С.Ю. Ефремова, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>Т.А. Шарков, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПУТЁМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА .....</b>	<b>158</b>
<i>А.А. Горячева, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>Е.А. Полянскова, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>МЕХАНИЗМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА .....</b>	<b>161</b>
<i>А.В. Коростелева, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>ЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗАДАЧ .....</b>	<b>165</b>
<i>А.В. Ганичева, Тверская государственная сельскохозяйственная академия (г. Тверь, Россия)</i>	
<i>С.А. Фирсов, ФГУ ГЦАС “Тверской” (г. Тверь, Россия)</i>	
<b>ИНДЕКСНЫЙ МЕТОД В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....</b>	<b>172</b>
<i>А.В. Ганичева, Тверская государственная сельскохозяйственная академия (г. Тверь, Россия)</i>	
<i>А.С. Карпунина, Тверская государственная сельскохозяйственная академия (г. Тверь, Россия)</i>	
<i>С.А. Фирсов, ФГУ ЦАС “Тверской” (г. Тверь, Россия)</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ .....</b>	<b>180</b>
<i>Т.Г. Крылова, Государственное научное учреждение “Всероссийский научно-исследовательский институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка” (ГНУ ГОСНИТИ) Россельхозакадемии (г. Москва, Россия)</i>	
<i>В.С. Григорьев, Государственное научное учреждение “Всероссийский научно-исследовательский институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка” (ГНУ ГОСНИТИ) Россельхозакадемии (г. Москва, Россия)</i>	

---

<b>РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛА В МЕЖЭЛЕКТРОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ .....</b>	<b>187</b>
<i>Е.Г. Красная, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕЛИ В ЗЕРНОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....</b>	<b>192</b>
<i>Н.Р. Амирова, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОЦЕНКИ ЭКСПОЗИЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКСИКАНТОВ В ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА .....</b>	<b>196</b>
<i>Н.В. Безручко, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>Г.К. Рубцов, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>О.А. Куликова, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ФАКТОРОВ РИСКА В ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА .....</b>	<b>200</b>
<i>Н.Ю. Келина, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>С.Н. Чичкин, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<i>Т.Ю. Мамелина, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)</i>	
<b>МИГРАЦИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ЛЕГКОПРОНИЦАЕМЫХ МАТЕРИАЛАХ .....</b>	<b>203</b>
<i>О.В. Воробьёва, Институт глобального климата и экологии Росгидромета (г. Москва, Россия)</i>	
<b>АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА РЕПЕРНЫХ УЧАСТКАХ .....</b>	<b>210</b>
<i>Н.А. Комарова, ФГУ ЦАС "Владимирский" (г. Владимир, Россия)</i>	
<i>В.И. Комаров, ФГУ ЦАС "Владимирский" (г. Владимир, Россия)</i>	
<i>Т.А. Беликова, ФГУ ЦАС "Владимирский" (г. Владимир, Россия)</i>	

---

# СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМ И ИХ БИОРАЗНООБРАЗИЕ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ

---

---

УДК 504.06  
ББК

## ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

- © *Е.К. Еськов, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)*
- © *М.Д. Еськова, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)*
- © *Н.П. Короткова, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)*

## CHEMICAL ELEMENTS IN TREE AND SHRUBBERY VEGETATION GROWING IN HOUSING SPACE

- © *E.K. Eskov, Russian State Agricultural Correspondence University (Balashikha, Russia)*
- © *M.D. Eskova, Russian State Agricultural Correspondence University (Balashikha, Russia)*
- © *N.P. Korotkova, Russian State Agricultural Correspondence University (Balashikha, Russia)*

Атомно-абсорбционным методом изучали содержание различных химических элементов в растительных объектах, потребляемых охотничьими животными. Установлена высокая вариабельность концентрации различных элементов в зависимости от вида и периода вегетации растений. В качестве фитоиндикаторов загрязнения природной среды тяжелыми металлами в наибольшей мере подходят ива и осина.

**Ключевые слова:** фитоиндикаторы, антропогенные экосистемы, поллютанты, виды древесно-кустарниковой растительности.

The presence of different chemical elements in plants digested by hunting animals was investigated with the help of atomic absorption method. High variability of different elements concentration that depends on the plant type and its period of vegetation was determined. Willow and aspen were the best phytometers for heavy metals pollution of the environment.

**Key words:** phytometers, man-made ecosystems, pollutants, types of tree and shrubbery vegetation

e-mail: [ekeskov@yandex.ru](mailto:ekeskov@yandex.ru)

Тяжелые металлы (ТМ) наряду с другими поллютантами поступают в окружающую среду из природных источников (вулканическая деятельность,

выветривание горных пород, эрозия почв и т.п.), а также в процессе антропогенной деятельности (добыча и переработка полезных ископаемых, сжигание топлива, применение минеральных удобрений и др.). Аккумулируясь в почве, растениях и животных, ТМ представляют возрастающую угрозу для нормального функционирования природных и антропогенных экосистем.

Высокой загрязненностью ТМ отличается растительность на селитебных территориях и вблизи загруженных автотрасс. Так, по некоторым сведениям, содержание таких опасных поллютантов, как свинец и кадмий в несколько раз превышает ПДК у рябины, калины, земляники и другой растительности, произрастающей вблизи техногенных источников загрязнения [1, с. 126 – 127; 2, с. 3 – 20; 4, с. 113 – 115], что представляет опасность для человека, домашних и многих видов охотничьих животных.

В настоящей работе проведено изучение содержания поллютантов и некоторых эссенциальных элементов в древесно-кустарниковой растительности, произрастающей преимущественно на лесных опушках, примыкающих к селитебным территориям и автотрассам. Исследования выполнены в Московской области на сопредельных территориях. В разных местах были отобраны пробы древесно-кустарниковой растительности, потребляемой травоядными домашними и охотничьими животными. Растительные пробы высушивали до постоянной массы и подвергали минерализации. Она проводилась в герметически закрытых реактивных камерах аналитического автоклава (МКП-04) смесью азотной кислоты и пероксида водорода в соответствии с МУК 4.1.985-00 и МИ 2221-92.

Содержание ТМ в минерализатах определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии, основанным на явлении поглощения резонансного излучения свободными атомами элемента. Для этого использовали спектрометр КВАНТ–Z.ЭТА ЭТА (“КОРТЭЖ”). Значение массовой концентрации элемента в пробе вычисляли по градуировочной кривой, получаемой в процессе измерения нескольких калибровочных точек с ошибкой, не превышающей 8 %. Управление прибором, обработка результатов анализа, отображение и хранение информации обеспечивались входящим в комплект спектрометра персональным компьютером с программным обеспечением QUANT ZEEMAN 1.6.

В древесной растительности, пробы которой были отобраны весной, установлено, что содержание в ней ТМ, в том числе наиболее опасных из них – кадмия, свинца и ртути – находилось в допустимых пределах. При этом только в листьях рябины концентрация свинца находилась на уровне, близком к предельно допустимому уровню (табл. 1).

Таблица 1

Содержание элементов в сухом веществе растений

Образец	Hg, мкг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Zn, мг/кг
Осина (ветвь)	0,48±0,12	0,32±0,02	0,35±0,04	41,60±0,32
Сосна (ветвь)	0,97±0,05	0,36±0,02	0,02±0,01	28,12±0,76
Ива (ветвь)	1,40±0,43	0,21±0,01	0,13±0,01	193,2±6,2
Ива (листья)	0,69±0,08	7,31±0,07	0,27±0,02	281,0±24,9
Рябина (листья)	1,50±0,30	1,62±0,01	0,12±0,01	36,37±1,96
Содержание в сухом веществе раст.*	-	5 – 10	0,05 – 0,2	27 – 150
**МДУ в кормах (сырое в-во)	50	5,0	0,3	50

\* А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас [3, с. 439].

\*\*МДУ для грубых и сочных кормов сельскохозяйственных животных.

Другие растительные пробы, отобранные осенью, характеризовались высокой вариабельностью анализируемых химических элементов (табл. 2). В частности, относительно низким содержанием кадмия отличались бузина, сосна и желтая акация. В рябине содержание этого элемента составляет около половины предельно допустимой нормы для кормов для сельскохозяйственных животных. Предельной нормы содержание кадмия достигало в иве, а в осине превосходило ее. Свинец имеет сравнительно высокую концентрацию в желтой акации, превосходя его 50%-й предельно допустимый уровень. Наименьшим содержанием свинца отличается ива. Но содержание кадмия было особенно высоким в иве и осине. Опасности для животных не представляло содержание в растениях ртути, цинка и кобальта. Концентрация этих элементов во всех растительных субстратах была намного ниже предельно допустимых норм.

Таблица 2

Содержание элементов в сухом веществе растений

Растения	Концентрация элемента						
	Cd мкг/кг	Zn мг/кг	Pb мкг/кг	Se мкг/кг	Mg мг/кг	Hg мкг/кг	Co мкг/кг
Желтая акация	14,9±0,92	9,9±0,19	265±3,03	140,2±5,24	3,59±0,11	0,011±0,0083	1,41±0,08
Бузина	7,6±1,06	10,4±0,09	67,2±1,99	121,4±24,6	0,22±0,05	0,005±0,001	16,13±4,01
Рябина	22,6±3,25	15,4±9,17	119,6±1,69	430,2±43,6	1,03±0,01	0,034±0,0021	31,13±9,02
Сосна	10,6±0,51	15,8±2,57	149,0±18,65	166,9±13,5	6,07±5,8	0,046±0,0013	3,07±0,44
Ива	50,1±3,21	15,6±1,17	43,3±0,97	253,7±63,2	19,01±2,03	0,02±0,0052	2,09±0,37
Осина	57,4±5,40	14,2±1,06	108,6±0,86	182,7±6,49	8,47±0,46	0,003±0,001	1,98±0,31

## ВОПРОСЫ ИЗВЕСТКОВАНИЯ КИСЛЫХ ПОЧВ

Таким образом, концентрация изучаемых тяжелых металлов в древесно-кустарниковой растительности на селитебных территориях и вблизи автомобильных дорог изменяется в течение вегетационного периода. Опасность представляет загрязненность кадмием и кобальтом. В качестве фитоиндикаторов загрязнения природной среды тяжелыми металлами в наибольшей мере подходят ива и осина.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егошина Т.Л., Лепешкин Г.Н., Сюткин В.М. Оценка зон автотранспортного загрязнения экотопов – источников растительного сырья // *Пищевые ресурсы дикой природы и экологическая безопасность населения*. Киров, 2004.
2. Еськов Е.К., Кирьякулов В.М. Биологические эффекты аккумуляции поллютантов и эссенциальных элементов водно-болотными экосистемами // *Вестник охотоведения*. 2009. Т. 6. № 1.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М. : Мир, 1989.
4. Особенности накопления тяжёлых металлов в плодовых телах некоторых видов грибов из класса *Ascomycetes* / Кириллов Д.В. [и др.] // *Актуальные вопросы ботаники и физиологии растений: Матер. междунар. конф.* Саранск : МГУ, 2004.

УДК 631.8:631.82

### ВОПРОСЫ ИЗВЕСТКОВАНИЯ КИСЛЫХ ПОЧВ

- © **И.А. Шильников**, ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)
- © **Н.И. Аканова**, ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)
- © **Н.А. Зеленов**, ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)

### CHALKING OF SOUR LAND

- © **I.A. Shilnikov**, All-Russian Research Institute for Agrochemistry named after D.N.Pryanishnikov (Moscow, Russia)
- © **N.I. Akanova**, All-Russian Research Institute for Agrochemistry named after D.N.Pryanishnikov (Moscow, Russia)
- © **N.A. Zelenov**, All-Russian Research Institute for Agrochemistry named after D.N.Pryanishnikov (Moscow, Russia)

На материалах проведенных исследований рассмотрена значимость известкования почв как природоохранного и экологического фактора для получения безопасной для здоровья человека растениеводческой продукции. Показана необходимость восстановления известкования почв в земледелии для снижения кислотности и оптимизации физико-химических свойств почв. Установлена эффективность применения металлургических шлаков в качестве

известковых удобрений, что является энерго- и ресурсосберегающим, а также природоохранным мероприятием.

**Ключевые слова:** экологизация земледелия, кислотность почвы, известкование, металлургический шлак.

The materials of the research proved the significance of sour land chalking as environmental and ecological factor aiming at growing safe for people's health crop products. The necessity to continue agricultural lands chalking for acidity reduction and physical/chemical properties of soil improvement was revealed. The efficacy of metallurgical slag using as lime material was elicited. This also may be considered as environmental, energy and resource-conserving actions.

**Key words:** ecologization of agriculture, soil acidity, chalking, metallurgical slag

e-mail: info@vniia-pr.ru

Как установлено многолетними исследованиями, кислая реакция почвенной среды является одной из главных причин низких урожаев сельскохозяйственных культур, массовой гибели зерновых и многолетних трав при перезимовке, низкого содержания белка в зерне и кормах, недостаточной эффективности минеральных удобрений. Результаты проведенных исследований, особенно в последние 20-30 лет, установили исключительно важное значение известкования почв как природоохранного и экологического фактора. Следует также подчеркнуть, что диетическую продукцию можно получать только на почвах с оптимальными физико-химическими свойствами.

Известкование кислых почв – это высокорентабельное мероприятие, затраты на которое окупаются, как правило, прибавками урожая двух-трех культур севооборота при использовании недорогих известьесодержащих материалов (шлаков, зол, слабопылящей известняковой муки и др.).

Площадь пахотных почв с избыточной кислотностью в Центральном округе России составляет около 11,0 млн. га или 53 % от общего количества пашни. Луга и пастбища также имеют кислые почвы: 1,9 млн. га при 53 % обследованных угодий. Прогнозные расчеты изменения структуры кислотности почв по Центральному округу и трём наиболее представительным областям свидетельствуют о потенциальном росте площадей с избыточной кислотностью. При этом в 2-2,5 раза увеличиваются площади почв с рН = 5,0 и менее, то есть нуждающиеся в первоочередном известковании (табл. 1).



Таблица 1

Прогноз структуры кислотности пахотных почв

Группа почв по pH	2005 г. (исходный)		2010 г.		2015 г.	
	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Центральный федеральный округ						
6,1 и более	4074,0	20,7	1222,2	6,2	0	0
5,6-6,0	5064,9	25,7	5384,2	27,3	4074,0	20,7
5,1-5,5	6824,5	34,6	7309,6	37,0	7794,7	39,5
4,6-5,0	3205,0	16,2	4771,6	24,2	6338,2	32,1
4,5 и менее	561,1	2,8	1041,9	5,3	1522,6	7,7
Всего	19729,5	100,0	19729,5	100,0	19729,5	100,0
В т.ч. pH < 5,5	10590,6	53,6	13123,1	66,5	15655,5	79,3
Средневзвеш. pH	5,53		5,32		5,12	
Смоленская область						
6,1 и более	150,6	14,7	45,2	4,4	0	0
5,6-6,0	227,2	22,1	219,0	21,3	150,6	14,7
5,1-5,5	281,3	27,4	310,5	30,3	339,7	33,1
4,6-5,0	242,8	23,6	290,8	28,3	338,8	33,0
4,5 и менее	124,9	12,2	161,3	15,7	197,7	19,2
Всего	1026,8	100,0	1026,8	100,0	1026,8	100,0
В т.ч. pH < 5,5	649,0	63,2	762,6	74,3	876,2	85,3
Средневзвеш. pH	5,32		5,15		4,98	
Костромская область						
6,1 и более	56,7	10,5	17,0	3,1	0	0
5,6-6,0	130,5	24,1	104,9	19,4	56,7	10,5
5,1-5,5	145,1	26,8	166,9	30,9	188,5	34,8
4,6-5,0	114,1	21,1	140,5	26,0	167,0	30,9
4,5 и менее	94,5	17,5	111,6	20,6	128,7	23,8
Всего	540,9	100,0	540,9	100,0	540,9	100,0
В т.ч. pH < 5,5	353,7	65,4	419,0	77,5	484,2	89,5
Средневзвеш. pH	5,25		5,09		4,94	
Владимирская область						
6,1 и более	68,7	13,2	20,6	4,0	0	0
5,6-6,0	276,6	53,2	186,4	35,8	68,7	13,2
5,1-5,5	142,7	27,5	238,2	45,8	333,7	64,2
4,6-5,0	25,4	4,9	64,4	12,4	103,4	19,9
4,5 и менее	6,4	1,2	10,2	2,0	14,0	2,7
Всего	519,8	100,0	519,8	100,0	519,8	100,0
В т.ч. pH < 5,5	174,5	33,6	312,8	60,2	451,1	86,8
Средневзвеш. pH	5,66		5,44		5,21	

Расчет баланса кальция в земледелии за период 1965 – 2008 годов свидетельствует о том, что лишь в кратковременный период с середины 80-х до начала 90-х годов прошлого столетия он был положительным, что привело к снижению площадей кислых почв (рис. 1).

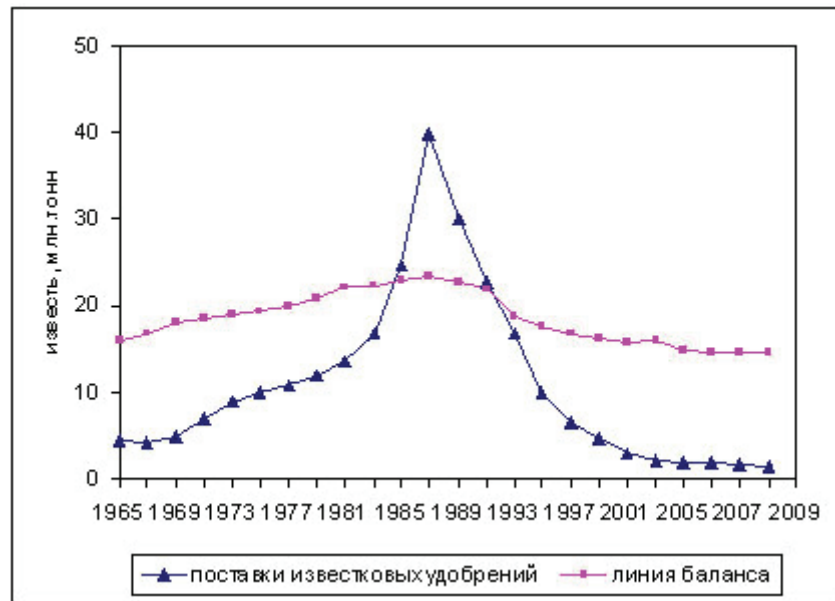


Рисунок 1 – Баланс кальция в земледелии Российской Федерации за 1965 – 2009 гг.

В настоящее время количество поступающего с известковыми материалами кальция компенсирует только 6-8 % естественных потерь этого элемента вследствие вымывания из корнеобитаемого слоя с инфильтрационными водами и выноса растениями.

Возникла острейшая необходимость восстановления известкования почв в земледелии и доведения его до оптимального уровня по количеству вносимых известковых материалов и периодичности. Периодическое известкование является важнейшим агрономическим, энерго- и ресурсосберегающим, а также природоохранным мероприятием, без которого высокопродуктивное отечественное земледелие невозможно. Из-за избыточной кислотности недобор урожая в стране в настоящее время составляет 16-18 млн. тонн, в пересчете на зерно, а в перспективе возрастет до 20-22 млн. тонн.

Высокая эффективность повторного известкования установлена в ряде многолетних полевых опытов. Так, в полевом опыте Смоленского НИИСХ в пятой и шестой ротациях севооборота общая прибавка урожая от известкования составила от 5 до 9 ц/га зерн. ед. в год. Окупаемость тонны  $\text{CaCO}_3$  урожаем составила от 1,3 до 2,7 т зерн. ед. (табл. 2). Через 16 лет среда в почве резко подкислилась до уровня pH 4,9-5,1. Среднегодовое снижение величины pH по дозам 2,0; 1,5; 1,0 и 0,5 г.к. составило соответственно 0,038; 0,075; 0,081 и 0,100. Эти данные свидетельствуют о том, что внесение высоких доз извести (1,5-2,0 г.к.) при повторном известковании приводит к снижению окупаемости  $\text{CaCO}_3$  урожаем и резкому увеличению вымывания кальция из почвы.

На ячмене прибавка от периодического известкования составила 8,4-13,6 ц/га, от повторного в 1977 и 2002 годах – от 43,9 до 10 ц/га зерна. Наибольшей она была при внесении двукратно дозы по 1,5 г.к. в 1968 и 1977 годах. Высокая эффективность металлургического шлака отмечена при более низких значениях pH почвы (табл. 2).

Таблица 2

Эффективность повторного известкования (Смоленский НИИСХ)

Варианты опыта	Среднегодовой урожай за 5-ю ротацию севооборота, ц/га зерн. ед.	Прибавка от известкования, ц/га зерн. ед.		Средний урожай в ой урожай за 5-ю ротацию севооборота, ц/га зерн. ед.	Прибавка от известкования, ц/га зерн. ед.		Общая прибавка от повтор. известкования, ц/га зерн. ед.	Окупаемость 1 тонны СаСО <sub>3</sub> т зерн. ед.	рН почвы после повторного известкования	
		общая	повтор.		общая	повтор.			в 1-й год	через 16 лет
1. Без известки	37,4	-	-	30,9	-	-			4,3	4,4
2. Основное известкование по 1,0 г.к.	40,1	2,7	-	33,8	2,9	-			5,5	4,8
3. Основное + повторно СаСО <sub>3</sub> 0,5 г.к.	43,2	5,8	3,1	35,8	4,9	2,0	62,8	2,7	5,5	4,9
4. Основное + повторно СаСО <sub>3</sub> 1,0 г.к.	44,4	7,0	4,3	37,2	6,3	3,4	96,8	2,0	6,2	5,0
5. Основное + повторно СаСО <sub>3</sub> 1,5 г.к.	46,4	9,0	6,3	36,8	5,9	3,0	121,6	1,7	6,4	5,1
6. Основное + повторно СаСО <sub>3</sub> 2,0 г.к.	45,7	8,3	5,6	37,0	6,1	3,2	113,8	1,3	6,7	5,1

Низкие темпы известкования почв при отсутствии государственной поддержки этого мероприятия связаны с высокими затратами на его проведение. Остроту проблемы можно смягчить за счёт использования известковых удобрений с низкой стоимостью. Применение известняковой муки из малопрочных пород и известьсодержащих отходов промышленности позволяет на 30-40 % снизить общие затраты при равном эффекте с известняковой пылевидной мукой, получаемой путём размола пород высокой прочности. Это положение можно проиллюстрировать данными полевого опыта, проведенного в течение 7 лет на Калужской опытной станции (табл. 3).

**Таблица 3**

**Влияние известняковой муки из малопрочных пород различного гранулометрического состава на продуктивность полевого севооборота**

Варианты опыта	Продуктивность севооборота, ц/га корм ед.
Контроль	144,2
НРК-фон	220,0
Прибавки, фон + известняковая мука тонкого помола	
Са 0,25 г.к.	15,8
Са 0,5 г.к.	44,1
Са 1,0 г.к.	61,9
Прибавки, фон + известняковая мука обычного помола	
Са 0,25 г.к.	15,0
Са 0,5 г.к.	42,5
Са 1,0 г.к.	63,5

Металлургические шлаки, как правило, равноценны по эффективности стандартной пылевидной муке или превосходят её. В нашем длительном опыте окупаемость 1 тонны  $\text{CaCO}_3$  дополнительной продукцией при основном известковании зависела от времени последствия и формы известкового материала. Для известняковой муки она составила: за 9 лет 1,1 ц. зерн. ед., за 16 лет – 5,7, за 23 года – 7,8 и за 30 лет – 10,1. Самая высокая окупаемость оказалась у металлургического шлака – 14,5 ц. зерн. ед. за 30 лет. Виды металлургических шлаков при соответствующем гранулометрическом составе также не уступают по эффективности известняковой муке (табл. 4).

**Таблица 4**

**Действие шлаков на урожай сельскохозяйственных культур, ц/га**

Культура	Урожай без известкования	Прибавки урожая от			
		известняковой муки	шлаков		
			ферро-сплавных	электросталеплавильных	мартеновских
Ячмень	15,0	2,8	3,2	2,1	2,6
Пшеница	16,0	3,2	4,1	4,0	2,5
Клевер, сено	25,0	11,6	13,2	12,0	11,6

По данным многолетних исследований установлено, что эффективность металлургических шлаков в качестве известковых удобрений определяется модулем их основности, нейтрализующей способностью, гранулометрическим и минералогическим составом. Нейтрализующая способность и растворимость кальция и магния шлаков и минералов со стекловидной структурой выше, чем у кристаллических. Например, нейтрализующая способность мервинита со стекловидной структурой составила 108 %, а с кристаллической – 89 %, мартеновского шлака стекловидного – 83 %, кристаллического – 72 %.

К степени помола шлаков предъявляют более жесткие требования, чем к известняковой и доломитовой муке, так как частицы крупнее 1 мм не оказывают существенного влияния на агрохимические свойства почвы и урожаи сельскохозяйственных культур.

Вероятное негативное влияние металлургических шлаков на почву и растения длительное время связывали с наличием хрома в некоторых из них. Результаты проведенных в последние годы исследований не подтвердили предполагаемых опасений.

Запасы апатитов в нашей стране практически исчерпаны. В ближайшей перспективе станет основным фосфорным удобрением фосфоритная мука. Поскольку известковать почвы всё равно придется, то известь и фосфорит неизбежно будут попадать на одни и те же поля. Вегетационные опыты, проведенные в прошлом столетии, показали, что при совместном внесении известь резко снижает эффективность фосфоритной муки. Данные полевых опытов опровергли эту закономерность. Впервые это установил В.Н. Прокошев. Наши исследования в полевом опыте за 40 лет также показали, что периодическое внесение полной дозы известняковой муки (три раза, в сумме 22,5 т/га) не оказало отрицательного действия на эффективность фосфоритной муки. Действие суперфосфата и фосфоритной муки на фоне извести было равноценным. Аналогичные данные получены и по выносу фосфора культурами севооборота.

Исследование фосфатного состояния почвы показало, что метод Кирсанова не пригоден для его характеристики в условиях применения фосфоритной муки на произвесткованных почвах. Наиболее тесной была зависимость между урожаем и содержанием в почве подвижных соединений фосфора, извлекаемых фторидно-аммонийной и слабосолевой вытяжками.

Высокая эффективность фосфоритной муки на фоне извести в полевых опытах (в отличие от вегетационных) объясняется длительностью неравномерного (очагового) размещения известкового удобрения в пахотном слое при современных способах обработки почвы. Следовательно, в произвесткованной почве длительное время остаются условия для разложения фосфорита. Способствует этому также положительное влияние известкования на биологическую активность почвы.

УДК 631.8:631.82

**О КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ  
ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
РАСТЕНИЙ НА КОЛЬСКОМ СЕВЕРЕ**

- © *В.И. Костюк, Полярно-альпийский ботанический сад-институт  
Кольского НЦ РАН (г. Кировск, Россия)*
- © *Е.Е. Кислых, Кольский филиал Петрозаводского государственного  
университета (г. Апатиты, Россия)*

**ON CLIMATIC PARAMETERS OF CROP YIELD FORMATION  
IN THE KOLA NORTH**

- © *V.I. Kostyuk, Polar-Alpine Botanic Garden-Institute of Kola Research Centre of  
the RAS (Kirovsk, Russia)*
- © *E.E. Kislykh, Kola Branch of Petrozavodsk State University  
(Apatity, Russia)*

Экспериментальное изучение влияния экологических факторов на хозяйственную продуктивность овса и картофеля на Кольском Севере показало, что для культуры овса погодно-климатической доминантой является влагообеспеченность активно вегетирующих растений, а для культуры картофеля – тепловые ресурсы.

**Ключевые слова:** влияние гидротермических условий, формирование продуктивности, овес, картофель.

Experimental study of environmental factors influence on agricultural productivity of oat and potatoes in the Kola North proved that climatic dominant for the former is watering actively vegetating plants and for the latter is thermal resources.

**Key words:** hydrothermic conditions influence, productivity formation, oat, potatoes.

Целью данной работы было изучение влияния температуры воздуха и атмосферных осадков на хозяйственную продуктивность широко распространенных в Мурманской области культурных растений – овса и картофеля. Поскольку реакция сельскохозяйственных растений на гидротермические условия вегетационного периода имеет, как правило, выраженный видоспецифический характер, то она требует дифференцированного анализа для каждой культуры. Статистическую обработку первичных данных осуществляли с использованием программы STATISTICA v.8.0 [6].

**Овес.** Для статистического анализа использовали результаты 20-летних наблюдений за формированием урожаев овса в совхозе «Кандалакшский» (г. Кандалакша). Овес (сорта Рядовой, Орел, Фаленский, Золотой дождь) высевался на окультуренных альфегумусовых песчаных почвах во второй декаде июня. Перед посевом на участки, отведенные под овес, вносилось 40-60 т/га навоза в сочетании с комплексными минеральными удобрениями (нитрофоска, азофоска), которые применялись в дозах N60-80 P60-80 K60-80 кг д.в./га. Уборка урожая овса производилась в период от выбрасывания метелки до начала молочной спелости (третья декада июля – первая декада августа).

Урожайность овса за годы наблюдений колебалась в диапазоне 8,4 – 17,7 т зеленой массы в расчете на 1 га (среднее значение данного показателя составило 13,1 т/га). Температура воздуха в период вегетации растений в совхозе «Кандалакшский» (в среднем за три летних месяца) изменялась по годам от 10,0 до 15,0 °С (средняя многолетняя величина – 11,8 °С). Сумма осадков за летний период варьировала в пределах 93 – 276 мм (среднее значение – 178 мм). Между многолетними колебаниями температуры воздуха и сумм осадков выявлена слабая отрицательная корреляция –  $r = -0,18$ ,  $P = 0,44$  (где  $P$  – уровень статистической значимости данного показателя).

Урожайность овса отрицательно коррелировала с температурой воздуха в период вегетации растений ( $r = -0,30$ ,  $P = 0,19$ ) и положительно с количеством выпадающих осадков ( $r = 0,49$ ,  $P = 0,03$ ). Из сравнения этих величин видно, что осадки играли более существенную роль в продукционном процессе растений овса, чем температурные условия летнего сезона.

Этот вывод подтверждается итогами факторного анализа результатов многолетних наблюдений, который проводился методом главных компонент (табл. 1). В результате данного анализа выделилась только одна главная компонента, в состав которой вошли все три обсуждаемых показателя. Это означает, что процесс формирования фитомассы растений овса зависел от комплекса метеофакторов, а не от их индивидуального влияния.

**Таблица 1**

**Результаты факторного анализа исходных данных с использованием метода главных компонент**

Показатели	Главная компонента F1
Урожайность овса	-0,84*
Осадки	-0,78*
Температура воздуха	0,60
Собственное значение вектора	1,67
Доля общей дисперсии, %	55,5

*Примечание.* Звездочкой отмечены наиболее существенные факторные нагрузки, превышающие по модулю 0,7.

Материалы приведенной таблицы подтверждают положительное и доминирующее влияние осадков на продуктивность овса по сравнению с температурным фактором. Главная компонента объясняет только 56 % общей вариации всех показателей за 20-летний период наблюдений. Остальная часть вариаций (44 %) относится, очевидно, к агротехническим и несистематическим компонентам многолетней динамики урожая.

Чтобы глубже разобраться в вопросе о том, какое же сочетание метеофакторов было наиболее благоприятным для формирования высоких урожаев овса, многолетний ряд урожайности данной культуры был разбит на две категории, или группы – «низкие» и «высокие» урожаи. Это деление

данных на контрастные группы было выполнено с помощью кластерного анализа по методу *K*-средних, что позволило добиться статистической однородности внутри каждой группы. В группу с низкой урожайностью овса вошли данные за 7 лет наблюдений, а в группу с высокой урожайностью – за 13 лет (табл. 2).

Таблица 2

**Результаты кластер-анализа структуры урожайности овса  
за 20-летний период наблюдений**

Категория урожая	Урожайность, т/га		Температура воз- духа, °С		Сумма осадков, мм	
	R	X±SE	R	X±SE	R	X±SE
Низкий	8.4-11.5	10.0±0.4	10.6-15.0	12.5±0.5	116-221	157±15
Высокий	12.9-17.7	14.8±0.4	10.0-14.2	11.4±0.3	93-276	190±15

*Примечание.* R – абсолютный размах колебаний показателя; X±SE – средняя арифметическая и ее стандартная ошибка.

Различие между группами по урожайности оказалось почти полторакартным. В годы с высокой урожайностью потребность овса в тепле была пониженной ( $12,5 > 11,4$  °С), а в водных ресурсах повышенной ( $157 > 190$  мм).

В группе с низкой урожайностью овса корреляция данного показателя с количеством атмосферных осадков была положительной и хорошо выраженной ( $r = 0,67$ ,  $P = 0,10$ ), а с температурными условиями вегетационного периода – отрицательной ( $r = -0,18$ ,  $P = 0,70$ ). В эти годы на фоне относительного дефицита осадков теплообеспеченность растений овса была избыточной.

В группе с высокой урожайностью данной культуры ее корреляция с количеством осадков оставалась положительной, однако снижалась по абсолютной величине ( $r = 0,41$ ,  $P = 0,17$ ), поскольку хорошее снабжение растений в эти годы влагой не было обеспечено адекватным количеством тепла ( $r = 0,27$ ,  $P = 0,38$ ). Действительно, в более теплые годы, когда средняя летняя температура воздуха достигала 12-14 °С, а количество выпадающих осадков было на уровне 220-280 мм, урожайность овса в совхозе «Кандалакшский» превышала 17 т/га.

**Картофель.** Для анализа использовали результаты 22-летних наблюдений за формированием урожая картофеля сорта Хибинский ранний на коллекционных питомниках Полярной опытной станции ВИРа. Картофель высаживался на участках с хорошо окультуренной старопашотной почвой в интервале с 25 мая по 5 июня. Перед посадкой под картофель вносилось 60-70 т/га навоза в сочетании с минеральными удобрениями в дозах N80-90 P80-90 K80-90 кг д.в./га. Уборка картофеля производилась с 25 августа по 10 сентября.

Урожайность картофеля колебалась в довольно широком диапазоне – от 2,4 до 4,6 кг/м<sup>2</sup>. Усредненная за три летних месяца температура воздуха



изменялась по годам от 10,0 до 14,0 °С (среднее многолетнее значение – 11,9 °С). Сумма атмосферных осадков за период вегетации растений картофеля варьировала в пределах 94 – 278 мм (среднее значение – 178 мм). Между многолетними колебаниями температуры воздуха и сумм осадков наблюдалась отрицательная корреляция –  $r = -0,20$ ,  $P = 0,37$ .

Урожайность картофеля, в отличие от овса, положительно коррелировала с температурой воздуха в период вегетации растений ( $r = 0,25$ ,  $P = 0,26$ ), тогда как ее связь с количеством осадков была нулевой ( $r = 0,002$ ). Отсутствие последней корреляции вызывает вопросы, поскольку картофель относится к культурам весьма требовательным к условиям водообеспечения [5].

Разобраться в структуре связей между обсуждаемыми показателями позволяет факторный анализ результативных данных за 22 года наблюдений (табл. 3). Если по культуре овса при данном подходе выделилась только одна главная компонента, то ситуация с картофелем оказалась сложнее, так как в ней выделились две главные компоненты. Полученные результаты показывают, что урожайность картофеля в большей степени зависела от температурных условий вегетационного периода, чем от количества выпадающих осадков.

**Таблица 3**

**Результаты факторного анализа исходных данных с использованием метода главных компонент (способ вращения осей – варимакс нормализованный)**

Показатели	Главные компоненты	
	F1	F2
Урожайность картофеля	0,88*	-0,16
Осадки	0,02	-0,93*
Температура воздуха	0,67	0,46
Собственное значение вектора	1,32	1,00
Доля общей дисперсии, %	43,9	33,4

*Примечания.* 1. Звездочкой отмечены наиболее существенные факторные нагрузки, превышающие по модулю 0.7.

2. Собственные значения векторов и доли общей дисперсии относятся к ситуации до вращения осей.

Однако значительная часть вариаций температурного фактора (по величине факторных нагрузок) вошла также в структуру второй главной компоненты, появление которой было связано с доминирующим влиянием на хозяйственную продуктивность картофеля фактора обеспеченности растений влагой. Доля второй компоненты в общем пуле вариаций триады рассматриваемых показателей (77 %) оказалась довольно существенной – 33 %. Данное обстоятельство указывает на сопряженный характер влияния двух метеофакторов на урожайность картофеля. Высокий уровень общей вариации показателей (77 %) свидетельствует о том, что урожайность картофеля в гораздо большей степени зависела от погодных условий, чем урожайность овса (56 %).

Для последующего анализа многолетний ряд урожайности картофеля с помощью кластерного анализа был разбит на две статистически однородные группы – «низкие» и «высокие» урожаи. В группу с низкой урожайностью картофеля вошли данные за 15 лет наблюдений, а в группу с высокой урожайностью – за 7 лет (табл. 4).

Различие между группами по урожайности картофеля оказалось полуторакратным. В годы с высокой урожайностью клубней потребность растений картофеля в ресурсах тепла была повышенной ( $11,5 \rightarrow 12,8$  °C), а в обеспеченности водными ресурсами – относительно пониженной ( $181 \rightarrow 172$  мм).

Таблица 4

**Результаты кластер-анализа структуры урожайности картофеля за 22 года наблюдений**

Категория урожая	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>		Температура воздуха, °C		Сумма осадков, мм	
	R	X±SE	R	X±SE	R	X±SE
Низкий	2,4-3,4	2,8±0,1	10,0-15,2	11,5±0,4	127-278	181±13
Высокий	3,8-4,6	4,3±0,1	11,3-14,0	12,8±0,4	94-256	172±22

*Примечание.* R – абсолютный размах колебаний показателя; X±SE – средняя арифметическая и ее стандартная ошибка.

В группе с низкой урожайностью картофеля статистическая связь данного показателя с количеством атмосферных осадков приобретала отрицательный характер ( $r = -0,39$ ,  $P = 0,15$ ), а с температурными условиями она была практически нулевой ( $r = 0,04$ ,  $P = 0,90$ ).

В те годы, когда достигалась максимальная урожайность картофеля, предпочтительное сочетание метеофакторов для данной культуры приобретало несколько иные очертания. В эти годы отрицательная корреляция урожайности картофеля с осадками ослабевала ( $r = -0,22$ ,  $P = 0,63$ ) и одновременно возрастала ее положительная связь с температурными условиями вегетационного периода ( $r = 0,48$ ,  $P = 0,28$ ). В наиболее благоприятные по агрометеорологическим условиям годы, когда средняя летняя температура воздуха составляла 13-14 °C, а количество атмосферных осадков было на уровне 200-260 мм, урожайность картофеля на опытных участках Полярной опытной станции ВИРа достигала максимально высокого уровня – 4,4-4,6 кг/м<sup>2</sup>.

Таким образом, формирование урожаев сельскохозяйственных культур в Мурманской области осуществляется в условиях своеобразного сочетания метеорологических условий – достаточно низких температур воздуха в период вегетации растений и большого количества атмосферных осадков. Гидротермический коэффициент Селянинова на широте городов Кандалакша и Апатиты ( $\approx 67^\circ$  с.ш.) достигает 1,6-1,8 [3], что позволяет отнести данный регион к территориям с высоким естественным уровнем влагообеспеченности. На таком «анализирующем

фоне) хорошо проявляется специфика реакции различных видов растений на экстремальные метеоусловия. Для культуры овса погодно-климатической доминантой на Кольском Севере является влагообеспеченность активно вегетирующих растений, а для культуры картофеля – тепловые ресурсы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефимова Н.А. Радиационные факторы продуктивности растительного покрова. Л. : Гидрометеоиздат, 1977. 216 с.
2. Кислых Е.Е., Вихман М.И. Экологические основы сельскохозяйственного землепользования на Кольском Севере. Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2008. 217 с.
3. Костюк В.И. Агроэкологические основы продуктивности картофеля на Кольском полуострове. Апатиты : Изд-во Кольского научного центра РАН, 1994. 142 с.
4. Костюк В.И. Экологическая физиология культурных растений на Кольском Севере. Апатиты : Изд-во Кольского научного центра РАН, 2008. 80 с.
5. Полевой А.Н. Агрометеорологические условия и продуктивность картофеля в Нечерноземье. Л. : Гидрометеоиздат, 1978. 118 с.
6. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. М. : ООО «Бином-Пресс», 2008. 512 с.
7. Яковлев Б.А. Климат Мурманской области. Мурманск: Мурманское книжн. изд-во, 1961. 200 с.

УДК 513.11  
ББК 28.691

### СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЁБ В ПОЙМЕННОМ ЭКОТОНЕ

- © *Е.А. Малышева, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)*
- © *Ю.А. Мазей, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)*

### STRUCTURE OF TESTATE AMOEBAE COMMUNITY IN FLOODPLAIN ECOTONE

- © *E.A. Malysheva, Penza State Pedagogical University named after V.G. Belinsky (Penza, Russia)*
- © *Yu.A. Mazei, Penza State Pedagogical University named after V.G. Belinsky (Penza, Russia)*

В пойме реки Илыч было обнаружено тридцать семь видов Testate amoebae. Структура сообщества амёб изменялась на протяжении экотона от русла реки до леса. Влаголюбивые виды преобладают над *Arsella discoidea*, *Centropyxis gibba*, *C. eornis*, *Cyphoderia ampulla*, *Archerella flavum* в зарослях ивы и на лугах, в то время как bryobionts (*Heleopera sphagni*, *Nebela lageniformis*) чаще встречаются в лесах.

**Ключевые слова:** раковинные амёбы, экотоны, структура сообщества, поймы.

In the alluvial soils of Ilych river floodplain 37 testate amoebae taxa were identified. Along the ecotone from river flow to forest community structure directly changed. In willows and meadows hydrophilous species predominates *Arcella discoides*, *Centropyxis gibba*, *C. eornis*, *Cyphoderia ampulla*, *Archerella flavum*, whereas bryobionts (*Heleopera sphagni*, *Nebela lageniformis*) are more common in forests.

**Keywords:** testate amoebae, ecotone, community structure, floodplain.

e-mail: yurimazei@mail.ru

Одним из постоянных компонентов почвенной нанофауны являются раковинные амёбы [2]. Раковинки корненожек, сохраняясь достаточно длительное время в почве, несут в себе информацию о состоянии среды за большой промежуток времени, что позволяет судить об интегральном влиянии особенностей среды на природные сообщества микроорганизмов [8].

Большинство исследований почвообитающих простейших Русской равнины выполнено на примере зональных водораздельных биогеоценозов [1, 3, 4]. Вместе с тем, пойменные территории существенно отличаются от прилегающих к ним водораздельных пространств, т.к. благодаря паводковому режиму характеризуются значительной биотопической пестротой и изменчивостью во времени. Изучение закономерностей структурирования сообществ раковинных амёб в соответствии со строением продольного профиля пойменных почв было предпринято А.А. Рахлеевой [6, 7] в пойме реки Пры на территории Окского заповедника. Трансекта включала: 1) аллювиальную дерновую почву на лугу в пределах прируслового вала; 2) аллювиальную светло-серую лесную почву под дубравой в прирусловой пойме; 3) аллювиальную лугово-болотную почву под разнотравным лугом в центральной пойме и 4) аллювиальную перегнойно-глеевую почву под низовым болотом в притеррасном понижении. Было показано, что от прирусловой части поймы к притеррасной меняются основные структурные показатели комплекса раковинных корненожек: численность, биомасса, видовое разнообразие, набор видов-доминантов. Максимального развития в ряду пойменных почв амёбы достигали в заболоченных почвах притеррасных понижений. Почвы прируслового вала и центральной поймы были заселены организмами нанофауны в меньшей степени.

В задачи настоящей работы входило выявление закономерностей формирования ризоподных сообществ в почвах островной поймы реки Илыч (Печеро-Илычский заповедник).

Материал был собран в июле 2009 г. на острове Пуштади, расположенном на заповедной территории в русле реки Илыч. Исследования проводили на трансекте, начинающейся от галечниковых наносов вблизи русла реки и проходящей через луговые сообщества I-го и II-го уровня островной поймы к лесным фитоценозам в центральной части острова (III-й уровень островной поймы). Из каждого биотопа были проанализированы по 2 интегральные пробы, составленные из трех, отобранных на глубине 0 – 15 см (без разделения на дернину и аккумулятивный горизонт). Количественный учет раковинных амёб проводили по стандартной методике [5]. Классификацию сообществ осуществляли при помощи иерархического кластерного анализа методом среднего присоединения на основе матрицы индексов сходства Раупа – Крика

для данных по присутствию-отсутствию видов и индексов Мориситы для данных по относительным обилиям видов. Расчеты проводили при помощи пакета статистических программ PAST 1.89.

В исследованных биотопах обнаружено 37 видов и форм раковинных корненожек. Среди них помимо почвенных и эврибионтных форм встречались типичные гидрофилы – обитатели донных осадков пресных водоемов и водотоков: *Arcella discoides*, *Centropyxis ecornis*, *C. gibba*, *Cyphoderia ampulla*, *Diffugia globulosa*, *Zivkovicia spectabilis*. Обогащенность населения водными организмами – характерная черта пойменных местообитаний [6].

В составе населения островной поймы долины р. Илыч значительно преобладают (50 – 65 %) организмы с плагиостомными раковинками из родов *Centropyxis*, *Trinema*, *Corythion*. Для сравнения, в пойменных почвах Окского заповедника их обилие не превышало 40 % [6]. В пойме Илыча акростомные формы из родов *Diffugia*, *Tracheleuglypha*, *Euglypha* не столь обильны (не более 25 %). В пойме реки Пры этот показатель значительно выше и составляет более 40 % [6]. В сукцессионном ряду островных пойменных экосистем р. Илыч (бечевник – луг – лиственный лес – хвойный лес) закономерно возрастает представленность криптостомных форм – представителей геобионтов рода *Plagiopyxis*. В аллювиальных почвах их обилие изменяется от 0 (бечевники) до 13,1 – 28,9 % (лесные сообщества). В Мещерской пойме эти величины не превышали 10 % [6]. Возможно, относительно низкое обилие криптостомных форм раковинных корненожек в Мещерской пойме связано с более высоким уровнем гидроморфизма аллювиальных почв типичной равнинной реки Пры по сравнению с пойменными почвами р. Илыч, имеющей в районе исследования полугорный характер.

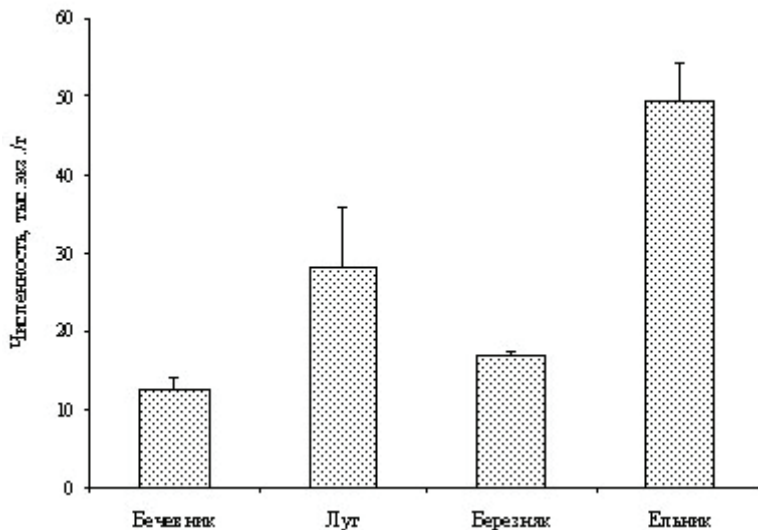


Рисунок 1 – Обилие раковинок в разных типах биотопов.  
Планки погрешностей – ошибка средней

Видовое богатство локальных сообществ (альфа-разнообразие) минимально на лугах I-го уровня поймы и в березняке (в среднем 14 – 16 видов в

пробе) и существенно выше в остальных биотопах (19 – 22). В целом, отмеченные нами величины видового богатства несколько ниже приводимых А.А. Рахлеевой [6] для поймы реки Пры. На лугах она обнаружила 31 – 42, в дубраве – 41, в низинном болоте – 54 вида.

Почвы исследованных биотопов существенно различаются по обилию раковинок (рис. 1). Максимальные величины выявлены в сообществах елового разнотравно-папоротникового леса и разнотравно-злаковых лугов, минимальные – бечевников и елово-березового крупнотравно-аконитового леса. На лугах, в зависимости от степени сформированности почвенного профиля и характера растительности, этот показатель варьирует от 12 (маломощные наносы мелкозема на галечнике) до 42 тыс. экз./г (злаково-разнотравный луг с аллювиальными дерновыми слоистыми почвами). Выявленная нами высокая численность раковинок (49 тыс. экз./г) в аллювиальных почвах хвойного леса, в верхней части профиля которых четко выражен горизонт лесной подстилки, хорошо согласуется с существующими представлениями о высоком обилии корненожек в аллювиальных почвах с развитой лесной подстилкой [8]. Низкая численность (12 – 17 тыс. экз./г) в сообществах бечевников обусловлена экстремальными экологическими условиями (длительным затоплением в период весеннего половодья и осенних паводков), отсутствием сомкнутого растительного покрова.

По видовому составу все исследованные сообщества распределяются на две группы. Первая группа представлена ценозами, формирующимися в экотоне вода-суша (бечевники) и на I-м высотном уровне островной поймы, где складываются наиболее жесткие экологические условия и почвенный покров представлен примитивными слаборазвитыми аллювиальными почвами. Причем в этой группе наиболее сходны сообщества тех экотопов, где почвы по сути отсутствуют. Вторая группа представлена сообществами раковинных амёб, входящих в состав нанофауны относительно развитых аллювиальных почв – дерновых слоистых, занимающих II-й и III-й высотный уровень пойменного острова. Повышение высотного уровня, формирование древесного яруса в растительном покрове, изменение экологических условий (уменьшение длительности периода затопления, снижение скорости потоков воды в период паводка) способствуют сближению по видовому составу сообществ раковинных корненожек в лесных биотопах. Для бечевников специфичны гидрофилы *Arcella discoides*, *Archerella flavum*, *Centropyxis gibba*, *Cyphoderia ampulla*, а для лесов – бриобионты *Heleopera sphagni*, *Nebela lageniformis*. Достаточно четко выделяется комплекс раковинных амёб, характерных для типичных аллювиальных дерновых слоистых почв, занимающих повышенные элементы рельефа островной поймы. Он включает такие педо- и бриобионтные виды, как *Tracheleuglypha dentata*, *Trinema complanatum*, *Plagiopyxis penardi*, *Nebela lageniformis* и *Heleopera petricola*.

В целом, количество доминантов в каждом из биотопов невелико (5 – 7). При классификации сообществ по видовой структуре наибольшую спе-

цифику показывают ценозы, формирующиеся в субстратах галечников прирусловой части островной поймы. Здесь доминирующую роль играют представители эврибионтной и гидрофильной групп – *Centropuxia aerophila*, *C. a. sphagnicola*, *C. cassis*, *Cyclopxis eurystoma*. В почвах низкой поймы доминируют эврибионты *Trinema lineare*, *Euglypha laevis*, *C. a. sphagnicola*. В почвах биотопов, занимающих более высокий уровень островной поймы, доминируют геофилы и бриофилы – *Plagiopuxis callida*, *Phryganella acropodia* и *Tracheleuglypha dentata*. По мнению Рахлеевой [6], небольшое количество доминантов и, соответственно, низкая выравненность распределения обилий видов являются характерными чертами пойменных сообществ.

Следует отметить значительное сходство доминирующего комплекса раковинных амёб изученных нами сообществ и ценозов аллювиальных почв Окского заповедника. Многие виды, как эврибионты (*Trinema lineare*, *T. complanatum*, *Euglypha laevis*, *Tracheleuglypha dentata*, *Phryganella acropodia*), так и характерные для увлажненных пойм (*Trinema enchelys*, *T. penardi*), доминировали и в почвах островной поймы р. Илыч, и в пойменных почвах долины р. Пры. Во всех случаях пойменные почвы были насыщены гидрофильными организмами из родов *Diffugia*, *Arcella*, *Centropuxis*, что также можно рассматривать в качестве характерной особенности ценозов раковинных амёб, населяющих аллювиальные почвы пойменных террас равнинных и полугорных рек [6, 9].

**Благодарности:** Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 10-04-00496-а).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобров А.А. Эколого-географические закономерности распространения и структуры сообществ раковинных амёб (*Protozoa: Testacea*) : Дисс. ... докт. биол. наук. М. : МГУ, 1999. 341 с.
2. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения. М. : Изд-во МГУ, 1985. 79 с.
3. Корганова Г.А. Почвенные раковинные амёбы (*Protozoa, Testacea*): фауна, экология, принципы организации сообществ : Дисс. ... докт. биол. наук. М. : ИПЭЭ РАН, 1997. 343 с.
4. Корганова Г.А. Раковинные амёбы в почвах хвойно-широколиственных лесов как показатели особенностей среды : Дисс. ... канд. биол. наук. М. : ИЭМЭЖ РАН, 1979. 227 с.
5. Мазей Ю.А., Ембулаева Е.А. Структура сообщества почвенных раковинных амёб в Островцовской лесостепи (Среднее Поволжье): эффект лесостепного градиента // Успехи совр. биол. 2008. Т. 128. № 5. С. 532 – 540.
6. Рахлеева А.А. Изменение комплексов тестаций (*Testacea, Protozoa*) в ряду пойменных почв Окского заповедника (Южная Мещера) // Известия АН. Сер. Биол. 1999. № 4. С. 478 – 487.
7. Рахлеева А.А. Особенности пространственного распределения раковинных амёб (*Testacea, Protozoa*) в равнинном ландшафте (на примере Южной Мещеры) : Дисс. ... канд. биол. наук. М. : ИПЭЭ РАН, 2000. 176 с.

8. Рахлеева А.А., Корганова Г.А. К вопросу об оценке численности и видового разнообразия раковинных амёб (*Rhizopoda*, *Testacea*) в таёжных почвах // Зоол. журн. 2005. Т. 84. С. 1427 – 1436.

9. Stout J., 1984. The protozoan fauna of a seasonally inundated soil under grassland // *Soil Biol. Biochem.* Vol. 16. P. 121–125.

УДК 631.3:631.33.022

## ДИНАМИКА ФОСФАТНОГО РЕЖИМА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

© О.Д. Шафронов, ФГУ ЦАС "Нижегородский"  
(г. Нижний Новгород, Россия)

© В.Н. Темников, Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина (г. Москва, Россия)

## DYNAMICS OF PHOSPHATE TREATMENT OF DERNO-PODZOLIC SOIL WITH DIFFERENT GRAIN-SIZE DISTRIBUTION

© O.D. Shafronov, Federal State Institution (FSI) Center of Agrochemical Service (CAS) "Nizhegorodsky" (Nizhni Novgorod, Russia)

© V.N. Temnikov, Moscow State Agro-Engineering University named after V.P. Goryachkin (Moscow, Russia)

Фосфатный режим оказывает решающее влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур. Источником фосфорного питания является фосфоритная мука – экологически безопасное удобрение даже при внесении очень высоких доз. Анализ данных по динамике объёмов внесения фосфорита на примере Нижегородской области показывает, что до 1990 года темпы внесения характеризуются интенсивно нарастающими, затем наступает резкий их спад. Вносимые дозы удобрений не обеспечивают положительного баланса фосфора и оптимизации фосфатного режима.

**Ключевые слова:** мониторинг, дерново-подзолистые суглинистые почвы, фосфатный режим.

Phosphate treatment has a dramatic impact on agricultural plants productivity. The source of phosphate is ground phosphorite which is an environmentally safe fertilizer even when it is used in high dose. The analysis of the dynamics of phosphorite applied in Nizhni Novgorod Region shows that before the year of 1990 its application was intensively growing but later it decreased significantly. Now the fertilizer amount used can't secure positive balance of phosphate and optimal phosphate treatment.

**Key words:** monitoring, derno-podzolic loamy soil, phosphate treatment.

e-mail: 123kirill@bk.ru

Являясь одним из важнейших показателей плодородия почв, фосфатный режим оказывает решающее влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур и эффективность всей системы удобрений севооборотов. Фосфор – стратегический элемент, отвечающий за энергетический баланс в биосфере, дефицит которого нарушает процессы как синтеза, так и распада органических веществ в почве.



Основным составляющим проблемы фосфатного режима является уровень применения фосфорных удобрений и обеспеченности почв доступными соединениями фосфора. В настоящее время эта проблема в земледелии резко обострилась, так как на поля вносится в среднем не более 2 кг  $P_2O_5$ , что как минимум в 60 раз меньше, в сравнении со странами Европы. Такие дозы удобрений не могут обеспечить положительного баланса фосфора и оптимизации фосфатного режима, обеспечивающего максимальную продуктивность севооборота.

В условиях практически прекратившегося производства суперфосфата важным источником фосфорного питания и существенным резервом пополнения ресурсов фосфорных удобрений является фосфоритная мука – экологически безопасное удобрение даже при внесении очень высоких доз. Имеющиеся многочисленные сведения свидетельствуют о высокой ценности этого удобрения, обеспечивающего существенное повышение фосфатного уровня почв и улучшения их физико-химических показателей. Практика сельского хозяйства показала, что оптимальным приёмом эффективного использования фосфоритной муки является разовое внесение её на многие годы, вследствие этого фосфориты обладают длительным действием с высоким коэффициентом использования фосфора в течение нескольких ротаций севооборота.

Анализ данных по динамике объёмов внесения фосфорита на примере Нижегородской области показывает, что до 1990 года темпы внесения характеризуются интенсивно нарастающими, затем наступает резкий их спад. Обобщение результатов по статформе 5ДДЗ кв. выявило, что за последнее время (последний цикл агрохимического обследования) фосфоритование проведено на 15,1 тыс. га песчаных и супесчаных почв и на 2,0 тыс. га суглинистых почв, что составляет 15 и 2 % соответственно от максимального объёма внесения, отмеченного в области. В то же время, хотя общая площадь суглинистых почв с низким уровнем обеспеченности фосфором за все циклы обследований была в 1,4-1,9 раза больше, чем супесчаных и песчаных, фосфоритование в целом интенсивнее проводилось на легких по гранулометрическому составу почвах.

Повышение общего содержания фосфора во многом зависит от типа почвы и её почвообразующей породы. Анализ данных по динамике фосфатного режима дерново-подзолистых почв в Нижегородской области за восемь циклов агрохимического обследования выявил, что при внесении расчётных доз фосфорных удобрений содержание фосфора в песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах изменялось от 21 до 300 мг/кг, на суглинистых – от 21 до 234 мг/кг. Причём с 1976 года рост запасов фосфора в песчаных и супесчаных почвах шёл динамично и более интенсивно, и к 1995 году обеспеченность их этим элементом достигла максимума. Средневзвешенное содержание фосфора в суглинистых почвах в этот период было на 32 мг/кг ниже, не превышая 126 мг/кг (табл. 1).

Отметим, что легкие по гранулометрическому составу почвы характеризуются наибольшей вариабельностью по изменению содержания фосфора – в зависимости от района области 42-52 %. Нарастание запасов фосфора наблюдалось вплоть до шестого цикла обследований, а результаты седьмого цикла уже выявили снижение показателя по всем районам области, за исключением Красно-Баковского и Чкаловского, где содержание фосфора в почве увеличилось ещё на 11 и 18 % соответственно.

К восьмому циклу обследования положение существенно изменилось, в большинстве районов отмечается стабилизация содержания фосфора в почвах, и если и наблюдалось снижение уровня фосфатного режима, то не более чем на 6-11 %. В этот период в 14 хозяйствах области средневзвешенное содержание фосфора возросло с 25 до 349-360 мг/кг, вариабельность содержания фосфора в дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах колебалась от 24 до 73 %.

Анализ данных о распространённости почв с разной степенью обеспеченности элементом внутри отдельных ландшафтов согласно принятым в агрохимслужбе градациям показывает, что после первого цикла обследования 76 % площадей дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв характеризовались низким и очень низким содержанием фосфора и лишь 4 % площадей – высоким содержанием. Для суглинистых почв эти цифры составляли 74 и 3 % соответственно. В динамике шло постепенное снижение доли почв с содержанием фосфора менее 50 мг/кг, которая к 1995 году составляла 14 % на почвах лёгкого гранулометрического состава и 21 % – на суглинистых, количество почв с высоким содержанием возросло до 48 и 30 % для анализируемых типов почв соответственно. При этом доля почв с очень низким содержанием фосфора – 25 мг/кг  $P_2O_5$  и меньше – сократилась с 44 до 4 % и с 39 до 6 %, а с очень высоким – более 250 мг/кг – увеличилась с нуля до 19 и 11 % соответственно.

Таблица 1

Динамика подвижных соединений фосфора в почвах области  
в зависимости от гранулометрического состава,  
(выборка по районам, среднее за 1966 – 2006 гг.)

Район	Хозяйство	n	lim	M <sub>тп</sub>	V, %	Район	Хозяйство	n	lim	M <sub>тп</sub>	V, %
Борский	Возрождение	8	63-218	135±55	41	Варнаровский	Ленинский путь	7	33-153	93±42	46
	Борский	8	63-203	131±59	44		Макарий	7	14-162	85±53	63
	в среднем по району	8	56-176	127±47	37		в среднем по району	8	26-130	80±35	44
Ветлужский	Маяк	7	43-95	63±18	28	Вокресенский	Путь к новой жизни	7	33-112	70±29	42
	Гатинский	6	20-68	47±18	38		Владимирский	7	19-101	62±28	45
	в среднем по району	8	32-105	68±31	46		в среднем по району	8	21-83	57±22	38
Вознесенский	Нарышкинское	7	21-134	84±43	51	Семеновский	Ефимово	10	92-283	173±55	32
	Мотылейское	7	28-102	75±26	35		Красный Восток	8	54-139	106±31	29
	в среднем по району	8	21-115	76±31	40		в среднем по району	8	63-174	115±36	31
Выксунский	АО ВПФ	5	142-349	215±80	37	Тонкинский	Победа	8	43-96	69±16	23
	Сноведское	7	18-230	109±80	73		Свободный труд	8	48-156	101±39	38
	в среднем по району	8	24-150	95±47	49		в среднем по району	8	43-116	84±26	31
Городицкий	Красный маяк	8	145-360	256±81	32	Тоншаевский	Лутовское	8	46-185	146±30	34
	Смирдино	8	40-133	101±34	34		Прогресс	8	14-72	48±23	48
	в среднем по району	8	75-221	154±54	35		в среднем по району	8	30-134	89±34	38
Ковернинский	Мир	8	86-237	169±58	34	Уренский	им. Горького	8	40-161	124±39	32
	Высоковский	8	18-118	55±31	57		Маяк	8	43-133	95±29	30
	в среднем по району	8	54-205	135±56	42		в среднем по району	8	54-180	124±42	34
Красно-Баковский	им. Тимирязева	8	28-225	132±74	56	Чкаловский	Гудок Октября	9	94-292	184±59	32
	Восход	8	20-147	99±46	47		Родина	9	33-217	131±65	49
	в среднем по району	8	23-185	121±66	52		в среднем по району	8	52-234	155±63	41
Купельбаковский	Изумруд	6	33-162	97±44	46	Шарангский	Заветы Ильича	7	26-102	75±30	41
	Земледелец	6	33-138	94±39	42		им. Кирова	7	22-69	48±14	30
	в среднем по району	8	26-175	115±50	43		в среднем по району	8	35-85	61±17	29
В среднем по типу почв		8	47-158	111±42	38	В среднем по типу почв	8	44-126	91±29	32	

Таблица 2  
**Динамика изменения площадей дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв с низкой и высокой обеспеченностью подвижным фосфором, %**

Район	Хозяйство	Содержание подвижного фосфора														
		менее 50 мг/кг							более 150 мг/кг							
		Циклы агрохимического обеспечения														
1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7	
Борский	Возрождение	49	32	10	0	4	21	54	70							
	Борский	51	29	7	3	5	14	44	57							
Ветлужский	Маяк	75	68	22	42	0	0	20	0							
	Гагинский	92	80	54	59	0	4	33	28							
Вознесенский	Нарьшкинское	100	50	17	6	0	4	33	28							
	Мотылейское	100	25	39	27	0	22	18	20							
Выксунский	АО ВПФ	-	0	21	2	-	100	36	77							
	Сноведское	100	46	28	19	0	9	42	58							
Городецкий	Красный маяк	1	1	0	0	34	75	100	92							
	Смирново	75	32	16	18	1	16	33	31							
Ковернинский	Мир	62	7	3	1	7	40	67	74							
	Высоковский	97	74	56	29	0	2	7	8							
Красно-Бакровский	им. Тимирязева	95	15	3	2	0	23	68	72							
	Восход	99	27	14	8	0	15	36	35							
Кулебакский	Изумруд	83	57	21	53	8	16	46	25							
	Земледелец	83	57	29	36	2	16	44	27							
Навашинский	Коробковский	91	5	6	2	0	66	62	71							
	Навашинский	93	30	5	2	0	24	39	28							
Сокольский	Мир	13	0	1	0	5	40	82	65							
	Фатеевское	83	72	54	66	5	0	3	0							

Таблица 3  
Динамика изменения площадей дерново-подзолистых суглинистых почв с низкой и высокой обеспеченностью подвижным фосфором, %

Район	Хозяйство	Содержание подвижного фосфора														
		менее 50 мг/кг							более 150 мг/кг							
		Циклы агрохимического обследования														
1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7	
Варнаровский	Ленинский путь	87	31	14	24	2	18	2	25	13						
	Макарий	99	57	30	21	0	19	0	22	20						
Воскресенский	Путь к новой жизни	83	61	30	44	4	15	4	12	6						
	Владимирский	97	72	45	27	0	9	0	6	17						
Семеновский	Елфимово	27	6	2	1	20	56	20	70	71						
	Красный Восток	69	24	12	3	8	21	8	40	38						
Тонкинский	Победа	71	35	4	22	0	2	0	6	1						
	Свободный труд	69	56	5	14	1	11	1	48	26						
Тоншаевский	Лутовское	-	23	1	8	2	34	2	58	64						
	Прогресс	100	80	46	57	0	2	0	8	1						
Уренский	им. Горького	84	9	3	6	1	25	1	58	31						
	Маяк	73	27	35	11	1	8	1	21	21						
Чкаловский	Гудок октября	28	7	0	2	12	49	12	69	65						
	Родина	86	16	5	4	3	21	3	53	46						
Шарангский	Заветы Ильича	93	37	9	9	0	7	0	5	15						
	им. Кирова	93	72	42	59	0	2	0	5	0						
Шахунский	Новый путь	99	8	1	5	1	27	1	73	73						
	Паломский	82	56	25	36	0	7	0	24	12						

Обобщение результатов мониторинга на основе стаформы 5ДДЗ показывает, что начиная с шестого цикла агрохимического обследования выявлено существенное увеличение площадей почв, высоко обеспеченных фосфором, причём соотношение между высоко и низко обеспеченными к восьмому циклу явно сместилось в сторону преобладания почв с высоким содержанием элемента. К седьмому циклу, в условиях крайне низких объёмов фосфоритования и резкого снижения норм внесения фосфорных удобрений, практически во всех районах идёт снижение степени обеспеченности фосфором (табл. 2, 3).

Сопоставление данных по объёмам фосфоритования и изменению площадей дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв по степени обеспеченности подвижным фосфором по районам области показывает, что между этими параметрами существует прямая зависимость на уровне  $r = 0,67$ . Коэффициент корреляции показывает, что чем больше фосфоритуется почва, тем интенсивнее снижается доля почв с низкой обеспеченностью фосфором.

Аналогичной зависимости на дерново-подзолистых суглинистых почвах не было выявлено. В этом случае произошло менее существенное снижение площадей почв с низким содержанием подвижного фосфора, коэффициент корреляции имеет несущественное значение. Этот факт свидетельствует не только об особенностях фосфоритования в зависимости от гранулометрического состава почв, но и возможном плохом качестве проводимых агрохимических мероприятий.

**УДК 513.11**

**ББК 28.691**

**СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЕБ  
В ПОЧВАХ НА СКЛОНЕ ПИКА ЧЕРСКОГО  
(ХРЕБЕТ ХАМАР-ДАБАН, ПРИБАЙКАЛЬЕ)**

- © *О.В. Марфина, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)*
- © *В.А. Чернышов, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)*
- © *Ю.А. Мазей, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)*

**STRUCTURE OF TESTATE AMOEBAE COMMUNITY IN SOILS OF  
THE SLOPE OF CHERSKY PEAK (HAMAR-DABAN MOUNTAIN  
RANGE, BAIKAL REGION)**

- © *O.V. Marfina, Penza State Pedagogical University named after V.G. Belinsky (Penza, Russia)*
- © *V.A. Chernyshov, Penza State Pedagogical University named after V.G. Belinsky (Penza, Russia)*
- © *Yu.A. Mazei, Penza State Pedagogical University named after V.G. Belinsky (Penza, Russia)*

Были изучены видовой состав и распространение почвенных раковинных амёб на склоне пика Черского (хребет Хамар-Дабан, Прибайкалье). Было выделено 104 вида. Видовое разнообразие составляло от 12 до 40 на один образец, а численность – 500 – 120000 единиц на 1 грамм абсолютно сухой почвы. Вдоль высотного градиента по направлению к вершине увеличивалось разнообразие видов и изменялся состав раковинных амёб.

**Ключевые слова:** раковинные амёбы, структура сообщества, Прибайкалье.

Species composition and distribution of soil inhabited Testate amoebae found on the slope of Chersky peak (Hamar-Daban mountain range, Baikal region) were studied. 104 taxa were identified. Species diversity was in the range from 12 to 40 per sample and abundance was from 500 to 120000 ind. per 1 gram of absolutely dry soil. Along the altitudinal gradient towards the peak top heterogeneity grew and community composition changed.

**Key words:** Testate amoebae, community structure, Baikal region

e-mail: yurimazei@mail.ru

Раковинные амёбы – широко распространённая группа организмов, заселяющих широкий диапазон биотопов – пресные воды, почвы и моховые болота [2 – 5, 7, 8, 15]. Население почвообитающих раковинных амёб на территории Российской Федерации исследовано неравномерно. Основные работы были проведены в пределах Восточно-Европейской равнины [1, 4, 9, 10, 12 – 14, 16, 17]. Значительно реже приводятся данные по Западно-Сибирской равнине [6, 18]. Территория Прибайкалья исследована еще более фрагментарно. Существует только одна работа [20], в которой приводится список из 53 видов и даны описания некоторых форм раковинных корненожек из пяти точек (проб), отобранных в районе устья реки Ангары и в Байкальском заповеднике. Таким образом, актуальна любая информация о населении простейших, полученная с байкальского региона. В задачи настоящей работы входило также выяснение того, как меняются сообщества раковинных корненожек почвенных экосистем на склоне пика Черского (хребет Хамар-Дабан) на высотах от 1000 до 1570 м н.у.м.

Материал был собран в июле 2008 г. в разнотипных биогеоценозах, сменяющих друг друга вдоль склона пика Черского (хребет Хамар-Дабан, Прибайкалье) в диапазоне высот 1000 – 1570 м н.у.м.: 1) осинник разнотравный с примесью березы (7ОЗБ) на высоте 990 м н.у.м.; 2) участок темнохвойной тайги – кедрово-пихтовый лес зеленомошник (6П4К) на высоте 1340 м н.у.м.; 3) участок разреженного лесотундрового биогеоценоза с преобладанием невысоких деревьев пихты, кедра, а также кустарников жимолости на высоте 1570 м н.у.м. В каждом биогеоценозе пробы отбирали в наиболее типичных парцеллах: в первом биотопе – в осиновой (О) и березовой (Б), во втором – кедровой (К) и пихтовой (П), в третьем – кедровой (К), пихтовой (П) и в зарослях жимолости (Ж). Для того чтобы учесть возможную внутрипарцеллярную гетерогенность в пределах каждой парцеллы пробы были взяты в прикомлевой (К), подкороновой (Кр) и межкороновой (О) зон. Каждый вариант проб был отобран в трехкратной повторности. Таким образом, из осинника и темнохвойной тайги было проанализировано по 18, а из лесотундры – 21 образец. Пробы отбирались и просматривались по стандартной методике [14]. Для выявления связи между разли-

чиями локальных ценозов и видовой структурой проводили ординацию сообществ методом анализа главных компонент на основе величин относительных обилий массовых (более 5 % от общей численности) видов. Для классификации локальных сообществ по видовому составу осуществляли кластерный анализ методом среднего присоединения на основе матрицы индексов сходства Раупа – Крика. Достоверность различий в величинах видового богатства и численности между биотопами оценивали при помощи критерия Манна – Уитни с поправкой Бонферрони для множественных сравнений. Расчеты вели при помощи пакета программ PAST 1.89.

В исследованных биотопах обнаружено 104 вида и формы раковинных амёб, из которых только 3 вида (*Trinema lineare*, *Euglypha levis*, *Euglypha rotunda*) являются структурообразующими, т.е. доминируют (относительное обилие превышает 10 % от общей численности) в сообществах. При этом все субдоминирующие (относительное обилие в среднем 2 – 10 %) формы являются эврибионтами, относящимися к водно-мохово-почвенной (*Trinema enchelys*, *Corythion dubium*) или мохово-почвенной (*Tracheleuglypha dentata*, *Trinema complanatum*, *Assulina muscorum*, *Centropyxis aerophila*) группе корненожек [11, 21]. В предыдущей работе, проведенной в Прибайкалье [20], 4 вида были встречены более чем в половине проанализированных проб: *T. lineare* (100 %), *T. complanatum* (60 %), *Phryganella acropodia* (60 %), *A. muscorum* (60 %). Все они также широко распространенные эврибионты. В эпигейных мхах в Альпах [23] также наиболее обычными формами были *A. muscorum* (100 %), *C. dubium* (100 %), *Euglypha ciliata* (100 %), *Ph. acropodia* (95 %), *E. levis* (95 %), *Centropyxis aerophila* (86 %), *Nebela tinctoria* (81 %). Подобная же ситуация складывается и в горах Пирин в Болгарии [24]. Следовательно, преобладание убиквистов, вероятно, является характерной чертой горных территорий.

Видовое богатство в локальных сообществах варьирует в широком диапазоне (от 12 до 40 видов в пробе). Причем в зоне тайги и лесотундры он незначительно (и недостоверно) выше, по сравнению с зоной лиственного леса. Полученные данные не согласуются с ранее полученными данными. Так, в горах Пирин [24] отмечена противоположная тенденция уменьшения разнообразия с высотой, а в Альпах [23] достоверных направленных изменений выявлено не было. Все это указывает на то, что закономерности изменений связаны не столько с высотой над уровнем моря как таковой, сколько с конкретными биогеоценотическими факторами, определяющими специфику изменений структуры протозойных сообществ с высотой в каждом из этих вариантов.

В целом, обилие организмов в лесотундре достоверно выше по сравнению с лиственным лесом, хотя здесь и отмечен минимальный показатель численности в одном из образцов (около 500 экз./г). Максимальный показатель численности раковинных амёб (120 тыс. экз./г.) был зарегистрирован в поясе темнохвойной тайги, где обилие так же, как и в лесотундре, варьирует в широких пределах – от 3 тыс. до 120 тыс. экз./г. В разнотипных почвенных и моховых биотопах Прибайкалья [20] численность раковинных амёб находилась в



пределах 9 – 30 тыс. экз./г и не столь сильно различалась от пробы к пробе, как в нашем случае. Средние величины обилий корненожек в Альпах [23] варьировали еще меньше и находились в пределах 24 – 31 тыс. экз./г.

По видовому составу локальные сообщества разделяются на три варианта, что связано, главным образом, с высотной поясностью. Вместе с тем, в отдельных случаях специфика видового состава связана как с парцеллярной, так и с внутриварцеллярной гетерогенностью биогеоценозов. Резко отличается от всех сообщество почвообитающих раковинных амёб из пихтовой парцеллы в темнохвойной тайге с доминирующими видами *Ph. hemisphaerica* и *N. tincta* и разнообразными элементами бриофильной группы *Assulina scandinavica*, *Heleopera petricola*, *Jungia* sp., *Placocista spinosa*. Вторым вариантом формируется в темнохвойной тайге или лесотундре. Для этих зон специфичны разнообразные представители филозных корненожек из рода *Euglypha* – *E. filifera*, *E. acanthophora*, *E. cristata*, *E. hyalina*, *E. scutigera* – а также бриобионты *Heleopera rosea*, *Corythion asperulum*. Третий вариант сообществ раковинных амёб формируется в зоне лиственного леса, где практически отсутствуют бриофильные виды *Nebela militaris*, *N. tincta*, *N. parvula*, *N. wailesi*, *Trigonopyxis arcuata* и *T. a. major*, которые появляются только в тайге и лесотундре. Таким образом, население корненожек в лиственных лесах характеризуется преобладанием эврибионтных и педобионтных организмов. С увеличением высоты над уровнем моря возрастает гетерогенность состава локальных сообществ раковинных амёб за счет добавления бриофильного элемента и возрастания пространственной неоднородности в распределении организмов.

Таким образом, полученные данные дополняют имеющуюся информацию по составу, структуре и закономерностям изменений сообществ почвенной микрофауны вдоль горного склона. Несмотря на ярко выраженную высотную поясность, выражающуюся в смене типов биогеоценозов от лиственных лесов через темнохвойную тайгу к лесотундре, изменения сообществ раковинных корненожек не столь направлены и проявляются главным образом в возрастании снизу вверх пространственной гетерогенности сообществ и усложнении видового состава за счет бриофильных групп ризопод. В целом видовой состав и структура доминирующего комплекса видов сходны с таковыми в Западной Европе [23, 24]. Отсутствие единой тенденции в ценологических изменениях вдоль высотных градиентов характерно не только для населения одноклеточных организмов, но и широко известно для артропод [19]. По всей видимости, на структуру формирующихся сообществ влияет не сам по себе фактор высоты над уровнем моря, а причины, действующие либо в меньшем (увлажненность локального биотопа, наличие пищи, хищников, особенности субстрата), либо в большем (особенности климата, исторические причины) масштабах [22].

**Благодарности:** Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 10-04-00496-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобров А.А. Видовое разнообразие раковинных амёб (*Protozoa, testacea*) почв сосновых лесов // Биологическое разнообразие лесных экосистем. М. : Наука, 1995. С. 134 – 136.
2. Бобров А.А. Историческая динамика озёрно-болотных экосистем и сукцессии раковинных амёб (*Testacea*) // Зоол. журн. 2003. Т. 82. С. 215 – 223.
3. Бобров А.А. Раковинные амёбы и закономерности их распределения в почвах // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1130 – 1137.
4. Бобров А.А. Эколого-географические закономерности распространения и структуры сообществ раковинных амёб (*Protozoa: Testacea*) : Дисс. ... докт. биол. наук. М. : МГУ, 1999. 341 с.
5. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения. М. : Изд-во МГУ, 1985. 79 с.
6. Карташев А.Г., Смолина Т.В. Влияние нефти на почвенных раковинных амёб (*Arcellinida, Euglyphida*) в условиях полевого эксперимента // Зоол. журн. 2008. Т. 87. № 9. С. 1027 – 1033.
7. Корганова Г.А. Организация почвенных сообществ раковинных амёб // Зоол. журн. 1999. Т. 78. Вып. 12. С. 1396 – 1406.
8. Корганова Г.А. Почвенные раковинные амёбы (*Protozoa, Testacea*): фауна, экология, принципы организации сообщества : Дисс. ... докт. биол. наук. М.: ИПЭЭ РАН, 1997. 326 с.
9. Корганова Г.А. Раковинные амёбы (*Testacida*) лесных почв Московской обл. // Почвенные беспозвоночные Московской обл. М. : Наука, 1982. С. 25 – 41.
10. Корганова Г.А. Раковинные амёбы (*Testacida*) некоторых почв Европейской части СССР // *Pedobiologia*. 1975. Bd. 15. S. 125 – 131.
11. Корганова Г.А., Рахлеева А.А. Раковинные амёбы (*Testacea*) почв Мещерской низменности // Зоол. журн. 1997. Т. 76. С. 261 – 268.
12. Мазей Ю.А., Бубнова О.А. Раковинные амёбы в сфагновых биотопах заболоченных лесов // Зоол. журн. 2009. Т. 88. № 4. С. 387 – 397.
13. Мазей Ю.А., Ембулаева Е.А. Изменение сообществ почвообитающих раковинных амёб вдоль лесостепного градиента в Среднем Поволжье // Аридные экосистемы. 2009. Т. 15. № 1(37). С. 13 – 23.
14. Мазей Ю.А., Ембулаева Е.А. Структура сообщества почвенных раковинных амёб в Островцовской лесостепи (Среднее Поволжье): эффект лесостепного градиента // Успехи совр. биол. 2008. Т. 128. № 5. С. 532 – 540.
15. Мазей Ю.А., Цыганов А.Н. Пресноводные раковинные амёбы. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2006. 300 с.
16. Рахлеева А.А. Изменение комплексов тестацей (*Testacea, Protozoa*) в ряду пойменных почв Окского заповедника (Южная Мещера) // Известия АН. Сер. Биол. 1999. № 4. С. 478 – 487.
17. Рахлеева А.А. Изменение структуры и разнообразия комплексов почвенных тестацей (*Testacea, Protozoa*) по элементам мезорельефа Южной Мещеры // Известия АН. Сер. Биол. 1998. № 6. С. 749 – 754.
18. Рахлеева А.А. Раковинные амёбы (*Testacea, Protozoa*) таёжных почв Западной Сибири (Сургутское Полесье) // Известия АН. Сер. Биол. 2002. № 6. С. 752 – 762.
19. Andrew N.R., Rodgerson L., Dunlop M. Variation in invertebrate-bryophyte community structure at different spatial scales along altitudinal gradients

// *J. Biogeogr.* 2003. *V.* 30. *P.* 731–746.

20. Balik V. Testacean amoebae fauna (Protozoa, Rhizopoda, Testacea) from the Asian part of the USSR (Regions of the Baikal Lake and Khabarovsk) // *Acta Soc. Zool. Bohemoslov.* 1992. *V.* 56. *P.* 93–107.

21. Chardez D. Histoire naturelle des protozoaires thücamoebiens // *Natur. Belges.* 1967. *T.* 48. *P.* 484–576.

22. Fleishman E., Fay J.P., Murphy D.D. Upsides and downsides: contrasting topographic gradients in species richness and associated scenarios for climate change // *J. Biogeogr.* 2000. *Vol.* 27. *P.* 1209–1219.

23. Mitchell E.A.D., Bragazza L., Gerdol R. Testate amoebae (Protista) communities in *Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G. (Bryophyta): relationships with altitude, and moss elemental chemistry // *Protist.* 2004. *V.* 155. *P.* 423–436.

24. Todorov M. Observation on the soil and moss testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) from Pirin mountain (Bulgaria) // *Acta Zool. Bulg.* 1998. *V.* 50. *P.* 19–29.

УДК 598.252

### ЗАВИСИМОСТЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ТЕЛА ДИКИХ УТОК ОТ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В МЕСТАХ ОБИТАНИЯ

© *Е.К. Еськов*, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)

© *В.М. Кирьякулов*, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)

### DEPENDENCY OF THE CONTAMINATION OF WILD DUCKS BODIES ON THE CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN THEIR INHABITATION

© *E.K. Eskov*, Russian State Agricultural Correspondence University (Balashikha, Russia)

© *V.M. Kir'yakulov*, Russian State Agricultural Correspondence University (Balashikha, Russia)

Изучали связи между содержанием химических элементов в среде обитания и теле двух видов уток, отличавшихся по массе тела. Обнаружены отличия по накоплению поллютантов и эссенциальных элементов в теле этих птиц, развивавшихся в одинаковых условиях. Коэффициенты поглощения, рассчитанные по соотношению между концентрацией элементов в теле уток и воде, отражают в значительной мере их интегральные значения для всей биоты, включающей разнообразные звенья трофических цепей от микроорганизмов до водной растительности и многих видов беспозвоночных.

**Ключевые слова:** загрязнение, водно-болотные угодья, поллютанты, водные виды охотничьих животных, физиологическое состояние.

The correlation between the contents of chemical elements in habitats and bodies of two wild ducks of different weight was studied. The differences in pollutants and essential elements concentration in the bodies of the two birds developed in identical conditions were discovered. Absorption coefficients (the ratio between the elements concentrations in the ducks' bodies and

in water) reflected their integral values for the entire biota representing all links of food chains from microorganisms to aquatic vegetation or invertebrates.

**Key words:** contamination, wetlands, pollutants, aqueous forms of hunting animals, physiological state

e-mail: ekeskov@yandex.ru

Поверхностные воды подвергаются интенсивному загрязнению стоками предприятий промышленности, транспорта и жилищно-коммунального хозяйства. Загрязнение водно-болотных угодий поллютантами приводит к ухудшению физиологического состояния и снижению жизнеспособности водных и околоводных видов охотничьих животных [1, с. 122 – 124; 2, с. 3 – 20; 3 с. 115 – 118].

В задачу настоящей работы входило изучение особенностей накопления химических элементов в теле и оперении двух видов уток – широконоске (*Anas clypeata*) и чирке-свистунке (*A. crecca*), обитавших в водоёмах, отличавшихся по содержанию поллютантов и эссенциальных элементов. И тот и другой виды уток развивались в этих водоёмах (им даны обозначения “А” и “Б”). Утки были изъяты из водоёмов в возрасте около 1 мес. до того как они овладели способностью совершать перелеты. Анализы химических элементов выполнены атомно-абсорбционным методом.

Установлено, что водоёмы и их донные отложения имели некоторые отличия по содержанию поллютантов и эссенциальных элементов, но их концентрации в воде не превышали ПДК. Близкой к ПДК была лишь концентрация селена (табл. 1). Между содержанием анализируемых химических элементов в воде и донных отложениях прослеживалось наличие прямой связи только у свинца и марганца. Концентрация свинца в водоёме “А” превосходила таковую в “Б” в среднем на 28 % и примерно на 19 % в донных отложениях, а марганца соответственно в 4,6 и 6,4 раза.

В водоёме “А” кадмия содержалось в среднем на 41 % меньше, чем в “Б”. В донных отложениях этого элемента было больше у водоёма “А” (в 3,5 раза). Подобно этому цинка было на 19 % больше в водоёме “А”, а в грунте в 2,7 раза меньше, чем у водоёма “Б”. По содержанию селена вода и донные отложения не имели существенных различий (табл. 1).

По концентрации анализируемых элементов оперение птиц (маховые перья), их внутренние органы и другие части тела существенно различались. Наибольшей загрязнённостью свинцом отличались маховые перья, наименьшей – мышцы, когти и пальцы. У широконосок, развивавшихся в водоёме “А”, отличавшемся относительно высокой загрязнённостью свинцом, в необезжиренных перьях его содержалось в 3,5 раза ( $P \geq 0,99$ ) больше, чем у птиц из водоёма “Б”. Подобно этому у чирков-свистунков, развивавшихся в разных водоёмах, перья по содержанию свинца отличались в 6,3 раза ( $P \geq 0,99$ ).

С разными уровнями загрязнения водоёмов кадмием связаны отличия по его аккумуляции разными частями тела развивающихся уток. В перьях широконосок и чирков-свистунков, развивавшихся в водоёме “А” кадмия

## ЗАВИСИМОСТЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ТЕЛА ДИКИХ УТОК...

содержалось в 1,3 раза меньше, чем у птиц из водоёма “Б”. Намного сильнее отличались по аккумуляции этого элемента мышечные ткани. В них у широконосок из водоёма “А” кадмия было меньше, чем в “Б” в 6 ( $P \geq 0,99$ ), а у уток-свистунков – в 10,2 раза ( $P \geq 0,99$ ). Иная тенденция прослеживалась по содержанию кадмия в когтях птиц из водоёмов, отличавшихся по загрязнённости этим элементом. Его было больше в 1,2 – 1,9 раза больше в менее загрязнённом водоёме, что, вероятно, связано с относительно высокой загрязнённостью донных отложений (табл. 2).

**Таблица 1**  
**Содержание поллютантов и эссенциальных элементов\***  
**в местах развития уток**

Места отбора проб	Элементы				
	Cd	Pb	Zn	Se	Mn
Водоёмы					
А	0,010±0,004	0,053±0,004	19,6±0,64	1,04±0,01	1,26±0,04
Б	0,017±0,001	0,038±0,002	24,0±1,02	1,27±0,02	5,78±1,62
Грунт:					
А	1,52±0,08	14,2±0,69	950±92,4	36,1±2,64	5,06±0,47
Б	0,43±0,03	11,5±0,14	348±24,8	28,8±0,41	32,4±11,4
Питьевая вода (ПДК)	1,0	10	1000	10	100

\* В воде – мкг/л, в донных отложениях – мкг/кг.

Цинка в наибольшем количестве содержали когти у широконосок и перья у чирков-свистунков. Влияние некоторых различий по содержанию цинка в водоёмах в наибольшей мере отражалось на аккумуляции элемента мышечными тканями. В них у чирков-свистунков из водоёма “А” цинка было больше, чем в “Б” в 1,9 раза ( $P \geq 0,90$ ), а у широконосок – в 7,7 раза ( $P \geq 0,99$ ). Перья широконосок из разных водоёмов не имели достоверных различий по содержанию цинка, а у чирков-свистунков прослеживалось небольшое превышение элемента в водоёмах с меньшим его содержанием, что сходно с различиями по аккумуляции кадмия и, очевидно, обусловлено одинаковой причиной – более высоким содержанием этих элементов в донных отложениях.

Относительно большое количество селена содержали перья, когти и пальцы широконосок. В их пальцах концентрация селена превосходила его содержание в когтях в 7,9, а в мышечной ткани – 11 раз ( $P \geq 0,99$ ). В отличие от этого, у чирков-свистунков наибольшим содержанием селена отличались перья, а в когтях его находилось больше, чем в пальцах в 1,8 раза (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание в теле 1-месячных птенцов уток, развивавшихся в разных водоёмах, некоторых поллютантов и эссенциальных элементов**

Утки	Элементы				
	Cd, мкг/кг	Pb, мкг/кг	Zn, мг/кг	Se, мкг/кг	Mn, мкг/кг
Широконоски(А): мышцы,	1,13±0,25	47,0±5,40	4,24±0,04	119,4±8,62	13,4±0,38
когти,	4,58±0,34	54,1±5,02	26,1±0,02	166,8±0,41	33,2±0,44
перья необезжиренные	6,12±0,45	277±1,81	15,9±1,72	478,6±46,6	112,8±4,81
обезжиренные	4,02±0,31	60,6±2,69	13,1±0,16	239,6±34,6	88,1±4,19
Широконоски(Б): мышцы,	6,82±0,18	11,5±1,04	5,24±0,39	16,7±0,18	17,2±1,54
когти,	3,71±0,91	20,6±1,52	30,4±1,21	69,1±1,21	173,1±8,49
третьи пальцы	2,52±0,06	19,9±2,22	7,61±0,74	131,2±8,2	5,18±0,54
перья необезжиренные	7,72±0,36	31,6±1,03	16,4±0,46	486,4±67,1	157,3±15,8
обезжиренные	4,30±0,51	24,4±0,62	12,2±0,38	256,8±6,09	106,4±4,62
Чирки-свистунки (А): мышцы,	0,48±0,09	9,06±1,66	3,56±0,21	26,8±0,51	4,38±0,33
когти,	5,00±0,46	10,2±1,41	18,8±1,54	144,2±17,6	33,2±0,86
третьи пальцы	1,17±0,03	9,52±0,61	5,62±0,22	81,0±3,79	51,4±0,96
перья необезжиренные	2,40±0,21	107±2,82	15,0±0,58	283,2±22,8	53,4±3,41
обезжиренные	1,34±0,07	76,2±5,10	7,50±0,38	134,1±7,56	32,4±5,78
Чирки-свистунки (Б): мышцы,	4,91±0,49	15,1±0,98	6,65±0,86	110,4±7,81	41,2±0,78
когти,	2,59±0,01	9,98±1,74	26,9±1,23	872,0±92,6	40,2±4,21
перья необезжиренные	9,12±0,39	16,9±1,04	51,5±5,21	603,1±58,7	105,8±3,03
обезжиренные	1,02±0,15	7,29±1,28	18,6±0,67	318,5±50,9	29,6±0,43

Существенное (почти пятикратное) различие по содержанию марганца отражалось в значительной мере на его аккумуляции перьями, конечностями и внутренними органами тела уток, развивавшихся в разных водоёмах. Мышечные ткани широконосок, живших после вылупления из яиц в водоёме “Б”, отличавшемся большим содержанием марганца, накапливали в 1,3 раза больше марганца по сравнению с теми утками, которые развивались в водоёме “А” с меньшей концентрацией этого элемента. Перья у тех и других уток отличались по содержанию марганца в 1,4, когти – в 5,2 раза ( $P \geq 0,99$ ). У чирков-свистунков, развивавшихся в первом из указанных

водоёмов в когтях марганца было меньше, чем во втором в 1,2, в перьях в 2,0 и в мышечных тканях – в 9,4 раза ( $P \geq 0,99$ ).

Поскольку утки смазывают перья жиром, то количество аккумулируемых ими химических элементов складывается из их содержания в поверхностном слое и в самом перье. В поверхностном слое, который удаляли посредством смыва с перьев жировым растворителем, содержась от 21 до 72 % химических элементов. Их доля зависела от количества элементов в воде. Так, на поверхность перьев у широконосок, живших в водоёме “А”, отличавшемся относительно высоким содержанием свинца, приходилось в среднем  $45,4 \pm 1,6$  % свинца, у чирков-свистунков –  $56,9 \pm 5,9$  %, а в водоёме с меньшим содержанием элемента – соответственно  $22,8 \pm 3,2$  и  $22,8 \pm 3,2$  %. Большему содержанию кадмия в водоёме “Б” сопутствовало его относительно высокое содержание на перьях уток. У широконосок из этого водоёма поверхностные слои перьев аккумулировали  $44,3 \pm 4,7$  %, у чирков-свистунков –  $67,1 \pm 12,2$  % кадмия, а в водоёме “А” –  $34,3 \pm 2,7$  и  $44,3 \pm 4,7$  %.

Значительные различия водоёмов по содержанию марганца отражались на его аккумуляции в жировых покрытиях перьев. Особенно большими были отличия по содержанию марганца на перьях чирков-свистунков. У тех из них, которые жили в водоёме “Б”, содержалось в среднем  $72,0 \pm 2,8$  % элемента. В 1,8 раза ( $P \geq 0,99$ ) меньше содержали его перья уток из водоёма “А. У широконосок эти различия были намного меньше. В водоёме “Б” у них содержалось на перьях в среднем  $32,3 \pm 9,9$  % марганца, а в “А” меньше в 1,4 раза ( $P \geq 0,95$ ).

С несходством по концентрации цинка в водоёмах и их донных отложениях, очевидно, связаны небольшие отличия по накоплению этого элемента на поверхности перьев и в их основных структурах. Но чирки-свистунки аккумулировали в поверхностной части перьев намного больше цинка, чем широконоски. У первых из них, живших в водоёме “А”, на поверхности пера аккумулировалось в среднем  $53,3 \pm 4,0$  % элемента, в “Б” –  $47,3 \pm 9,7$  %, а у вторых  $29,0 \pm 10,1$  и  $25,6 \pm 2,8$  %.

Селен, содержание которого в водоёмах не имело существенных отличий, имел близкие значения по аккумуляции в поверхностном слое перьев всех обследованных уток. Так, поверхностный слой перьев у широконосок из водоёма “А” содержал  $50 \pm 9,3$  % селена, у чирков-свистунков –  $52,6 \pm 8,1$  %. В водоёме “Б” доля этого элемента составляла соответственно  $52,6 \pm 8,1$  и  $47,3 \pm 9,7$  %.

Коэффициенты биологического поглощения в системе “вода – водные объекты – утки”, рассчитанные как отношение содержание элемента в теле к его содержанию в воде, представляли большие для этого показателя значения и варьировали в широких пределах. Относительно небольшим концентрациям свинца и кадмия в водоёмах соответствовали высокие соотношения между их концентрациями в грудных мышцах уток и воде. В водоёме с невысоким содержанием кадмия это соотношение у чирков-

свистунков и широконосок находилось в пределах от 29 до 113, а с более высоким – от 285 до 370. По содержанию свинца эти соотношения варьировали соответственно от 130 до 303 и от 159 до 893. Средние значения коэффициентов поглощения цинка у чирков-свистунков из менее загрязнённого к более загрязнённому водоёму повышались от 181 до 277. Но у широконосок прослеживалась незначительная обратная зависимость при средних значениях, равных 35 и 22.

При незначительных различиях по содержанию в водоёмах селена средние значения коэффициентов его поглощения грудными мышцами у широконосок находились в пределах от 13 до 133, у чирков-свистунков – от 26 до 87. Самым низким поглощением отличался марганец. Средние значения коэффициентов его поглощения варьировали в пределах от 3 до 11.

Таким образом, коэффициенты поглощения, рассчитанные по соотношению между концентрацией элементов в теле уток и воде, отражают в значительной мере их интегральные значения для всей биоты, включающей разнообразные звенья трофических цепей от микроорганизмов до водной растительности и многие виды беспозвоночных. Высокая вариабельность коэффициентов поглощения разных химических элементов, вероятно, связана с непостоянством биотических и абиотических факторов среды обитания в течение периода развития птенцов и индивидуальной изменчивостью их физиологического состояния. Видовые отличия аккумуляции ТМ птенцами, вероятно, связаны с несходством по интенсивности роста. К его завершению масса тела широконосок составляет в среднем 800 г, а чирков-свистунков – около 300 г. Но этим нельзя объяснить превышение накопления химических элементов в жировом слое, покрывающем перья, у чирков-свистунков. Возможно, они больше широконосок выделяют жира для смазывания перьев.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Добровольская Е.В. Тяжелые металлы в оперении птиц как природная метка // *Пищевые ресурсы дикой природы и экологическая безопасность населения. : Мат. междунар. конф. (16 – 18 ноября 2004 г. Россия, г Киров). Киров, 2004.*
2. Еськов Е.К., Кирьякулов В.М. Биологические эффекты аккумуляции поллютантов и эссенциальных элементов водно-болотными экосистемами // *Вестник охотоведения. 2009. Т. 6. № 1.*
3. Еськов Е.К., Кирьякулов В.М. Содержание тяжелых металлов в теле уток, оседло зимующих в Московской области // *Сельскохозяйственная биология. Биология животных. 2008. № 6.*



УДК 631.4: 631.42

**МОНИТОРИНГ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ И СЕРЫХ ЛЕСНЫХ  
ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ  
(НА ПРИМЕРЕ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ)**

© *В.И. Комаров, ФГУ ЦАС "Владимирский" (г. Владимир, Россия)*

© *Н.А. Комарова, ФГУ ЦАС "Владимирский" (г. Владимир, Россия)*

© *А.В. Гришина, ФГУ ЦАС "Владимирский" (г. Владимир, Россия)*

**MONITORING THE SOD-PODZOLIC AND GRAY FOREST SOILS OF  
THE NON-CHERNOZEM REGION OF RUSSIA (BASED ON THE  
EXAMPLE OF THE VLADIMIR REGION)**

© *V.I. Komarov, Vladimir State University (Vladimir, Russia)*

© *N.A. Komarova, Vladimir State University (Vladimir, Russia)*

© *A.V. Grishina, Federal State Institution (FSI) Center of Agrochemical Service  
(CAS) "Vladimirsky" (Vladimir, Russia)*

Мониторинг почв позволяет выявить критические уровни контролируемых параметров. Систематическое агрохимическое обследование почв Владимирским агрохимцентром, экспериментально доказывает, что применение химической мелиорации, способствующее повышению почвенного плодородия, не влияет на загрязнение почв и растениеводческой продукции тяжёлыми металлами.

**Ключевые слова:** почвенно-экологическая оценка, почвы, растениеводческая продукция, тяжёлые металлы, применение удобрений.

Soils monitoring reveals the critical levels of the controlled parameters. Regular agrochemical screening study of the soils conducted by Vladimir CAS proves that chemical amelioration aimed at improving soil quality does not influence the level of soils or crop products pollution by heavy metals.

**Key words:** soil-ecological assessment, soils, crop products, heavy metals, application of fertilizers

e-mail: komarova\_nadezhd@inbox.ru

Сплошной мониторинг земель сельхозугодий, осуществляемый в рамках систематического агрохимического обследования почв, позволяет выявить критические уровни контролируемых параметров. Для проведения локального мониторинга агрохимцентром "Владимирский" в 1993 году заложено в производственных условиях 37 реперных (постоянных) участков.

Результаты наблюдений на участках показывают, что интенсивное и систематическое применение известковых, минеральных и органических удобрений (до 1997 года) позволило создать достаточно высокий уровень запаса питательных веществ, благодаря которому не происходит резкого падения почвенного плодородия до сих пор.

При проведении комплекса работ по мониторингу ставилась задача определить наличие и степень вредного воздействия удобрений. Другим направлением мониторинга стал контроль над содержанием тяжёлых металлов.

Как показали исследования, даже очень высокие дозы минеральных, органических и известковых удобрений, а также применение средств защиты растений не приводят к загрязнению почв и растениеводческой продукции (табл. 1).

**Таблица 1**

**Качество продукции растениеводства  
(содержание тяжёлых металлов, мг/кг)**

Годы	Озимая пшеница (зерно)				Озимая рожь (зерно)			
	2001	2003	2005	2009	2001	2003	2005	2009
Тяжёлые металлы								
Медь	4,65	3,99	3,27	2,69	4,59	3,76	2,50	2,26
Цинк	28,00	27,26	25,00	19,95	25,30	26,57	15,26	15,54
Свинец	0,119	0,220	0,209	0,150	0,111	0,250	0,170	0,175
Кадмий	0,053	0,041	0,057	0,062	0,044	0,040	0,044	0,060
Ртуть	0,000	0,0010	0,0024	0,0006	0,0010	0,0007	0,0007	0,0005
Мышьяк	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Годы	Картофель				Капуста			
	2001	2005	2008	2009	2003	2004	2007	2009
Тяжёлые металлы								
Медь	0,790	0,810	1,017	0,767	0,38	0,39	0,72	0,56
Цинк	2,67	2,85	2,87	2,40	1,61	1,69	1,89	1,40
Свинец	0,067	0,059	0,069	0,069	0,045	0,074	0,046	0,045
Кадмий	0,021	0,021	0,022	0,013	0,016	0,017	0,020	0,011
Ртуть	0,000	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004	0,0002	0,0002	0,0003
Мышьяк	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

В целом по области средняя концентрация определяемых тяжёлых металлов находилась в пределах первой группы эколого-токсикологической оценки почв. Ни по одному из определяемых элементов не было обнаружено превышение ПДК и их содержание на уровне регионального фона с диапазоном колебаний, обусловленных почвенной пестротой (мг/кг):

по меди	1,3 – 25,4	по марганцу	12 – 765
по цинку	1,3 – 58,8	по кадмию	0,07 – 0,7
по свинцу	2,6 – 17,5	по кобальту	1 – 15,2
		по никелю	1 – 25,9

Выявлено, что суглинистые почвы разного гранулометрического состава содержат больше тяжёлых металлов, чем песчаные и супесчаные. В связи с появившимся в некоторых районах ростом кислотности отмечается тенденция к увеличению в пахотном горизонте содержания цинка в среднем с 18,5 до 26,4 мг/кг, марганца – с 321 до 438 мг/кг почвы.

Радиационная обстановка на сельскохозяйственных угодьях по данным обследования характеризуется следующими средними показателями: мощность дозы гамма-излучения не превышает естественных природных значений и находится в пределах 3,5 – 12,5 мкр/час; содержание стронция-90 – 1,5 – 4,5 Бк/кг; содержание стронция-137, так же как и стронция-90, не представляет опасности для здоровья человека и животных (табл. 2).

Таблица 2

**Радиологические показатели почв по горизонтам на реперных участках**

Год	Содержание Sr <sup>90</sup> (Бк/кг)		Содержание Cs <sup>137</sup> (Бк/кг)		Плотность загрязнения Sr <sup>90</sup> (Ки/км <sup>2</sup> )		Плотность загрязнения Cs <sup>137</sup> (Ки/км <sup>2</sup> )	
	0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см
1993	1,63	1,01	5,87	1,71	0,01	0,007	0,038	0,012
1994	2,26	1,32	7,06	3,28	0,014	0,008	0,045	0,022
1995	4,52	1,74	6,79	3,75	0,029	0,011	0,043	0,024
1996	5,73	2,03	9,65	4,33	0,038	0,013	0,063	0,029
1997	5,05	2,38	7,86	3,58	0,032	0,016	0,050	0,023
1998	4,55	2,19	6,37	3,24	0,029	0,014	0,040	0,021
1999	4,48	2,46	6,23	3,43	0,029	0,016	0,040	0,029

Размеры накопления стронция-90 и цезия-137 в урожае различных культур определяются в основном свойствами почв и биологическими особенностями растений. Отмечено, что наибольшее накопление цезия-137 наблюдается в многолетних травах (коэффициент накопления от 1,4 до 3,4), а стронций-90 больше всего накапливается в подсолнечнике и бобовых (коэффициент накопления 3,3 – 5,5).

Установлено, что наиболее тесно из агрохимических показателей с урожайностью культур коррелируют кислотность почв и гранулометрический состав. Из климатических параметров – наибольшая связь с суммой положительных температур (выше 10 °С) и коэффициентом увлажнения.

Методика общей почвенно-экологической оценки и бонитировки почв, разработанная И.И. Кармановым (1991), позволила определить почвенно-экологические показатели от конкретного участка поля, хозяйства и до области. Оценка уровня плодородия почв, полученная на основе этой методики, позволяет более рационально размещать удобрения.

Необходимо отметить, что данные, приведённые нами по величине почвенно-экологических индексов, определены без учёта уровня загрязнения территории радиоактивными и химическими веществами. Это обусловлено не только тем, что в формуле И.И. Карманова не учтены поправочные коэффициенты на уровни загрязнения территории, а прежде всего потому, что содержание в почвах реперных участков Владимирской области радиоактивных и химических веществ не превышает фоновых значений и не может повлиять на величину почвенно-экологического индекса.

На основе количественных значений всех параметров рассчитаны почвенно-экологические индексы (ПЭИ) реперных участков. Данные показывают, что величины ПЭИ сильно различаются на разных реперных участках и колеблются в пределах от 33,4 до 86,6 балла. Наиболее высокая величина этого показателя наблюдается на серой лесной среднесуглинистой почве в Суздальском районе, что свидетельствует о более высокой величине агрохимического показателя по сравнению с аналогичными почвами на других участках. На почвах песчаных и супесчаных, как правило, величина ПЭИ

значительно ниже. Данная модель даёт возможность количественно оценить экологическую нагрузку конкретных угодий и земельных участков и может служить показателем плодородия почв. Используя методику, мы определили суммарный показатель химического загрязнения почв ( $Z_c$ ) и коэффициент загрязнения ( $K_z$ ) на реперных участках за 1993 – 1998 гг. Степень загрязнения почв характеризуется как допустимая и слабая, что безопасно для возделывания сельхозкультур.

Таким образом, интенсивный уровень применения удобрений и химических мелиорантов не привел к негативному воздействию на почву и к аккумуляции тяжёлых металлов в системе почва – растение. Содержание тяжёлых металлов в почвах области значительно ниже величин предельно-допустимых концентраций. Продукция растениеводства также не имеет превышений ПДК по содержанию тяжёлых металлов.

В заключение необходимо подчеркнуть, что достоинством систематического агрохимического обследования почв, мониторинга на реперных участках и изучения динамики изменения плодородия почв области, проводимых Владимирским агрохимцентром, является то, что экспериментально доказана ложность антинаучных постулатов о вредном действии длительного применения удобрений на плодородие почвы и окружающую среду.

Применение удобрений в научно-обоснованных дозах позволило повысить продуктивность (ц/га): зерновых на 15-20, картофеля на 50-75 %, овощей и многолетних трав в 1,5-2 раза. При этом отмечалось улучшение качества продукции: увеличение содержания белка в зерне пшеницы в среднем на 0,8-1,5 % и содержания крахмала в картофеле до 17-19 %. При насыщении севооборотов органическими удобрениями зависимость урожайности основных сельскохозяйственных культур от степени кислотности почв значительно уменьшается. Высокая продуктивность ячменя, озимых пшеницы и ржи, картофеля и многолетних трав может быть получена как в интервале 6,2-6,5, так и 5,3-5,7.

Изменение кислотности при известковании в большей степени определялось исходным уровнем рН и гранулометрическим составом почв. Норматив для дерново-подзолистых почв сдвигов рН от  $\text{CaCO}_3$  для сильнокислых почв – 0,17, среднекислых – 0,16, слабокислых – 0,14. Увеличение значения рН в слабокислом интервале на 0,1 дает прибавку урожая 1,49 ц/га зерновых единиц.

Наибольшая окупаемость затрат на химизацию сельскохозяйственной продукции наблюдалась на серых лесных почвах – 5,6 – 6,2 ц/га зерн. ед., наименьшая на дерново-подзолистых супесчаных почвах – 1,9 – 3,2 ц/га зерн. ед. Увеличение содержания  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{K}_2\text{O}$  на 10 мг в интервале 90 – 150 мг/кг почвы обеспечивалось 2,2 ц/га зерн. ед.

Применение фосфоритной муки высокоэффективно и рентабельно. Оптимальный уровень содержания подвижного фосфора составляет 185 – 200 мг/кг почвы (по Кирсанову). Для повышения содержания подвижного фосфора с 50 до 200 мг/кг на каждые 10 мг необходимо вносить  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Причем повышение уровня содержания подвижного фосфора с 50 до 90 мг/кг способствует росту урожайности на 10-15 %, а со 120 до 190 мг/кг – на 30-50 %.

Применение средств химизации способствует значительному повышению почвенного плодородия ПЭИ на уровне 62-73,5 балла, при этом не наблюдается загрязнения почв и растениеводческой продукции тяжелыми металлами.

**УДК 513.11**  
**ББК 28.691**

**ВНУТРИПАРЦЕЛЛЯРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАКОВИННЫХ  
АМЕБ В СОСНОВЫХ И ДУБОВЫХ ЛЕСАХ**

- © *Ю.В. Блинохватова, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)*
- © *Е.А. Ембулаева, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)*
- © *Ю.А. Мазей, Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)*

**ВНУТРИПАРЦЕЛЛЯРНЫЙ MICROSPATIAL DISTRIBUTION OF  
TESTATE AMOEBAE IN PINE AND OAK FORESTS**

- © *Yu.V. Blinokhvatova, Penza State Pedagogical University named after V.G. Belinsky (Penza, Russia)*
- © *E.A. Embulaeva, Penza State Pedagogical University named after V.G. Belinsky (Penza, Russia)*
- © *Yu.A. Mazei, Penza State Pedagogical University named after V.G. Belinsky (Penza, Russia)*

Микрораспределение почвенных Testate амоебае было изучено в 12 дубовых и 7 сосновых лесах Среднего Поволжья. В дубовых лесах было выявлено 25, а в сосновых – 36 видов. Видовое богатство, разнообразие и равномерность распределения, их пространственная гетерогенность под кронами дубов и в различных микроместообитаниях сосняков не имеют существенных отличий. Численность простейших уменьшалась на пространстве от ствола к крайней зоне дерева, а виды изменялись. Lobose амоебае с ксеносомными раковинами преобладали в подстилке соснового леса, в то время как Filose rhizopods с идиосомными раковинами чаще встречались на участках мхов и лишайников.

**Ключевые слова:** раковинные амёбы, структура сообщества, микрораспределение.

Microspatial distribution of soil inhabited Testate amoebae was studied in 12 oak forests and 7 pine forests of Middle Volga region. There were 25 species identified in oak forests and 36 species found in pine forests. Species richness, diversity and evenness, their spatial heterogeneity and dominant species in undercrown spaces of oak forests and in various microhabitats in pine forests had no significant differences. Protozoan abundance decreased on the way from stem to limb zone of oaks, life forms changed. Lobose amoebae with xenosome shells predominated in pine forests litter whereas Filose rhizopods with idiosome shells prevailed in moss and lichen patches.

**Key words:** Testate amoebae, community structure, microspatial distribution

e-mail: yurimazei@mail.ru

Известно, что в пределах одного типа экосистем почвенный покров имеет значительную неоднородность [6], связанную прежде всего с почвообразующим действием микрорельефа. Внешним проявлением особенностей микрорельефа является гетерогенность растительного покрова [3]. Совершенно очевидно, что подобное действие микрорельефа внутри биогеоценозов не может не отразиться на почвообитающих животных [19]. Неравномерность в сложении растительности, ее мозаичность приводят, в свою очередь, к разнообразию в составе, структуре и свойствах других компонентов биогеоценоза: атмосферы (освещенности, влажности, движений воздуха), почвы (влажности, промерзания, выщелоченности и др.), животного населения, микроорганизмов, а также в характере материально-энергетического обмена между ними [18]. Для определения такой взаимосвязанной пестроты, мозаичности биогеоценологических компонентов в пределах однородного экотопа было предложено понятие биогеоценологических парцелл [6].

Кроме того, существуют особенности распределения биоты в еще меньшем масштабе – внутри парцелл. В лесных биогеоценозах значительное влияние в данном случае имеет структура древостоя. В силу экологических и биологических особенностей деревья создают вокруг себя фитогенное поле (область влияния дерева на свойства окружающего его биотопа), действующее значительное время [9, 16]. Напряженность фитогенного поля по мере удаления от дерева может значительно меняться. Так, например, Л.О. Карпачевский [8], изучая внутрипарцеллярную изменчивость гумусированности почв еловой, дубовой и осиновой парцелл, отметил следующие особенности. В еловой парцелле содержание гумуса падает в середине проекции кроны, в дубовой парцелле в этой части содержание гумуса возрастает, в осиновой парцелле содержание гумуса увеличивается на периферии проекции кроны. Внутрипарцеллярное распределение микро- и мезофауны в пределах фитогенного поля также ярко выражено [5, 7, 14]. Так, например, было отмечено, что в ельнике-кисличнике наибольшая плотность и разнообразие особей микроартропод приходится на прикомлевые участки. В направлении к краю кроны данные показатели снижаются [7]. Минимальное количество крупных беспозвоночных, напротив, обитает в почвах приствольных повышений как в кедровых, так и в еловых фитогенных полях [5].

Однако распределение почвенной микрофауны, играющей существенную роль в структурно-функциональной организации сообществ почвенных животных [1], не показывает столь выраженной связи с микропарцеллярной структурой. Так, А.А. Бобровым [2] было проведено исследование пространственного распределения тестаций в зависимости от внутрипарцеллярной структуры соснового леса в Карелии (Лоухский р-н). Были изучены прикомлевая зона, центр и край кроны, а также межкрановое пространство. По результатам кластерного анализа указывается, что топография комплексов корненожек лишь частично соответствует микропространственной структуре сосняка. В другой подобной работе [15] отмечается, что распределение раковинных амёб в фитогенном поле деревьев, ограниченном границами кранового пространства, в сосняке-зеленомошнике (Мещер-

ская низменность) характеризуется значительной степенью сходства локальных комплексов раковинных амёб. Вместе с тем у ряда видов было обнаружено предпочтение определённых зон подкранового пространства, выражающееся в показателях обилия.

Таким образом, существующая информация о микропространственной организации почвенной фауны несколько противоречива и явно недостаточна для понимания закономерностей распределения педобионтов (обитателей почвы) внутри парцелл. В связи с этим целью настоящей работы явилось выявление закономерностей внутрипарцеллярного распределения почвообитающих раковинных амёб в дубовых и сосновых лесах Среднего Поволжья.

Исследования проводили в 2007 – 2008 гг. на примере двух типов биогеоценозов, рассматриваемых как климаксные на территории Среднего Поволжья: дубравах и сосняках. Всего изучено 12 дубрав, включая пойменные и водораздельные, молодые и старовозрастные, остепненные (неморальные) и бореальные. В каждой дубраве отбирались почвенные пробы в прикомлевой области, в подкрановом и межкрановом (окна) пространствах в трех повторностях (у трех деревьев). Кроме того, в семи сосняках отбирались пробы на трех наиболее типичных напочвенных субстратах в пределах подкрановых пространств: во мхах *Pleurozium schreberi*, кустистых лишайниках *Cladonia* sp., мертвопокровной почвенной подстилке из разлагающейся хвои. В каждом из семи сосняков исследования также проводились в трех повторностях. Таким образом, общий объем материала составил 108 проб в дубравах и 63 – в сосняках. Почвенные образцы отбирались из горизонта  $A_0$  и верхней двухсантиметровой зоны следующего за ним горизонта. Виды определяли при помощи руководств [4, 12, 17].

Для выявления биотопических предпочтений раковинных корненожек проводили их ординацию методом главных компонент на основе показателей нормированных на среднее относительных обилий видов. Пространственную гетерогенность сообществ оценивали при помощи усредненных для всех пар проб индексов сходства Жаккара (по качественным данным) и Брея – Кертиса (по количественным данным). Достоверность различий между интегральными характеристиками сообществ в разных микробиотопах рассчитывалась с использованием критерия Манна – Уитни с поправкой Бонферрони для множественных сравнений. Все расчеты вели при помощи пакета программ PAST 1.89.

В изученных дубравах обнаружено 25 видов и форм раковинных амёб. Из них доминируют 15 видов, среди которых все широко распространённые формы, входящие в состав почвенной группировки. Доминируют организмы с плагиостомными и центростомными раковинками. Однако по направлению от комля к межкрановому пространству (окну) убывает относительное обилие центростомных корненожек (с крупным устьем, расположенным в центре вентральной поверхности раковинки) и возрастает доля плагиостомных амёб (с устьем, расположенным эксцентрично на вентральной поверхности раковинки и часто прикрытым козырьком). Подобная закономерность, по всей видимости, отражает уменьшающуюся влажность почвы от комля к окну [10, 11].

Обилие раковинок достоверно выше в прикомлевой зоне и в среднем составляет 540 экз./г абсолютно сухой почвы. В подкроновом и межкроновом пространстве – 250 экз./г. Видовое богатство и разнообразие также имеет слабо выраженную и недостоверную тенденцию к снижению по направлению от комля к межкроновому пространству. При этом выравненность распределения видовых обилий, оцененная индексом Пиелу и отражающая принципиальный способ разделения нишевого пространства в сообществе, сохраняется на одном уровне. Также наблюдается недостоверная тенденция к уменьшению пространственной гетерогенности (как видового состава, так и видовой структуры) сообществ в межкроновых пространствах по сравнению с остальными.

В сосняке-зеленомошнике Мещерской низменности [15] ни один из интегральных ценотических показателей не изменялся достоверно на трансекте комель – крона – окно. В исследованных нами дубравах обнаружена достоверная тенденция снижения обилия раковинок в этом направлении, что, вероятно, связано с иным типом почв под средневожскими дубравами и, соответственно, с отличающимся от сосняков характером распределения физико-химических и биологических параметров.

Во всех микростациях первые три доминанты (составляющие в совокупности более 60 % всей численности) едины. Это широко распространенные педобионты, строящие раковинку из ксеносом (чужеродные частицы, обычно песчинки, заглатываемые амёбой из окружающей среды и затем откладываемые на поверхность вновь образуемой раковинки). Различия локальных сообществ раковинных корненожек в пределах подкроновых пространств определяются субдоминантами. В целом, как и в мещерских сосняках [15], виды различаются по предпочитаемому локусу пространства (рис. 1). Так, у комлей выше относительные обилия крупных лобозных раковинных амёб, строящих раковинки из ксеносом и являющихся типичными педобионтами, *Cyclopyxis kahli*, *Cyclopyxis eurystoma*, *Centropyxis sylvatica*, а также бриофильного организма *Arcella catinus*. Для подкроновых пространств более обычны другие формы – преимущественно эврибионты и бриофилы *Trinema lineare*, *Phryganella acropodia*, *Arcella arenaria*, *Euglypha rotunda*. К межкроновым областям тяготеют *Trinema complanatum*, *Plagiopyxis declivis*, *Centropyxis aerophila*. Интересно, что в дубравах отдельные виды показывают те же предпочтения, что и в мещерских сосняках [15]. Так, подкроновые пространства в обоих случаях предпочитает *Trinema lineare*. Однако большинство видов характеризуются иными предпочтениями (экологическими предпочтениями). Так, предпочитающий прикомлевую зону в мещерских сосняках *Plagiopyxis declivis* в средневожских дубравах заселяет преимущественно межкроновые местообитания, а *Arcella catinus* проявляет прямо противоположную закономерность, преобладая у комля в дубовых лесах и в окнах – в сосняках. По всей видимости, закономерность микропространственной гетерогенности видовой структуры сообществ почвообитающих раковинных амёб определяется не столько экологическими особенностями конкретных видов, сколько реакцией сообщества как целого



на микроструктурную гетерогенность биотопа. В результате этого популяции отдельных видов в разных биогеоценозах проявляют отличные предпочтения, предпочитая обитать то в одних, то в других местоположениях в пределах фитогенного поля деревьев.

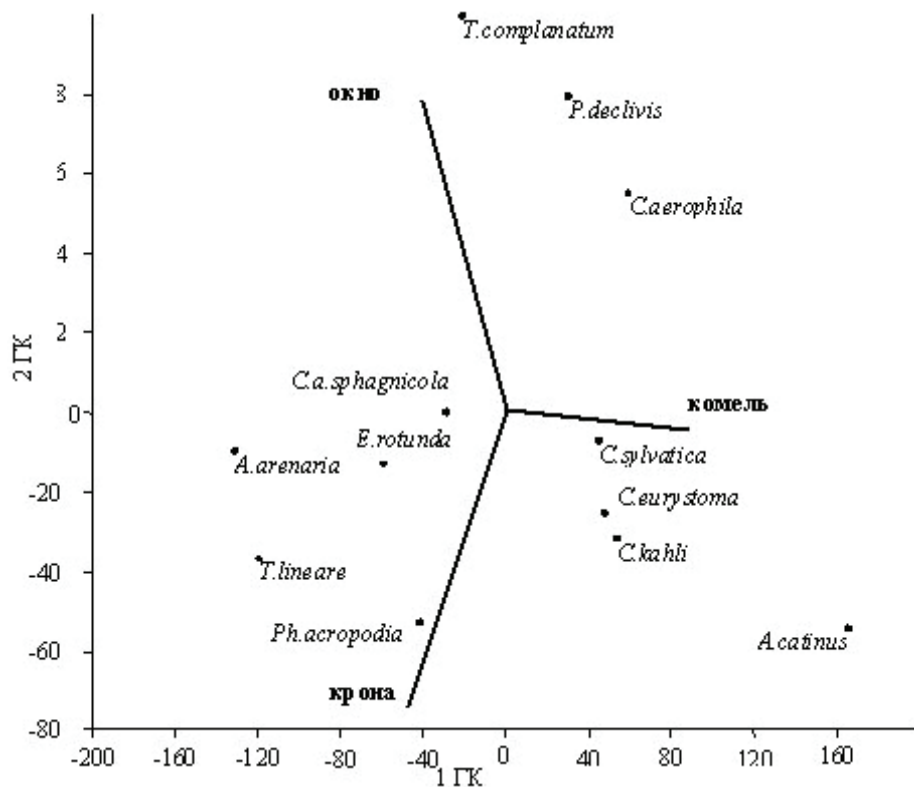


Рисунок 1 – Результаты ординации видов раковинных амёб.  
1 ГК – первая главная компонента (объясняет 72,9 % общей дисперсии),  
2 ГК – 27,2 %

В изученных сосняках обнаружено 36 видов и форм раковинных амёб. Из них доминируют 12 видов, среди которых все широко распространенные формы из мохово-почвенной группировки. Во всех биотопах преобладают организмы с плагиостомными раковинками. В отличие от дубрав, в сосняках меньше центристомных и больше акростомных раковин (бутылковидной формы) и не выражены различия между микробиотопами.

Обилие, видовое богатство и разнообразие различаются недостоверно в трех типах микробиотопов. При этом численность раковин в сосняках существенно выше, чем в дубравах, и достигает в моховых подушках 3 тыс. экз./г. Пространственная гетерогенность сообществ не изменяется достоверно в разных типах микробиотопов. Причем гетерогенность видовой состава в сосняках значительно ниже, чем в дубравах, при сопоставимых уровнях вариабельности видовой структуры сообщества.

Несмотря на то что первые 4 доминанты во всех местообитаниях едины, так же, как и в дубравах, субдоминирующий комплекс более гетерогенный (рис. 2). Так, для мертвопокровной подстилки более характерны поч-

вообитающие формы *Centropyxis aerophila*, *Centropyxis aerophila sphagnicola*, *Cyclopyxis kahli*, строящие раковинку из ксеносом. Для мхов и лишайников, напротив, типичны мелкие корненожки, строящие раковинки из эндогенно образованных идиосом. Все они эврибионты, тяготеющие к обитанию в моховых биотопах: *Assulina muscorum*, *Trinema complanatum*, *Trinema lineare*, *Euglypha laevis*.

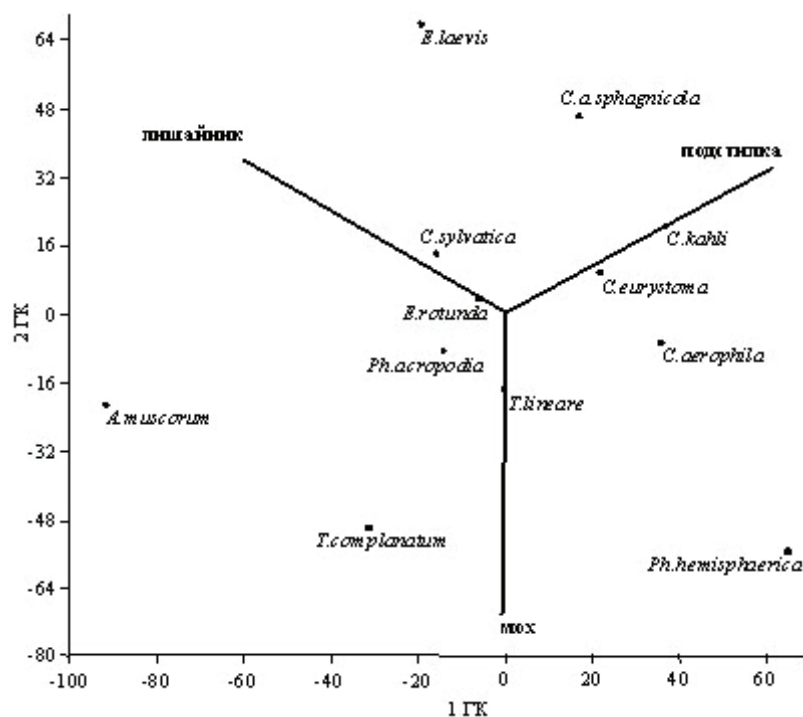


Рисунок 2 – Результаты ординации видов раковинных амёб.  
1 ГК – 56,3 %, 2 ГК – 43,7 %

Таким образом, в ходе проведённого исследования было обнаружено, что видовое богатство, видовое разнообразие, выравненность видовой структуры, гетерогенность пространственной структуры, состав доминирующего комплекса видов не изменяются достоверно в пределах подкروновых пространств в дубравах и различных микробиотопах в сосняках. Эти результаты подтверждают отсутствие существенной и однозначной связи между внутривидовой гетерогенностью биотопа и структурированием сообществ почвенной микрофауны [2, 15]. Вместе с тем, при переходе от прикомлевых пространств через подкроновые к межкроновым в дубравах убывает представленность центристомных раковинных амёб и возрастает обилие плагиостомных форм, что, по всей видимости, связано с уменьшающейся влажностью почвы. В этом же направлении снижается численность организмов, а также наблюдаются изменения в составе комплекса субдоминирующих видов. В разнотипных микробиотопах сосняков – мертвopoкpoвнoй подстилке, моховых подушках *Pleurozium schreberi*, куртинах лишайников *Cladonia* sp. – при сохранении основных ценотических параметров варьируется состав субдоминирующей группировки. Для подсти-

лок характерны почвообитающие формы, строящие раковинку из ксеносом, а во мхах и лишайниках типичны мелкие эврибионтные корненожки, строящие раковинки из эндогенно образованных идиосом.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 10-04-00496-а).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобров А.А. Раковинные амёбы и закономерности их распределения в почвах // *Почвоведение*. 2005. № 9. С. 1130 – 1137.
2. Бобров А.А. Эколого-географические закономерности распространения и структуры сообществ раковинных амёб (*Protozoa: Testacea*) : Дисс. ... докт. биол. наук. М. : МГУ, 1999. 341 с.
3. Бутузова О.В. О влиянии древесных пород на микрорельеф и комплексность почв // *Ботанический журнал*. 1960. Т. 45. № 7. С. 707 – 709.
4. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. *Определитель почвообитающих раковинных амёб (практическое руководство)*. М. : Изд-во МГУ, 1995. 88 с.
5. Герасько Л.И., Колесниченко Л.Г. Почвенная макрофауна кедровых биогеоценозов подтайги Западной Сибири // *Почвоведение*. № 4. 1997. С. 510 – 517.
6. Дылис Н.В. *Основы лесной биогеоценологии*. М. : МГУ, 1978. 146 с.
7. Захаров А.А., Бызова Ю.Б., Уваров А.В. *Почвенные беспозвоночные рекреационных ельников Подмосковья*. М. : Наука, 1989. 224 с.
8. Карпачевский Л.О. *Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе*. М. : МГУ, 1978. 311 с.
9. Кожевников Ю.П. О концепции фитогенного поля // *Известия РАН. Серия биологическая*. 1998. № 3. С. 356 – 362.
10. Корганова Г.А. Адаптивные морфологические структуры и эволюция почвенных раковинных амёб (*Protista, Testacea*) // *Зоологический журнал*. 2003. Т. 82. Вып. 2. С. 197 – 214.
11. Корганова Г.А. Организация почвенных сообществ раковинных амёб // *Зоологический журнал*. 1999. Т. 78. Вып. 12. С. 1396 – 1406.
12. Мазей Ю.А., Цыганов А.Н. *Пресноводные раковинные амёбы*. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2006. 300 с.
13. Рахлеева А.А., Корганова Г.А. К вопросу об оценке численности и видового разнообразия раковинных амёб (*Rhizopoda, Testacea*) в таёжных почвах // *Зоологический журнал*. 2005. Т. 84. № 12. С. 1427 – 1436.
14. Стриганова Б.Р. Пространственная структура животного населения почв аридных редколесий Центральной Азии // *Исследование структуры животного населения почв*. М. : Наука, 1994. С. 32 – 63.
15. Стриганова Б.Р., Рахлеева А.А. Особенности внутрипарцеллярного распределения почвенных тестацей (*Protozoa, Testacea*) // *Известия РАН. Серия биологическая*. 1999. № 6. С. 756 – 765.
16. Уранов А.А. Фитогенное поле // *Проблемы современной ботаники*. М. : Наука, 1965. Т. 1. С. 251 – 255.
17. Bonnet L., Thomas R. *Thücamoebiens du sol* // *Vie et Milieu. Suppl.* 1960. № 5. P. 1–113.
18. Lechowicz M., Bell G. *The ecology and genetics of fitness of forest plants. II. Microspatial heterogeneity of the edaphic environment* // *Journal of Ecology*. Vol. 1991. 79. P. 687–696.

УДК 504.06

## ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НАКОПЛЕНИЕ В ПЛОДАХ ИРГИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

© Е.А. Лаксаева, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)

## FACTORS INFLUENCING ACCUMULATION OF BIOACTIVE SUBSTANCES IN BERRIES OF AMELANCHIER VULGARIS

© E.A. Laskaeva, Russian State Agricultural Correspondence University (Balashikha, Russia)

The accumulation of bioactive substances in *Amelanchier vulgaris* berries is influenced by weather conditions. In cool and moderately rainy years the berries cumulate more ascorbic and other organic acids, whereas in warm and dry years they contain more anthocyan and free sugar. Foliar nutrition of the plants by solutions of zink, boron or their mixture (1:1 ratio) contributes the accumulation of bioactive substances in ripe fruit.

**Key words:** *Amelanchier vulgaris*, weather conditions, foliar nutrition, bioactive substances.

e-mail: ekeskov@yandex.ru

Ирга обыкновенная (*Amelanchier vulgaris* М.) – зимостойкое, засухоустойчивое и светолюбивое растение, но может расти и в полутени. Ирга отличается неприхотливостью к почве – растет и плодоносит на кислых, щелочных, нейтральных, суглинистых, супесчаных умеренно влажных почвах.

В культуру ирга была введена еще в конце XVI века в Англии, затем в Голландии, Канаде, США. В России она долгое время использовалась только как декоративное растение. В настоящее время ирга культивируется по всей Европейской части России, в Сибири, на Урале и в Поволжье. В диком виде произрастает в Крыму и на Кавказе. Высокое содержание в плодах ирги полифенолов, наличие кумаринов и в-ситостерина обуславливают фармацевтическое использование растения [1, с. 21 – 27; 2, с. 148 – 152; 3, с. 63 – 67].

Установлено, что химический состав, рост и развитие обыкновенной ирги во многом зависит от экологической ситуации. Важное значение принадлежит погодным условиям. От погоды зависит содержание витамина С, флавоноидов, свободных сахаров и сухих веществ в плодах ирги.

Количество аскорбиновой кислоты в зрелых плодах колеблется в пределах от  $174,5 \pm 1,4$  до  $225,8 \pm 1,8$  мг/кг. При этом в прохладные и умеренно дождливые годы этого витамина в них аккумулируется больше, чем в жаркую и сухую погоду. Динамика накопления аскорбиновой кислоты характеризуется непрерывным нарастанием ее количества в плодах в ходе их созревания.

На содержание в плодах витамина С существенное влияние оказывает активность аскорбиноксидазы (АО) – фермента, осуществляющего ее окисление. В частности, прослеживается выраженная обратная зависимость между накоплением аскорбиновой кислоты в онтогенезе плодов и активностью этого фермента. Ферменты, окисляющие аскорбиновую кислоту, ингибируются светом. При уменьшении интенсивности света в процессе созревания ягод активность аскорбиноксидазы понижается.

Количество сухих веществ в плодах растений варьирует в интервале от 16,83 до 17,36 %, а сахаров – от  $9,87 \pm 0,03$  до  $12,17 \pm 0,04$  %. Накопление сухих веществ и сахаров находится в обратной зависимости от интенсивности осадков и в прямой – от температуры.

В годы, когда больше накапливается сухих веществ, плоды содержат больше свободных сахаров, накопление которых происходило за счет увеличения содержания инвертного сахара. Более низкое содержание сахаров в плодах отмечалось в дождливые и прохладные летние месяцы, что объясняется снижением фотосинтетической активности.

В процессе созревания плодов ирги обыкновенной динамика накопления сахаров, как и аскорбиновой кислоты, характеризуется непрерывным подъемом, но уровень их нарастания невелик по сравнению с витамином С. Возможно, сахара как исходные вещества для биосинтеза аскорбиновой кислоты могут лимитировать биосинтез этого витамина лишь в начальный период, когда содержание их невелико, а потребность в них на построение растительных тканей значительна. Поэтому на ранних стадиях развития плодов сахара и витамин С в них аккумулируются в малых количествах. Изменяется по годам исследования и сахарокислотный коэффициент (от  $18,3 \pm 0,3$  до  $27,0 \pm 0,7$  %), определяющий вкусовые достоинства плодов ирги. Величина его при созревании плодов возрастает за счет ускоренного накопления в них сахаров и незначительного уменьшения суммарного количества органических кислот.

Установлено, что полифенольные соединения плодов ирги являются производными кверцетина. Они блокируют активность аскорбиноксидазы, повышая устойчивость и количество витамина С при созревании плодов ирги. В плодах ирги к периоду увеличения витамина С количество флавоноловых гликозидов максимально, а при созревании плодов оно уменьшается за счет их участия в процессе восстановления аскорбиновой кислоты.

Метеорологические условия существенно влияют на содержание антоцианов, количество которых в жаркое и сухое лето в плодах значительно выше, чем в прохладные и дождливые годы. В зрелых плодах содержание антоцианов достигает максимума, варьируя от  $3,72 \pm 0,09$  до  $4,36 \pm 0,04$  %.

В процессе созревания плодов содержание в них полисахарида уменьшается. Так, в зеленых плодах его содержание находится на уровне 8,3 бурых – 4,2 и зрелых – 2,1 %. Это объясняется преобладанием на ранних стадиях развития плодов процессов синтеза, а в период их созревания – гидро-

лиза. Водорастворимый полисахаридный комплекс плодов ирги обыкновенной является гетерополисахаридом, состоящим из моносахаридов: галактуроновой кислоты, галактозы, глюкозы, арабинозы, ксилозы и рамнозы. Состав и высокое содержание галактуроновой кислоты (от  $82,2 \pm 0,79$  до  $85,6 \pm 0,36$  %) позволяет отнести водорастворимый полисахаридный комплекс плодов ирги к классу пектиновых веществ. Моносахаридный состав этих полимеров не меняется при созревании плодов.

В зрелых плодах ирги определено содержание микроэлементов: железа, марганца, цинка, меди, бора и кобальта. При созревании плодов в них в основном сохраняется исходный уровень цинка, кобальта и уменьшается содержание меди и бора, особенно железа и марганца. Содержание макроэлементов – натрия, калия, кальция – в процессе созревания плодов увеличивается от  $0,27 \pm 0,01$  до  $0,33 \pm 0,01$ , от  $9,4 \pm 0,12$  до  $10,17 \pm 0,18$  и от  $2,22 \pm 0,11$  до  $8,19 \pm 0,22$  г/кг соответственно.

Внекорневая обработка растений микроэлементами (цинк, бор и их смесь) статистически достоверно повышала прирост побегов ирги. Наибольшей ростостимулирующей эффективностью отличалась обработка растений смесью микроэлементов. Биоэлементы вызывали более раннее цветение (на 1-2 дня), созревание плодов (на 6-7 дней), листопад (на 7-8 дней) по отношению к контролю.

Обработка растений микроэлементами во всех вариантах опыта повышала содержание витамина С. Наибольшее увеличение аскорбиновой кислоты установлено при обработке смесью микроэлементов и цинком (в среднем) на 53 и 44,3 % соответственно. Обработка растений бором увеличивала количество аскорбиновой кислоты в плодах (в среднем) на 27,4 %.

Цинк и бор стимулируют активность аскорбиноксидазы и полифенолоксидазы, не изменяя присущей плодам ирги обратной зависимости между накоплением аскорбиновой кислоты и аскорбиноксидазы и прямой – полифенольных соединений и полифенолоксидазы после обработки ирги 0,03 % раствором микроэлементов. Активность полифенолоксидазы повышалась статистически достоверно при обработке бором, а в случае обработки цинком и смесью микроэлементов повышение активности было статистически недостоверно. Активность окислительных ферментов в плодах опытных растений была, как правило, выше, чем в контроле. Однако к стадии технической зрелости плодов активность оксидаз снижалась до уровня контроля.

Максимально производные кверцетина накапливаются в опыте с цинком, превышая контроль в зрелых плодах на 16,0, в зелёных и бурых на 17,4 и 17,1 % соответственно. Смесью бора и цинка (1:1) в зелёных плодах увеличивает их количество на 8,2, бурых – на 10,1, в зрелых – на 9,9 % по сравнению с контролем. При обработке растений бором содержание производных кверцетина понижалось во все периоды роста и созревания плодов.

Содержание антоцианов в зрелых плодах под действием микроэлементов возрастало на 11,3-19,9 % по отношению к контролю. Это объясняется аккумуляцией в плодах микроэлементов и усилением процессов син-

теза полифенольных соединений, а также способностью антоцианов образовывать комплексы с ионами микроэлементов.

Микроэлементы статистически достоверно повышали содержание сахаров на 9,5-21,0 % в плодах ирги обыкновенной. Максимальное увеличение сахаров установлено в опыте с цинком на 21,0 % и в опыте со смесью микроэлементов на 19,8 % по сравнению с контролем. Рост сахаристости проходил за счет инвертного сахара, а количество сахарозы и кислотность плодов понижались. При этом возрастала величина сахарокислотного коэффициента.

Обработка растений микроэлементами повышала выход водорастворимого полисахаридного комплекса плодов ирги по сравнению с контролем в 2,4-2,5 раза. Во всех вариантах опытов происходило увеличение количества галактуроновой кислоты в полисахариде плодов до 85,7-87,1 %. Микроэлементы изменяли соотношение моносахаридов в составе полисахаридного комплекса. Повышение выхода полисахарида в опытах с микроэлементами объясняется их способностью образовывать прочные комплексы с молекулами полисахарида, которые, вероятно, предохраняют его от ферментативного распада.

Микроэлементы во всех вариантах опытов способствовали статистически достоверному увеличению накопления в зрелых подах ирги цинка и бора, особенно цинка, а также повышали количество марганца, меди, но понижали содержание железа. Микроэлементы в зелёных плодах статистически достоверно влияли на увеличение содержания калия и кальция. При обработке растений бором и смесью микроэлементов увеличивалось в плодах содержание натрия. В зрелых плодах содержание макроэлементов (K, Na, Ca) статистически достоверно понижалось при обработке бором и смесью микроэлементов, а содержание магния не отличалось от контроля ( $P > 0,05$ ).

Таким образом, метеорологические условия влияют на накопление биологически активных веществ в процессе созревания в плодах обыкновенной ирги. В прохладные и умеренно дождливые годы более выражено накопление аскорбиновой кислоты, органических кислот, а в теплые и сухие – антоцианов, производных кверцетина, свободных сахаров. При этом внекорневая обработка растений ирги обыкновенной растворами цинка, бора и их смесью (1:1) способствует увеличению накопления биологически активных веществ в зрелых плодах ирги.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корунчикова В.В. Эколого-ботаническое изучение рода ирги // Бюл. ботанич. сада им. И.С. Косенко. Краснодар, 1994. № 1.
2. Леонченко В.Г., Черенкова Т.А., Иванова Л.Н. Селекция на улучшение химического состава плодов нетрадиционных плодовых культур // Состояние и проблемы садоводства России : сб. науч. тр. Новосибирск, 1997.
3. Стрельцина С.А., Бурмистрова Л.А. Биохимический состав ирги ольхолистной в условиях северо-запада РФ // Аграрная Россия. 2006. № 6.

УДК 597.5

**СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАГНИТНОЙ  
ВОСПРИИМЧИВОСТИ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН  
ГОРОХА ОВОЩНОГО (*PISUM SATIVUM L.*)**

© Ю.А. Родионов, Российский государственный аграрный заочный университет (г. Балашиха, Россия)

**SEASONAL VARIATIONS OF MAGNETIC SUSCEPTIBILITY AND  
VIABILITY OF THE SEEDS OF PEAS VEGETABLE  
(*PISUM SATIVUM L.*)**

© Yu.A. Rodionov, Russian State Agricultural Correspondence University (Balashikha, Russia)

Семена гороха можно рассматривать как диполи, положение южного магнитного полюса у большинства которых совпадает с локализацией зародыша. С магнитной восприимчивостью семян гороха, подверженной сезонной изменчивости, связана жизнеспособность семян, что выражается в энергии их прорастания и всхожести.

**Ключевые слова:** магнитная восприимчивость, жизнеспособность семян, овощной горох, энергия прорастания, всхожесть.

Seeds of peas can be considered as dipoles and the position of south pole in most of them coincides with the germ localization. Seeds viability proved by germinating power and emergence rate is associated with magnetic susceptibility characterized by seasonal variations.

**Key words:** magnetic susceptibility, seeds viability, peas vegetable, emergence rate, germinating power.

e-mail: ekeskov@yandex.ru

Магнитное поле (МП) относится к первичным экологическим факторам. Поэтому оно влияло на весь ход эволюции организмов, населяющих Землю. По имеющимся сведениям организмы различной сложности организации реагируют на вариации МП, что показано на большом экспериментальном материале, выполненном преимущественно при использовании искусственных МП высокой напряженности [4, с. 617 – 622; 10]. Имеются также сведения о влиянии пространственной ориентации семян разных видов растений на начальные ростовые процессы и их физиологическое состояние [2, с. 103; 3; 7, с. 60 – 67; 8, с. 412 – 415; 9, с. 69 – 74; 11, с. 155 – 158].

Семена растений, подвешенные на тонкой нити, подобно стрелке компаса разворачиваются между полюсами магнита вдоль силовых линий МП [5, с. 357 – 360; 6, с. 387 – 389; 12, с. 168 – 172]. С магнитной восприимчивостью семян связана активность начальных ростовых процессов [3; 4, с. 617 – 622]. Поэтому от ориентации высеваемых семян к вектору природного МП зависит урожайность растений [1, с. 104 – 105].

В МП семена гороха разворачивались на разные углы в сторону северного или южного магнитных полюсов (на географический юг или север соответственно). Но это их направление разворота к тому или другому полюсам магнитов сохранялось не у всех семян после переориентации положения полюсов. Всякий раз перед их переориентацией магниты вначале отво-



## СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ...

дили от семян. После того как они уравнивались в горизонтальной плоскости магниты вновь подносили к семенам, изменив положение полюсов по отношению к исходному на противоположное. Оказалось, что доля семян с низкой магнитной восприимчивостью (условно невосприимчивых) изменялась в течение годового цикла изменения их физиологического состояния (табл. 1).

**Таблица 1**

**Сезонная динамика изменчивости магнитной восприимчивости у семян гороха овощного ( $n = 400$ )**

Время года	Доля семян, % ( $\pm m$ рассчитано по уровню значимости, равному 0,95)		
	разворачивавшихся к северному магнитному полюсу	изменявших вектор намагниченности	невосприимчивых к МП
Осень	34,0 $\pm$ 1,0	45,0 $\pm$ 1,3	21,0 $\pm$ 0,6
Зима	32,0 $\pm$ 1,0	43,0 $\pm$ 1,3	25,0 $\pm$ 0,8
Весна	30,0 $\pm$ 0,9	41,0 $\pm$ 1,2	29,0 $\pm$ 0,9
Лето	34,0 $\pm$ 1,0	46,0 $\pm$ 1,4	20,0 $\pm$ 0,6

Наибольшее количество невосприимчивых семян было весной и наименьшее летом. От весны к лету доля невосприимчивых семян уменьшалась в 1,45 раза ( $P \geq 0,95$ ). Сезонная изменчивость представительства магнитовосприимчивых семян имела в основном противоположную тенденцию, варьировалась в меньших пределах. В течение всех сезонов наибольшее представительство имели семена, изменявшие полюс притяжения зародышевой стороны семени.

Судя по лабораторной всхожести, наибольшей жизнеспособностью обладают семена, изменявшие вектор намагниченности. Среди них доля жизнеспособных семян от зимы к лету возрастала в 1,75 раза ( $P \geq 0,95$ ). Сходные тенденции сезонной изменчивости всхожести прослеживались у семян, которые зародышами разворачивались к северному магнитному полюсу или характеризовались очень низкой магнитной восприимчивостью (табл. 2).

**Таблица 2**

**Сезонная динамика жизнеспособности семян гороха овощного, отличающихся по магнитной восприимчивости ( $n = 1200$ )**

Время года	Всхожесть (%) семян		
	разворачивавшихся к северному магнитному полюсу	изменявших вектор намагниченности	невосприимчивых к МП
Осень	30,0 $\pm$ 0,9	47,8 $\pm$ 1,4	14,4 $\pm$ 0,4
Зима	22,2 $\pm$ 0,6	31,1 $\pm$ 0,9	10,0 $\pm$ 0,3
Весна	24,4 $\pm$ 0,7	32,2 $\pm$ 0,1	12,2 $\pm$ 0,4
Лето	36,7 $\pm$ 1,1	54,4 $\pm$ 1,6	20,0 $\pm$ 0,6

Осенью семена, изменявшие вектор намагниченности, превосходили по всхожести те, которые отклонялись только к северному полюсу, в среднем в 1,59, зимой – в 1,40, весной – в 1,32 и летом – в 1,48 раза ( $P \geq 0,95$ ). Еще значительнее эти различия были у невосприимчивых семян. Осенью у них всхожесть была ниже, чем у семян, изменявших вектор намагниченности в 3,32 раза, зимой – в 3,11, весной – в 2,64 и летом – в 2,72 раза ( $P \geq 0,95$ ).

## ВЫВОДЫ

1. Семена гороха можно рассматривать как диполи, у большинства которых положение южного магнитного полюса совпадает с локализацией зародыша. Переориентация магнитных полюсов воздушно-сухих семян гороха возможна под действием кратковременного воздействия МП, напряженность которого не выходит за пределы магнитных аномалий в разных зонах Земли.

2. С магнитной восприимчивостью семян гороха, подверженной сезонной изменчивости, связана жизнеспособность семян, что выражается в энергии их прорастания и всхожести. Наибольшей жизнеспособностью обладают семена гороха, вектор намагниченности которых может изменяться в постоянном МП.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветров В.С., Горбачев Н.А., Страцкевич Л.К. Результаты применения стимулирующих факторов роста растений при возделывании кукурузы в Белорусии // Докл. Всесоюзн. научно-практич. конф. "Применение низкоэнергетических физических факторов в биологии и сельском хозяйстве". Киров, 1989. С. 104 – 105.
2. Горя В.С. О влиянии ориентации семян в почве по отношению к геомагнитным полюсам на рост и развитие кукурузы // Краткие итоги работы за 1966 г. Молдавского НИИ селекции, семеноводства и агротехники полевых культур. Кишинев, 1969. С. 103.
3. Дубров А.П. Геомагнитное поле и жизнь. Л.: Гидрометеоиздат, 1974.
4. Еськов Е.К., Дарков В.А. Последствия интенсивного магнитного воздействия на начальные ростовые процессы у семян растений и на развитие пчел // Изв. РАН. Сер. биол. 2003. № 5. С. 617 – 622.
5. Еськов Е.К., Дарков А.В., Швецов Г.А. Зависимость магнитной восприимчивости различных биообъектов от их физиологического состояния и жизнеспособности // Биофизика. 2005. Т. 50. № 2. С. 357 – 360.
6. Еськов Е.К., Дарков А.В., Швецов Г.А. Связь магнитной восприимчивости биообъектов с их физиологическим состоянием // Сб. докл. 4-го междунар. симп. по электромагнит. совместимости и электромагнит. экологии. СПб., 19 – 22 июня 2001 г. СПб.: ЭМС, 2001. С. 387 – 389.
7. Еськов Е. К., Родионов Ю. А. // Известия РАН. Сер. биол. 2010. № 1. С. 60 – 67.
8. Еськов Е.К., Родионов Ю.А. // Тр. 8-го Междунар. симпоз. по электромагнитной совместимости и электромагнитной экологии (ЭМС 2009), 16 – 19 июня 2009. С-Пб., 2009. – С. 412 – 415.

9. Новицкий Ю.И., Стрекалова В.Ю., Тараканова Г.А. Действие постоянного магнитного поля на рост растений // Влияние магнитных полей на биологические объекты. М. : Наука, 1971. С. 69 – 74.

10. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа. М. : Наука, 1968.

11. Прозоров Н.В. Влияние геомагнитного поля на прорастание хвойных пород // Лесной журн. 1970. № 5. С. 155 – 158.

12. Хвелидзе М.А. Бионические аспекты магнитоэлектрических эффектов / Хвелидзе М.А., Думбадзе С.И., Ломсадзе М.Ш. [и др.] // Проблемы бионики. М. : Наука, 1973. С. 168 – 172.

УДК 633.11:631.95

ББК 42.112 – 40.1

3-63

### ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И МАТРИКАЛЬНОЙ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТИ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН

© С.В. Зиновьев, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)

© А.А. Блинохватов, Пензенская государственная технологическая  
академия (г. Пенза, Россия)

### VARIOUS QUALITIES OF SPRING WHEAT SEEDS

© S.V. Zinoviev, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)

© A.A. Blinokhvatov, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)

В статье “Разнокачественность семян яровой пшеницы” приведены данные о воздействии расположения семян на материнском растении и факторов среды (температуры воздуха и количества осадков за вегетацию) на биохимический состав и качество семян. В тексте статьи приведены показатели среднемесячных температур воздуха, количество осадков за вегетацию, а также результаты исследований содержания азота, фосфора, калия и сырого белка в семенах яровой пшеницы (2007 – 2009 гг.).

**Ключевые слова:** факторы среды, биохимический состав, семена, качество.

The article "Various qualities of spring wheat seeds" deals with the investigation of how biochemistry and quality of seeds is influenced by the arrangement of seeds on maternal plant and such environmental factors as atmospheric temperature and rainfall over the growing season. The article contains the data about average monthly temperatures, depth of rainfall over vegetations, together with nitrogen, phosphorus, potassium and protein content in spring wheat seeds (2007-2009). Year-by-year analysis of the influence of weather conditions and seeds arrangement on the quality of spring wheat seeds is given.

**Key words:** environmental factors, biochemistry, seeds, quality

e-mail: zinoviev.ser@yandex.ru

Статья содержит анализ влияния погодных условий и места расположения на качество семян яровой пшеницы по годам исследований.

Разнокачественность семян яровой пшеницы, модификационная изменчивость, содержание в семенах сырого белка, содержание в семенах азота, фосфора и калия, гидротермические условия, семена со средней, нижней и верхней части колоса.

Долгое время оставалось неясным, почему семена растений или даже с одного и того же растения могут сильно варьировать по различным показателям: размерам, биохимическому составу, посевным свойствам и урожайным качествам. Исследования, проведённые в прошлые годы и современными учёными, подтверждают, что семена даже с одного растения и соцветия обладают разнокачественностью, то есть отличаются друг от друга по комплексу признаков и свойств.

Ч. Дарвин в своё время писал: “Даже семена, вскормленные в общей семенной коробочке, находятся в условиях не, безусловно, однообразных, так как они извлекают питание из разных пунктов”. Последующие опыты подтвердили правильность высказывания великого биолога. Установлено, что семена даже в пределах одного растения могут обладать неодинаковыми физическими качествами, морфологическими признаками (размер, вес, форма, окраска и т. д.), физиологическими свойствами (особенности прорастания, отзывчивость на условия внешней среды, содержание жизненно необходимых соединений и т. д.) и химическим составом. Разнокачественные семена возникают вследствие соединения наследственно неравнозначных гамет родительских форм и множественности оплодотворения, влияния условий окружающей внешней среды на развивающееся семя, различий в местонахождении на материнском растении [2].

Следовательно, семена, образовавшиеся на одном материнском растении, будут отличаться по комплексу признаков, в том числе и по продуктивности.

С целью изучения влияния экологической и матрикальной разнокачественности на биохимический состав семян яровой пшеницы в 2007 – 2009 годах была выполнена экспериментальная работа на опытном поле учхоза ФГУП “Учхоз “Рамзай” Пензенской ГСХА”.

Объект исследований – яровая мягкая пшеница сорта Тулайковская 10.

Почва опытного участка – выщелоченный среднемощный тяжелосуглинистый чернозём.

В качестве посевного материала использовали зерно с разных частей колоса яровой пшеницы (верхней, средней и нижней), в качестве контроля – зерно со всего колоса.

В первый год исследований был заложен питомник размножения семян яровой пшеницы, в последующие (2008 – 2009 гг.) полученный семенной материал разделялся в зависимости от расположения на колосе и высевался на опытном участке.

Схема опыта: Фактор А – отбор по части колоса: 0 – зерно со всего колоса (контроль); 1 – зерно с верхней части колоса; 2 – зерно со средней части колоса; 3 – зерно с нижней части колоса

Норма посева – 4,0 млн. всхожих зёрен на гектар.

Предшественник в опыте – чистый пар.

Посевная площадь делянок 15 м<sup>2</sup>. Учётная площадь делянки 1 м<sup>2</sup>.

Различают три категории разнокачественности семян: генетическую, матрикальную (материнскую) и экологическую. Генетическая разнокачественность возникает благодаря слиянию наследственно-неравнозначных гамет родительских форм и множественности оплодотворения. Матрикальная (материнская) разнокачественность является следствием различий в местонахождении семени на материнском растении, то есть неодинаковых условий развития. Экологическая разнокачественность – результат разной реакции растений на воздействующие факторы внешней среды. Все три формы разнокачественности взаимосвязаны. Неравнозначность семян, вызванная матрикальными и экологическими факторами, не затрагивает генетическую основу и носит характер ненаследственной модификационной изменчивости [4].

Модификации – результат адаптивной реакции организма на изменяющиеся условия жизни, которые оказывают влияние на все признаки и свойства развивающегося организма. Одни признаки модифицируют в большей мере, другие – в меньшей. Модифицирующее влияние внешней среды прежде всего затрудняет отбор по количественным признакам. Качественные признаки модифицируются внешней средой реже.

Для получения дружных жизнеспособных всходов и дальнейшего оптимального развития растений необходим достаточный запас питательных веществ в семенах сельскохозяйственных культур, что способствует получению высоких урожаев зерна.

Проведённые нами исследования показали, что метод отбора при производстве оригинальных семян (по расположению на колосе) оказывает влияние на содержание в семенах яровой пшеницы сырого белка и макроэлементов (азот, фосфор и калий).

Белок в семенах находится в разных формах и не только содержится в виде запасных питательных веществ, но и имеет большое физиологическое значение.

Азот, фосфор и калий входят в состав минеральной части семян (зола) в виде биохимических соединений, потребляемых растениями из почвы [1, 3, 5 – 7].

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что в зависимости от нахождения в разных частях колоса наибольшие показатели содержания макроэлементов и сырого белка отмечены в семенах, полученных из средней части колоса: азота – в среднем за 2 года исследований – 11,31 мг на 1 зерно с колебаниями по годам – 9,05...12,54 мг на 1 зерно, фосфора – 2,15 с колебаниями – 1,93...2,00, калия – 2,38 с колебаниями 1,93...2,43, сырого белка – 70,71 мг на 1 зерно с колебаниями 56,55...78,40 мг на 1 зерно соответственно. Семена данного варианта превышали контроль по содержанию азота на 36,8, фосфора на 9,1, калия на 11,7 и сырого белка на 36,8 % по годам исследований.

Таблица 1  
Биохимический состав зерна яровой пшеницы (2008 – 2009 гг.)

Показатель	Год исследования	Целый колос - контроль		Часть колоса					
				верхняя		средняя		нижняя	
		%	мг на 1 зерно	%	мг на 1 зерно	%	мг на 1 зерно	%	мг на 1 зерно
Азот (N <sub>2</sub> )	2008	2,16	6,52	2,04	5,69	2,60	9,05	2,11	6,18
	2009	2,58	9,77	2,94	8,50	3,20	12,54	2,60	9,51
	среднее	2,37	8,27	2,49	7,94	2,90	11,31	2,36	8,12
Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2008	0,59	1,78	0,54	1,51	0,59	1,93	0,63	1,85
	2009	0,54	1,95	0,53	1,53	0,51	2,00	0,52	1,87
	среднее	0,57	1,97	0,54	1,72	0,55	2,15	0,58	1,99
Калий (K <sub>2</sub> O)	2008	0,59	1,78	0,54	1,51	0,59	1,93	0,63	1,85
	2009	0,62	2,24	0,62	1,79	0,62	2,43	0,64	2,30
	среднее	0,61	2,13	0,58	1,85	0,61	2,38	0,64	2,20
Сырой белок	2008	13,55	40,90	12,76	37,40	16,25	56,55	13,16	38,60
	2009	16,13	58,35	18,38	53,12	20,00	78,40	16,25	58,33
	среднее	14,84	51,69	15,57	49,67	18,13	70,71	14,71	50,75

## ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И МАТРИКАЛЬНОЙ...

Наименьшее количество макроэлементов и белка в среднем за 2 года исследований отмечено у семян верхней части колоса. Содержание азота в них на 4,2, фосфора на 15,7, калия на 15,1 и сырого белка на 4,2 % было меньше, чем в семенах контроля.

Зерно, полученное с нижней части колоса, по содержанию макроэлементов и сырого белка уступало контролю (зёрна со всего колоса) по содержанию азота и сырого белка на 1,8 %.

В 2008 году погодные условия характеризовались как теплые с достаточным увлажнением. За период вегетации сумма осадков составила 291,3 мм, что на 38 % больше по сравнению со средней многолетней. Сумма активных температур была на 4 % ниже средней многолетней и составила 1690 °С (рис. 1).

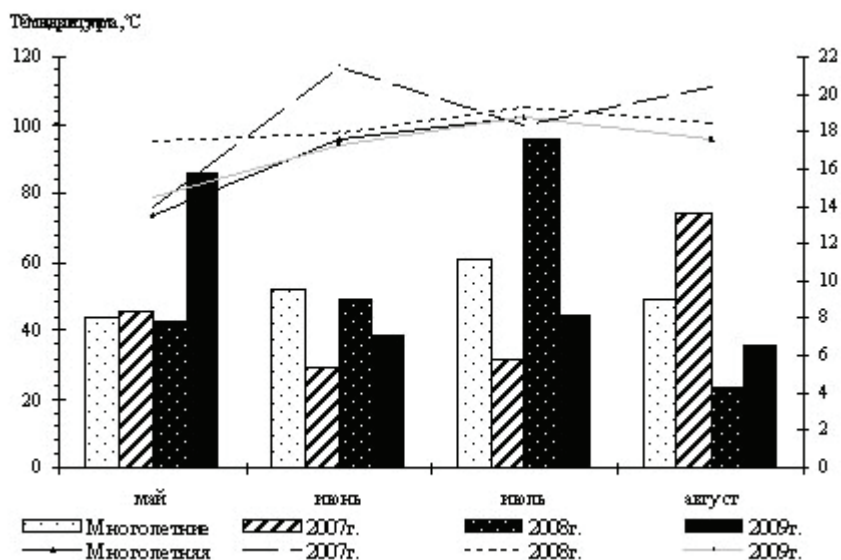


Рисунок 1 – Средняя температура воздуха и количество осадков за вегетацию растения яровой пшеницы (2007 – 2009 гг.)

Среднесуточная температура мая была 14,9 °С, что на 1,4 °С больше многолетней. Сумма осадков за месяц составила 69,4 мм, что на 29 % выше среднемноголетней. В июне сумма выпавших осадков составила 95,1 мм (на 41,1 выше нормы) при температуре воздуха 17,9 °С. В июле среднесуточная температура возросла до 18,9 °С и была близка к многолетней. Осадков выпало на 11 мм больше многолетней нормы.

Погодные условия 2009 года характеризовались как теплые с умеренным увлажнением. Сумма осадков за вегетационный период ячменя составила 204 мм и была близка к среднемноголетней (211 мм). Сумма активных температур составила 1723 °С и была ниже многолетней на 2 %.

В мае среднесуточная температура воздуха составила 14,1 °С, что выше средней многолетней на 0,6 °С. Выпало 85,9 мм осадков, что на 31,9 мм выше нормы. В июне температура воздуха была на 2,4 °С выше многолетней, а сумма осадков составила 38,4 мм, что на 29 % ниже многолетней.

Июль характеризовался повышением температуры воздуха до 21,4 °С, что выше многолетней на 1,6 °С. Сумма осадков за месяц составила 44,1 мм и была ниже среднемноголетней на 21,9 мм.

В 2009 г. содержание в зерне мягкой яровой пшеницы во всех вариантах опыта: азота составило 8,5...12,54 мг на 1 зерно (табл. 1), фосфора – 1,53...2,00, калия – 1,79...2,30, сырого белка – 53,12...78,40 мг на 1 зерно, что превысило показатели 2008 г. на 27,8...35,0 % по азоту, на 1,1...8,7 % по фосфору, на 15,6...20,6 % по калию и на 27,9...33,8 % по содержанию сырого белка.

Таким образом, можно сделать вывод, что 2009 г. характеризовался более благоприятными погодными условиями (количество осадков за вегетацию, сумма активных температур, и т.д.) для накопления макроэлементов (азот, фосфор, калий) и сырого белка в зерне яровой мягкой пшеницы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерёмин Д.И., Притчина Г.Т. Оптимизация азотного питания яровой пшеницы для получения продовольственного зерна // *Зерновое хозяйство*. 2005. № 7. С. 11 – 13.
2. Зиновьев С.В. Методы отбора и приёмы ускоренного размножения оригинальных семян яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья : Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Пенза, 2009. 23 с.
3. Карпова Л.В. Формирование урожая, посевных качеств и урожайных свойств семян полевых культур в зависимости от приёмов выращивания в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дисс. ...докт. с.-х. наук Пенза: ПГСХА, 2002. 56 с.
4. Ленточкин А.М. Матрикарная разнокачественность семян колоса яровой пшеницы Иргина // *Зерновое хозяйство*. 2002. № 5. С. 19 – 21.
5. Маркин Б.К. Особенности формирования и моделирования качества зерна яровой мягкой пшеницы // *Зерновые культуры*. 2000. № 6. С. 15 – 17.
6. Надежкина Е.В., Шаркова С.Ю. Содержание макроэлементов в зерне яровой пшеницы в зависимости от различных систем удобрения // *Зерновое хозяйство*. 2006. № 8. С. 24 – 25.
7. Walley, F. Spring wheat (*Triticum aestivum*) yield and grain protein responses to N fertilizer in topographically defined landscape positions / F. Walley, D. Pennock, M. Solohub, G. Hnatowich // *Canad.J.Soil Sc.* 2001. Vol.81. N 4. P. 505-514.

УДК 631.4: 631.42

### ДИНАМИКА КИСЛОТНОСТИ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА

© С.В. Кизинёк, ФГУП РПЗ “Красноармейский” им. А.И. Майстренко  
(г. Октябрьский, Россия)

### THE DYNAMICS OF THE ACIDITY OF MEADOW-CHERNOZEMIC SOILS USED FOR RICE CULTIVATION

© S.V. Kizinyok, Federal State Unitary Enterprise (FSUE) Rice-Growing Selective Plant (RGSP) "Krasnoarmeisky" (Oktyabr'sky, Russia)

Внесение известковых материалов способствует поддержанию экологических функций почвы. На материалах полевых опытов показано влияние известкования на формирование продуктивности риса и свойства лугово-чернозёмных почв в условиях Кубани.



**Ключевые слова:** экологические функции почвы, продуктивность риса, известкование, дозы мелиоранта.

Limestone fertilization supports ecological functions of soil. The influence of chalking on rice productivity and properties of meadow-chernozemic soils of Kuban region is shown on the basis of field experiments materials.

**Key words:** ecological functions of soil, rice productivity, chalking, ameliorant dosage

e-mail: rgpzkr@mail.kuban.ru

Интенсивное применение кислых форм минеральных удобрений также обуславливает развитие процесса подкисления почв. На Кубани более трети черноземной площади нуждается в известковании. По данным агрохимической службы на 01.01.2009 года в Краснодарском крае общая площадь пашни составляет 44441,5 тыс. га, из обследованных пахотных почв выявлено, что площадь сильнокислых почв с  $pH < 4,5$  составляет 2491 га, среднекислых почв с  $pH 4,6-5,0$  составляет 15597 га и слабокислых с  $pH 5,1-5,6$  – 164946 га. Всего площадь почв, нуждающихся в известковании, составляет 183034 га.

В наибольшей степени деградационные процессы получили развитие в орошаемой земледелии. В Краснодарском крае наиболее крупные массивы рисовых оросительных систем расположены в дельте реки Кубань. В границах дельты наиболее старыми и развитыми являются лугово-чернозёмные почвы, занимающие около 31 % от общей площади, или 135,9 тыс. га.

В продовольственном балансе России рису принадлежит заметная доля. Площади, отводимые под данную культуру в целом по стране, составляют около 200 тыс. га, а средняя урожайность достигает 30 ц/га. В результате этого производство рисовой крупы на одного россиянина в год составляет 1,6 кг, в то время как сложившаяся норма потребления равняется 4 кг.

Получение высокого уровня урожайности риса достигается, главным образом, применением комплекса агротехнических и мелиоративных мероприятий. К числу важнейших элементов питания риса, незаменимых в течение всего вегетационного периода для его роста и развития, относится кальций. На формирование 1 т урожая зерна риса затрачивается 2,6 кг этого элемента. Из этого количества непосредственно зерном риса отчуждается 30 % кальция [4]. В оросительной системе риса условия увлажнения обуславливают вымывание кальция из пахотного слоя, что приводит к отрицательному балансу этого элемента в почвах.

При затоплении рисового поля слой воды существенно влияет на условия воздушного режима почв, обуславливая тем самым резкие изменения окислительно-восстановительного потенциала почв [1, 2]. По данным авторов, введение в технологию возделывания риса агро-мелиоративного приема – известкование почв – дает возможность стабилизировать этот параметр физико-химических свойств лугово-черноземных почв. Вопрос о необходимости известкования черноземов дис-

кутируется в научной литературе не один десяток лет, и до сих пор единого мнения по этому вопросу нет. В частности, в Краснодарском крае этот приём не нашёл широкого применения, и данных, доказывающих экономическую и агрономическую целесообразность, не достаточно. Недостаточная изученность применения известковых удобрений под рис в зависимости от свойств почвы, ее кислотности, а также сочетания с внесением других видов минеральных удобрений не позволяла широко применять кальциевые удобрения на рисовых полях Кубани.

Целью настоящих исследований является изучение влияния известкования на формирование продуктивности риса и агрохимические свойства лугово-чернозёмных почв в условиях Кубани. Полевые опыты проводили на опытном участке в ФГУП РПЗ “Красноармейский” им. А.И. Майстренко на лугово-чернозёмной тяжелосуглинистой почве, которая средне обеспечена подвижными и легкогидролизруемыми формами азота, среднеобеспечена подвижными соединениями фосфора; содержание обменного калия повышенное; содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое – 2,85 %, подвижного фосфора и обменного калия (по Мачигину в модификации ЦИ-НАО) соответственно 54,8 и 328,5 мг/кг, рН сол. 5,8 (по ГОСТ 26483-85), количество обменного кальция – 34,6 мг-экв./100 г почвы.

Погодные условия в годы проведения исследований различались между собой. Среднемесячные температуры воздуха в период вегетации риса в 2008 были близки к средним многолетним значениям, в 2007 и 2009 году значительно превышали их. Предшественник – многолетние травы. Повторность четырёхкратная, расположение делянок рендомизированное. Известняковую муку вносили перед посевом в дозах 0,75; 1,5; 3,0; 4,5 т/га поверхностно с дальнейшей заделкой в почву на глубину 10-15 см. Исследование проводили на фоне минеральных удобрений, вносимых в почву ежегодно в дозе  $N_{120}P_{80}K_{60}$ . Азотные удобрения вносили дробно: 60 % – как основное удобрение и 40 % – при подкормках в фазу кущения. В качестве объекта исследований был выбран сорт риса Лиман. Сорт средне-спелый, продолжительность вегетационного периода 114-117 дней [3]. Норма высева семян 7 млн. всхожих зёрен на 1 га, способ посадки – рядовой на глубину 1,5-2,0 см. Режим орошения – постоянное затопление. Агротехника в опыте общепринятая для данной зоны и соответствовала рекомендациям ВНИИ риса. Учёт урожая зерна риса проводили сплошным обмолотом каждой делянки с пересчётом на стандартную влажность и чистоту в соответствии с ГОСТ 30-4055.

Результаты исследований показывают, что известковое удобрение на лугово-чернозёмных почвах уже в первый год после внесения значительно изменяет уровень кислотности среды. Реакция почвенного раствора (рН) в зависимости от дозы мелиоранта увеличилась от 5,81 до 6,46. В последующие два года действие известки было нарастающим (табл. 1).

Таблица 1

## Влияние известкования почвы на реакцию почвенного раствора

Доза извести в т/га	рН среды через		
	1 год	2 года	3 года
Контроль	5,81	5,80	5,85
Известняковая мука в дозе 0,75 т/га	5,92	6,00	5,97
в дозе 1,5 т/га	6,04	6,10	6,12
в дозе 3,0 т/га	6,13	6,21	6,31
в дозе 4,5 т/га	6,46	6,50	6,61
НСР <sub>05</sub> , ед. рН	0,15	0,17	0,17

Доза мелиоранта 0,75 т/га обусловила увеличение рН среды в среднем с 5,8 до 6,0, дальнейшее увеличение дозы до 1,5, 3,0 и 4,5 т/га соответственно до 6,1, 6,3 и 6,6. Расчёт показывает, что на лугово-чернозёмной почве сдвиг рН на 0,1 единицу с уровня рН 5,8 обеспечивает доза извести 0,56 т/га.

Внесение известковых удобрений под рис изменяет реакцию почвенного раствора и создает благоприятный окислительно-восстановительный и пищевой режим, улучшая условия произрастания семян, тем самым способствуя формированию оптимальной густоты стояния растений (табл. 2).

Таблица 2

## Влияние известкования почвы на формирование продуктивности растений риса

Показатели	Варианты опыта					НСР <sub>05</sub>
	контроль	Известняковая мука, т/га				
		0,75	1,5	3,0	4,5	
Высота растений, см	88,0	93,1	94,4	95,8	93,9	2,1
Кустистость	1,7	2,0	2,2	2,3	2,0	0,26
Число колосков с 10 растений, шт.	1795	1899	2090	2134	2119	67
Отношение зерно/солома	1:1	1,3:1	1,5:1	1,5:1	1,4:1	

Анализируя данные таблицы 2, можно видеть, что известкование положительно влияет на рост и развитие растений риса. Применение извести способствовало увеличению высоты растений риса на 5,0-7,8 см, в среднем за три года с 88,0 см на контроле до 95,8 см на фоне дозы 3,0 т/га, количества корней на 13,5-18,5 шт./раст., увеличения кустистости, а также формирования более продуктивной метёлки вследствие увеличения числа колосков в среднем на 143-308 шт./10 растений, а также некоторого увеличения массы 1000 зерен – 30-32 г. Хотя наибольшие величины отмеченных показателей наблюдались в варианте с дозой мелиоранта 3,0 т/га, однако разница с вариантом, где вносили 1,5 т/га не столь значительна. Увеличе-

ние дозы извести до 4,5 т/га было нецелесообразным, значимого увеличения продуктивности культуры не отмечалось.

Благодаря лучшему росту и развитию растений урожайность риса на известкованном фоне была значительно выше, чем на неизвесткованном. В зависимости от дозы мелиоранта урожайность риса по отношению к контролю возрастала в среднем на 3,9-6,7 ц/га (табл. 3). Наибольший эффект достигался при внесении дозы 1,5 т/га, дальнейшее увеличение дозы не привело к достоверному росту урожая. Различия между вариантами с дозой 1,5 т/га и 3,0 – 4,5 т/га не достоверны.

**Таблица 3**  
**Зависимость урожайности риса от дозы известкового удобрения**  
**(в среднем за три года)**

Вариант опыта	Урожай зерна в среднем за три года	Прибавка урожая зерна риса	
		общая	в %
	ц/га		
Контроль	60,2	-	-
Известняковая мука: в дозе 0,75 т/га	64,1	3,9	6,5
в дозе 1,5 т/га	66,6	6,4	10,6
в дозе 3,0 т/га	66,9	6,7	11,1
в дозе 4,5 т/га	66,4	6,2	10,3
НСР <sub>05</sub> , ц/га	1,7		

Результаты исследований позволяют заключить, что известкование рисовых полей обеспечивает благоприятные условия для формирования продуктивности риса. Наиболее эффективной была доза мелиоранта 1,5 т/га. Внесение известковых материалов также будет способствовать поддержанию положительного баланса кальция в почве. Периодичность известкования и ассортимент известковых материалов для рисовых полей – вопросы дальнейшего исследования.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешин Е.П., Паращенко В.Н. Изучение влияния способов и сроков известкования на урожай риса // Физиология растений – на службу урожая. Краснодар, 1975. С. 14 – 17.
2. Паращенко В.Н. Рост и продуктивность риса при совместном внесении извести, азотных и фосфорных удобрений // Тр. Куб. СХИ. 1978. Вып. 162(190). С. 41 – 43.
3. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса. Майкоп : ГУРИПП “Адыгея”, 2005. 1012 с.
4. Шиловский В.Н., Харитонов Е.М., Шеуджен А.Х. Селекция и сорта риса на Кубани. Майкоп, 2001. 34 с.

УДК 577.4

ББК 20.1

3-63

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ  
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

© *С.В. Зиновьев, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*

**HYDROTHERMAL CONDITIONS IMPACT ON PHOTOSYNTHETIC  
ACTIVITY OF SPRING WHEAT PLANTS**

© *S.V. Zinoviev, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

В статье приведены данные о влиянии факторов среды (температуры воздуха и количества осадков за вегетацию) на основные показатели фотосинтетической деятельности яровой мягкой пшеницы – площадь листовой поверхности, ФП, ЧПФ и ИЛП. В тексте статьи отмечены показатели среднемесячных температур воздуха, количество осадков за вегетацию, а также данные о площади листовой поверхности, чистой продуктивности фотосинтеза, фотосинтетического потенциала и индекса листовой поверхности яровой мягкой пшеницы (2007– 2009 гг.).

Статья содержит анализ влияния различных температур воздуха и суммы осадков за вегетацию на показатели фотосинтетической деятельности яровой пшеницы по годам исследований.

**Ключевые слова:** экологические факторы, гидротермические условия, фотосинтетическая деятельность, площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, индекс листовой поверхности, растения яровой мягкой пшеницы.

The article contains the data about the influence of such environmental factors as atmospheric temperature and rainfall over the growing season on key indicators of spring soft wheat: leaf-area duration, PP, NPP, and LAI. The article specifies average monthly temperatures, depth of rainfall over vegetation periods and findings of leaf-area duration, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis, leaf area index of spring soft wheat (2007-2009). Year-by-year analysis of the influence of different atmospheric temperatures and total depth of rainfall over the growing season on findings of photosynthetic activity of spring wheat is represented.

**Key words:** ecological factors, hydrothermal conditions, photosynthetic activity, leaf-area duration, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis, leaf area index, spring soft wheat plants.

e-mail: zinoviev.ser@yandex.ru

Выращивание любой сельскохозяйственной культуры, в том числе яровой пшеницы, зависит от погодных условий. Получение высоких урожаев качественных семян возможно лишь при благоприятном температурном режиме (температуре воздуха и почвы, сумме активных температур) и обеспеченности влагой.

Процесс преобразования солнечного света в органическое вещество, известный как фотосинтез, является основой для формирования и нормальной жизнедеятельности растений, в этом процессе создаётся до 90 % его сухой массы, поэтому продуктивность сельскохозяйственных растений во многом зависит от фотосинтетических процессов [1].

С целью изучения влияния действия экологических (климатических) факторов: температура воздуха и сумма осадков за вегетацию – в 2007 – 2009 годах была выполнена экспериментальная работа на опытном поле учхоза ФГУП “Учхоз “Рамзай” Пензенской ГСХА”.

Объект исследований – яровая мягкая пшеница сорта Тулайковская 10.

Почва опытного участка – выщелоченный среднемогучный тяжелосуглинистый чернозём.

Норма высева – 4,0 млн. всхожих зёрен на гектар.

Предшественник в опыте – чистый пар.

Посевная площадь делянок 15 м<sup>2</sup>. Учётная площадь делянки 1 м<sup>2</sup>.

Площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал (ФП), чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) и индекс листовой поверхности (ИЛП) определяли по А.А. Ничипоровичу (1961) и согласно Программе и методике исследований (1990) [4, 6].

Площадь листовой поверхности – важный показатель оптимизации процесса фотосинтеза. Увеличение размера листовой поверхности на единицу площади посева активизирует интенсивность и продолжительность функционирования фотосинтетического аппарата, что, как правило, ведёт к оптимизации процессов роста и развития растений, а также их репродуктивной способности [5].

В процессе эволюции растений сформировался специализированный орган фотосинтеза – лист. Приспособление его к фотосинтезу шло в двух направлениях: возможно более полное поглощение и запасание лучистой энергии и эффективный газообмен с атмосферой [2, 3, 7].

Наряду с плодородием почв в ряду основных факторов, оказывающих влияние на изменение площади листовой поверхности, стоят температура воздуха и обеспеченность влагой.

Вегетация культурных растений начинается со второй декады апреля и завершается во второй декаде октября. Продолжительность вегетационного периода составляет 172...181 день. Период вегетации при температуре выше +10 °С продолжается 135...147 дней (период активной вегетации). Вегетация яровой пшеницы длится в среднем по области у мягкой пшеницы 80...90 дней.

Данные рисунка 1 позволяют отметить, что в период проведения исследований (2007 – 2009 гг.) погодные условия (температура воздуха и количество осадков) были неодинаковы и отличались по годам по температурным показателям и влагообеспеченности, что в свою очередь отразилось на площади листовой поверхности растений яровой мягкой пшеницы (табл. 1).

2007 год по погодным условиям характеризовался как жаркий с недостаточным увлажнением. Сумма активных температур за период вегетации составила 1870,8 °С, что выше средней многолетней на 6,6 %.

Сумма осадков была 169,2 мм, что на 42,8 мм ниже средней многолетней.

В мае (период прорастания семян) среднесуточная температура воздуха составила 17,27 °С, что выше многолетней на 3,77 °С.

Сумма осадков в мае составила 43,6 мм, причем осадки выпадали только в первую декаду месяца. Июнь (фаза кущение – колошение) характеризу-

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ...

вался как засушливый в первую половину (сумма осадков в первую декаду составила 0 мм) и влажный во вторую половину (сумма осадков второй и третьей декады составила 49,2 мм).

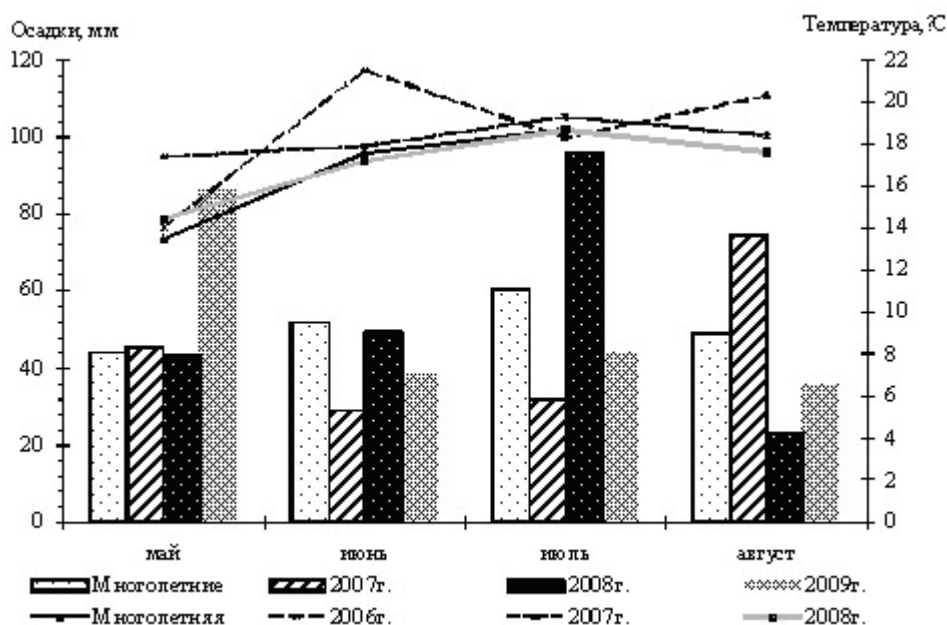


Рисунок 1 – Средняя температура воздуха и количество осадков за вегетацию растения яровой пшеницы (2007 – 2009 гг.)

Среднесуточная температура месяца составила 17,91 °C и была близка к среднемноголетней.

В июле (фаза колошение – созревание) среднесуточная температура была близка к среднемноголетней и составила 19,8 °C. Количество осадков за этот период составило 96 мм, что на 41 % больше среднемноголетних.

В 2007 г. отмечена наименьшая площадь листьев яровой пшеницы за все годы исследований, которая составила 10,8...19,3 тыс. м<sup>2</sup>/га, что ниже среднегодовых показателей (среднее за 2007 – 2008 гг.) на 18,2...27,6 %.

В 2008 году погодные условия характеризовались как теплые с достаточным увлажнением. За период вегетации сумма осадков составила 291,3 мм, что на 38 % больше по сравнению со средней многолетней. Сумма активных температур была на 4 % ниже средней многолетней и составила 1690 °C.

Среднесуточная температура мая была 14,9 °C, что на 1,4 °C больше многолетней. Сумма осадков за месяц составила 69,4 мм, что на 29 % выше среднемноголетней. В июне сумма выпавших осадков составила 95,1 мм (на 41,1 выше нормы) при температуре воздуха 17,9 °C. В июле среднесуточная температура возросла до 18,9 °C и была близка к многолетней. Осадков выпало на 11 мм больше многолетней нормы.

Погодные условия 2009 года характеризовались как теплые с умеренным увлажнением. Сумма осадков за вегетационный период ячменя составила 204 мм и была близка к среднемноголетней (211 мм). Сумма активных температур составила 17230 °C и была ниже многолетней на 2 %.

В мае среднесуточная температура воздуха составила 14,1 °С, что выше средней многолетней на 0,6 °С. Выпало 85,9 мм осадков, что на 31,9 мм выше нормы. В июне температура воздуха была на 2,4 °С выше многолетней, а сумма осадков составила 38,4 мм, что на 29 % ниже среднемноголетней.

Июль характеризовался повышением температуры воздуха до 21,4 °С, что выше многолетней на 1,6 °С. Сумма осадков за месяц составила 44,1 мм и была ниже среднемноголетней на 21,9 мм.

Анализируя данные таблицы 1, можно сказать, что площадь листовой поверхности яровой мягкой пшеницы увеличивается вплоть до фазы колошения, когда практически заканчивается активная фотосинтетическая деятельность растения и накопление сырой биомассы. При этом площадь фотосинтезирующей поверхности растений снижается вследствие отмирания нижних листьев и испарения влаги (высушивания) из остальной части листовой поверхности.

Таблица 1

**Площадь листовой поверхности одного растения  
и с 1 га яровой пшеницы**

Фаза развития	Годы исследований	Площадь листовой поверхности	
		1 растения, см <sup>2</sup>	тыс. м <sup>2</sup> /га
Кущение	2007	36,9	10,8
	2008	50,2	15,3
	2009	46,8	13,5
	Среднее	44,6	13,2
Выход в трубку	2007	57,8	16,5
	2008	89,9	26,8
	2009	67,9	19,1
	Среднее	71,9	20,8
Колошение	2007	73,9	19,3
	2008	101,1	30,1
	2009	86,9	22,7
	Среднее	87,3	24,0
Молочная спелость	2007	63,3	11,8
	2008	94,1	22,5
	2009	79,5	14,5
	Среднее	79,0	16,3

Данные, полученные в результате исследований, дают возможность заключить, что наибольшая площадь ассимиляционной поверхности яровой мягкой пшеницы отмечена в 2008 г. и колебалась по фазам развития культуры от 15,3 до 30,1 тыс. м<sup>2</sup>/га, что в свою очередь превышало средние показатели за годы исследований (2007 – 2009 гг.) на 12,6...25 %.

Наиболее благоприятным для формирования листовой поверхности яровой пшеницы оказался 2008 г., характеризовавшийся достаточным увлажнением при средней температуре воздуха за вегетацию, близкой к среднемноголетней, в 2009 г. также при достаточно высокой температуре возду-



ха отмечено меньшее количество осадков за вегетацию яровой пшеницы. Наименее оптимальные условия для образования листьев яровой пшеницы отмечены в 2007 г. вследствие недостаточного увлажнения и высоких температурных показателей. Из вышесказанного можно сделать вывод, что достаточно высокая температура воздуха благоприятно сказывается на увеличении площади листовой поверхности яровой пшеницы только при достаточном увлажнении (количестве выпавших осадков за вегетацию).

Наряду с площадью листьев и интенсивностью фотосинтеза продуктивность посевов определяется длительностью функционирования фотосинтетического аппарата, характеризующегося таким показателем, как фотосинтетический потенциал посева.

Фотосинтетический потенциал (ФП) – это число “рабочих дней” листовой поверхности посева. Он представляет собой сумму ежедневных показателей площади листьев растений за весь вегетационный период или часть его, выраженную в  $\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$  на 1 га. ФП тесно коррелирует как с биологической, так и с хозяйственной продуктивностью растений.

Своего максимума ФП достигал в фазу колошения 466..599 (555 в среднем по годам исследований) тыс.  $\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$  на 1 га (табл. 2). Наименьший фотосинтетический потенциал отмечен в 2007 г. 97...466  $\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$  на 1 га, наибольший в 2009 г. – 117...599  $\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$  на 1 га.

На долю органических соединений, создаваемых в ходе фотосинтеза, приходится около 95 % общей массы растительного организма. Изменение сухой массы может довольно объективно отражать ассимиляционную деятельность растений. Именно этот показатель положен в основу определения чистой продуктивности фотосинтеза.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) представляет собой прирост сухой массы растений в граммах за определённое время (сутки) к единице листовой поверхности ( $\text{м}^2$ ). ЧПФ варьирует в зависимости от условий в широком диапазоне – от 7 до 20  $\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$ . С увеличением площади листьев и, соответственно, усилением взаимного затенения листьев в посевах значения чистой продуктивности фотосинтеза снижаются. Она представляет собой комплексный параметр, определяемый интенсивностью не только фотосинтеза, но и дыхания.

Анализ полученных данных показал, что влияние различных климатических факторов на чистую продуктивность фотосинтеза по годам исследований было различным. Наибольшие показатели ЧПФ зафиксированы в 2008 г. и составили 4,47...13,16  $\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$ , наименьшие в 2007 г. – 4.40...7,84  $\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$  соответственно.

Динамика ЧПФ изменялась обратно пропорционально площади листовой поверхности. Наибольшая величина продуктивности фотосинтеза отмечена в период кущения – молочная спелость, а наименьшая – в фазы выхода в трубку и колошения, т.е. в период формирования колоса и семян.

Индекс листовой поверхности (ИЛП) – это отношение общей площади листьев растений к площади посева. В зависимости от культуры и условий произрастания ИЛП обычно варьирует от одного до семи и выше.

Вследствие своей зависимости от площади листовой поверхности ди-

динамика изменения индекса листовой поверхности пропорциональна площади ассимиляционной поверхности листьев. Проанализировать значения ИЛП в течение вегетации можно по данным таблицы 2, характеризующим изменение площади листовой поверхности за время проведения исследований.

**Таблица 2**

**Фотосинтетическая деятельность агроценоза яровой пшеницы  
(2007 – 2009 гг.)**

Фаза развития	Годы исследований	ФП, м <sup>2</sup> × сутки /га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> сутки	ИЛП, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>
Кущение	2007	97	7,84	1,08
	2008	164	13,16	1,53
	2009	117	12,9	1,35
	Среднее	126	6,91	1,32
Выход в трубку	2007	307	4,33	1,65
	2008	358	4,48	2,68
	2009	358	4,32	1,91
	Среднее	341	4,43	2,08
Колошение	2007	466	4,40	1,93
	2008	599	4,47	3,01
	2009	599	3,99	2,27
	Среднее	555	4,29	2,40
Молочная спелость	2007	251	5,74	1,18
	2008	388	5,99	2,25
	2009	358	5,84	1,45
	Среднее	332	5,85	1,63

Таким образом, можно сделать вывод, что на агроценоз яровой пшеницы оказывают влияние погодные условия в период вегетации растений (климатические факторы), которые особенно сильно влияют на площадь листьев, а также полевую всхожесть семян и сохранность растений к уборке и др. показатели. В недостаточно влажный (2007 г.) год отмечены более низкие значения этих показателей, а вследствие этого и снижение фотосинтетической активности агроценоза, что в дальнейшем привело к более низкой продуктивности растений яровой пшеницы. Более благоприятным по погодным условиям был 2008 год, который характеризовался достаточной обеспеченностью растений влагой и температурой воздуха в течение вегетации, близкой к среднемноголетним данным, при этом ГТК (гидротермический коэффициент) в 2008 г. составил 1,36. Именно в 2008 г. отмечены наиболее высокие значения фотосинтетической деятельности агроценоза яровой пшеницы (ЧПФ, ФП, ИЛП).

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Карпова Л.В. Формирование урожая, посевных качеств и урожайных свойств семян полевых культур в зависимости от приёмов выращивания в условиях лесостепи Среднего Поволжья : автореф. дисс. ...докт. с.-х. наук. Пенза : ПГСХА, 2002. 56 с.
2. Кезин В.А. Норма высева интенсивных сортов яровой пшеницы при разных дозах удобрений на выщелоченных черноземах Волго-Вятского района : Дисс. ... канд. с.-х. наук. Саранск, 1992. 216 с.
3. Некоторые приёмы и методы физиологического изучения сортов зерновых культур в полевых условиях / Н.С. Васильчук [и др.]; под ред. В.А. Кумакова. Саратов : НИИСХ Юго-Востока, 2000. 55 с.
4. Программа и методика исследований в географической сети полевых опытов по комплексному применению средств химизации в земледелии. М. : ВИУА, 1990. 188 с.
5. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Третьяков Н.Н. [и др.]; под ред. Н.Н. Третьякова. 2-е изд. М. : КолосС, 2005. 656 с.
6. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович [и др.] М. : Изд. АН СССР, 1961. 185 с.
7. Wang, H. Flag leaf physiological traits in two high-yielding Canada Western Red Spring wheat cultivars / H.Wang, T.N. McCaig, R.M. DePauw, D.M. Clarke // *Canad. J. Plant Sc.* 2008. T.88. N1. P.35 - 42.

**УДК 631.82: : 631.821**

**МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ  
В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ**

© **С.В. Кизинёк**, ФГУП РПЗ "Красноармейский" им. Майстренко (г. Октябрьский, Россия)

**MONITORING QUALITY OF MEADOW-CHERNOZEMIC SOILS  
UNDER IRRIGATION**

© **S.V. Kizinyok**, Federal State Unitary Enterprise (FSUE) Rice-Growing Selective Plant (RGSP) "Krasnoarmeisky" (Oktyabr'sky, Russia)

Данные систематических наблюдений экологического состояния почв предотвращают их деградацию. Результаты мониторинга лугово-черноземных почв отмечают деградацию в отношении гумуса, фосфора, калия и кислотности и предполагают разработку природоохранных мероприятий.

**Ключевые слова:** агрохимическое обследование, почвы, состояние плодородия, зерновые культуры.

Data of systematic observations of ecological state of soils prevent their degradation. Meadow-chnozemic soils monitoring results point out the degradation in terms of endohumus, phosphorus, potassium and acidity, the results are aimed at working out environmental actions.

**Key words:** agrochemical inspection, soils, fertility status, small grains.

e-mail: rgpzkr@mail.kuban.ru

ФГУП РПЗ “Красноармейский” им. Майстренко расположен в центральной части Красноармейского района в древней дельте реки Кубань и представляет типичную слабоволнистую равнину с общим уклоном на северо-запад в сторону Азовского моря. Почвенный покров хозяйства тесно увязан с элементами рельефа. Распределение земель сельскохозяйственных угодий: пашня занимает 11439 га, что составляет 93 % от общей площади, в том числе орошаемой 6874 га. Пастбища и многолетние насаждения расположены на площади 230 и 419,7 га соответственно. Направление хозяйства – рисовое и хорошо развитое животноводство мясо-молочного направления.

В структуре посевных площадей преобладают зерновые – 75-80 % и кормовые культуры – 18-24 %. Среди зерновых культур большую площадь пахотных угодий занимает рис – 50 %. Кроме риса, пашня хозяйства занята озимой пшеницей (7,5 %), кукурузой на зерно (12,5 %), однолетними (6,5 %) и многолетними (6,4 %) травами и другими культурами.

За период с 1964 по 1998 год было проведено 7 туров агрохимобследования почв хозяйства, в 2004 году – восьмой тур. Сравнительная оценка основных элементов питания в почве, проведенная между 5-8 турами обследования, позволила реально охарактеризовать динамику почвенного плодородия основных элементов питания и дать представление о состоянии почв.

Систематические наблюдения за содержанием гумуса в почве показали, что во все туры обследования в хозяйстве выявлены почвы с низким, средним и повышенным содержанием, но преобладали с низким и средним. Результаты обследования 8-го тура показали, что большая часть площади сельскохозяйственных угодий – 8085 га (71,6 %) – относится к почвам со средним содержанием гумуса, почвы с низким содержанием занимают 2763 га, или 24,5 %, и с повышенным – 443 га (3,9 %). Средневзвешенный показатель содержания гумуса составил 3,24 % (табл. 1).

Таблица 1

**Распределение площади сельскохозяйственных угодий по содержанию гумуса в почве**

Виды с/х угодий	Площадь, га	Группировка почв по содержанию гумуса, %				Средневзвешенное, %	
		низкое 2,1-3,0	среднее 3,1-4,0	повышенное 4,1-5,0	высокое 5,1-6,0		
Пашня неорошенная	га	1176	686	490	-	-	2,97
	%	13	58,3	41,7	-	-	-
Пашня орошаемая	га	9763	1844	7498	421	-	3,3
	%	87	18,9	76,8	4,3	-	-
Итого	га	10939	2530	7988	421	-	3,26
	%	100,0	23,2	73,0	3,8	-	-
Пастбища	га	176	57	97	22	-	3,23
	%	100,0	32,4	55,1	12,5	-	-
Многолетние насаждения	га	176	176	-	-	-	2,44
	%	100,0	100,0	-	-	-	-

## МОНИТОРИНГ ПЛОДРОДИЯ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ...

За анализируемый период существенные изменения гумуса произошли в перераспределении его по группам обеспеченности, причем не в лучшую сторону. Если в пятом туре почвы с повышенным содержанием гумуса составляли 9,8 %, то в 2004 году – 3,8 %. Также уменьшились площади почв со средним содержанием с 77,6 до 73,1 %, за счет этого произошло увеличение площадей с низким содержанием гумуса с 12,6 в 1986 г. до 23,1 % в 2004 г.

Следует отметить, что и по средневзвешенному значению также наметилась тенденция к его снижению в почве с 3,52 в 1986 до 3,24 % в 2004 году. Таким образом, за 18 лет в среднем по хозяйству потеря гумуса составила 0,28 %, или 9,1 тонны с каждого гектара.

Одной из причин отмеченного факта является уменьшение объемов заготовки и применения органических удобрений, в результате чего складывается отрицательный баланс гумуса.

По содержанию подвижного фосфора почвы хозяйства, как показали результаты последнего тура обследования, варьируют от повышенного до очень высокого: с повышенным содержанием почвы занимают площадь 2007 га (17,8 %), с высоким – 7670 га (67,9 %) и очень высоким – 1614 га (14,3 %). Средневзвешенное значение составило 52,4 мг/кг (табл. 2).

Анализ динамики изменения данного параметра показал, что произошло резкое снижение площади с очень высоким содержанием фосфора: в 1986 году она составляла 65,6 %, а к 2004 году снизилась до 13,9 %. Площадь почв со средним, повышенным и высоким содержанием соответственно увеличилась. Так, площадь почв с повышенным содержанием увеличилась с 7,4 до 18,3 %, а с высоким – с 25,8 до 67,8 % соответственно. Средневзвешенное количество подвижного фосфора за этот период снизилось с 55,9 до 51,9 мг/кг.

**Таблица 2**

### Распределение площади сельскохозяйственных угодий по содержанию подвижного фосфора в почве

Виды с/х угодий	Площадь, га	Группировка почв по содержанию подвижного фосфора, мг/кг				Средне-взвешен. содерж. мг/кг почвы	
		среднее 16-30	повышенное 31-45	высокое 46-60	очень высокое >60,0		
Пашня богарная	га	1176	-	35	681	460	58,3
	%	13	-	3,0	57,9	39,1	-
Пашня орошаемая	га	9763	-	1972	6735	1056	51,1
	%	87	-	20,2	69,0	10,8	-
Всего	га	10939	-	2007	7416	1516	51,9
	%	100,0	-	18,3	67,8	13,9	-
Пастбища	га	176	-	-	120	56	74,9
	%	100,0	-	-	68,2	31,8	-
Многолетние насаждения	га	176	-	-	134	42	56,6
	%	100,0	-	-	76,1	23,9	-
Всего по хозяйству	га	11291	-	2007	7670	1614	52,4
	%	100,0	-	17,8	67,9	14,3	-

Обеспеченность почв обменным калием варьирует от низкого до очень высокого: почвы с низким содержанием макроэлемента распространены на 105 га (0,9 %), со средним – 4526 га (40,1 %), повышенным – 5073 га (45,0 %), высоким – 1518 га (13,4 %) и очень высоким – 69 га (0,6 %). Средневзвешенный показатель в целом по хозяйству составил 329 мг/кг (табл. 3).

Результаты сплошного обследования угодий выявили определенные изменения в перераспределении почв по группам обеспеченности их калием. Уменьшилась площадь почв с высоким и очень высоким содержанием элемента в 2004 году по сравнению с 1986 годом с 42,3 до 13,0 %. За счет этого произошло увеличение площадей почв: со средним содержанием – с 15,5 до 41,1 % и повышенным с 42,2 до 45,8 %. Также уменьшился средневзвешенный показатель в целом по хозяйству с 405 до 327 мг/кг. Таким образом, сельскохозяйственные угодья по содержанию обменного калия в почвах перешли из высокого класса обеспеченности в повышенный. Возможной причиной этого служит снижение доз и объемов внесения калийных удобрений.

Таблица 3

**Распределение площади сельскохозяйственных угодий по содержанию обменного калия в почве**

Виды с/х угодий	Площадь, га	Группировка почв по содержанию обменного калия, мг/кг					Средневзвешен. содерж. мг/кг почвы	
		низкое 101-200	среднее 201-300	повышенное 301-400	высокое 401-600	очень высокое >600,0		
Пашня богарная	га	1176	-	454	300	422	-	370
	%	13	-	38,6	25,5	35,9	-	-
Пашня орошаемая	га	9763	9	4041	4710	973	30	323
	%	87	0,1	41,4	48,2	10,0	0,3	-
Всего	га	10939	9	4496	5010	1395	30	327
	%	100,0	0,1	41,1	45,8	12,7	0,3	-
Пастбища	га	176	-	-	63	74	39	506
	%	100,0	-	-	35,8	42,0	22,2	-
Многолетние насаждения	га	176	96	31	-	49	-	263
	%	100,0	54,6	17,6	-	27,8	-	-
Всего по хозяйству	га	11291	105	4526	5073	1518	69	329
	%	100,0	0,9	40,1	45,0	13,4	0,6	-

При 8-м туре агрохимического обследования хозяйства установлено, что по уровню реакции почвенной среды слабокислые почвы занимают

3135 га (27,8 %), близкие к нейтральным и нейтральные соответственно 5295 га (46,9 %) и 2861 га (25,3 %). В целом по хозяйству средневзвешенный показатель рН составил 5,8 (табл. 4).

Таблица 4

**Распределение площади сельскохозяйственных угодий по степени кислотности почв**

Виды с/х угодий	Площадь, га	Группировка почв по степени кислотности почв, рН			Средне-взвешенный показатель рН	
		слабо-кислые 5,1-5,6	близкие к нейтр. 5,6-6,0	нейтральные 6,1-7,0		
Пашня богарная	га	1176	-	332	844	6,1
	%	13	-	28,2	71,8	-
Пашня орошаемая	га	9763	3103	4915	1745	5,7
	%	87	31,8	50,3	17,9	-
Всего	га	10939	3103	5247	2589	5,8
	%	100,0	28,4	48,0	23,6	-
Пастбища	га	176	32	48	96	5,9
	%	100,0	18,2	27,3	54,5	-
Многолетние насаждения	га	176	-	-	176	6,5
	%	100,0	-	-	100,0	-
Всего по хозяйству	га	11291	3135	5295	2861	5,8
	%	100,0	27,8	46,9	25,3	-

При сравнительной оценке результатов туров обследования отметим, что произошло перераспределение почв по группам, согласно градациям степени кислотности. Увеличилась площадь почв сельскохозяйственных угодий с рН 5,6-6,0 с 9,0 % в 1990 году до 48,0 % в 2004. В то же время произошло снижение площадей почв с нейтральной реакцией среды с 88,5 % в 1990 году до 23,6 % в 2004 году. Отметим, что в 1990 году в хозяйстве 2,5 % площади занимали слабощелочные почвы с рН 7,1 – 8,0, в последующих турах таких почв не выявлено. Средневзвешенный показатель рН к последнему туру обследования также снизилось с 6,34 до 5,80 ед., что свидетельствует об устойчивом процессе подкисления почв.

Таким образом, подводя итоги последнего тура обследования, следует отметить, что в хозяйстве заметного роста плодородия почв за рассматриваемый период не произошло. Наоборот, отмечена начавшаяся деградация почв в отношении гумуса, фосфора, калия и кислотности.

УДК 504.5

ББК 40.3

## ИЗУЧЕНИЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМ

© *Е.Г. Куликова, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г.Пенза, Россия)*

### THE STUDY OF SOILS PHYTOTOXICITY IN URBAN ECOSYSTEMS

© *E.G. Kulikova, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*

Состояние почв города исследовано еще недостаточно, хотя они подвергаются более интенсивным техногенным нагрузкам и выполняют не менее важные экологические функции, чем почвы, используемые в сельском хозяйстве.

The state of urban soils has not been studied well enough though they are exposed to more intensive technogenic load than agricultural soils and their ecological functions are of the same importance.

e-mail: kuleg@mail.ru

Городская почва выполняет в городе разнообразные экологические функции. Главными ее характеристиками являются плодородие, пригодность для произрастания зелёных насаждений, способность сорбировать в толще загрязняющие вещества и удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды, а также от поступления пыли в городской воздух.

Одно из основных требований к почвам в городах – обеспечение оптимальных условий произрастания зелёной растительности в системах урбанофитоценозов. При достаточной обеспеченности городских почв основными питательными элементами к числу лимитирующих факторов почвенного плодородия следует отнести высокие значения рН (7,0 и более), переуплотнение и загрязнение ТМ, углеводородами и другими токсичными веществами [3, с. 96 – 101].

Растительная продукция, выращиваемая на садово-огородных землях, употребляется местными жителями в пищу. Таким образом, поступление токсичных элементов из загрязненной почвы в организм человека становится очень вероятным, и поэтому исследования в данной области являются актуальными.

С целью комплексного изучения состояния почв в природных компонентах городской среды: на газонах вдоль основных автомагистралей, в лесу, на стадионе, прилегающем к частным землевладениям, и в районе пригородного дачного массива были отобраны почвенные пробы (с глубины 0-10 см) (табл. 1). Все участки, с которых были взяты образцы, отличались друг от друга различной техногенной нагрузкой, растительностью, почвенной характеристикой.



Таблица 1

**Характеристика участков отбора проб**

Исследуемый участок	Почва	Растительная ассоциация
1. Лес (контроль)	Светло-серая лесная супесчаная почва	Смешанный елово-осиновый лес
2. Ахунский стадион	Светло-серая лесная супесчаная почва	Газон обыкновенный
3. Газон на ул. Суворова (глобус)	Светло-серая лесная супесчаная почва	Газон обыкновенный
4. Газон на ул. Луначарского (путепровод)	Чернозем выщелоченный среднесуглинистый	Газон обыкновенный
5. Арбековские дачи	Чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый	Разнотравье, садовые деревья и кустарники

В лабораторном опыте изучали влияние токсичности почвы на: энергию прорастания и всхожесть семян растений-индикаторов; длину проростков, корней [2, с. 256].

Использование растений-индикаторов позволяет судить о степени вредности тех или иных веществ и элементов для биоты и человека, определить пути их миграций и аккумуляции в компонентах ландшафтов [1, с. 16 – 17].

В качестве биотестов были выбраны салат листовой и овсяница красная. Семена высевали в кюветы с почвой. Для освещения использовали лампу дневного света (с 7 до 19 ч). После прорастания семян регулярно измеряли высоту десяти растений в каждой кювете (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние токсичности почв на всхожесть растений**

№	Варианты	Салат листовой		Овсяница красная	
		энергия прорастания, %	всхожесть, %	энергия прорастания, %	всхожесть, %
1	Лес (контроль)	62,0	68,3	22,3	28,0
2	Ахунский стадион	11,0	61,67	19,67	21,0
3	Газон на ул. Суворова (глобус)	17,0	50,67	21,3	25,0
4	Газон на ул. Луначарского (путепровод)	28,0	57,67	12,3	18,3
5	Арбековские дачи	65,67	89,3	13,67	22,67

Исследования показали, что энергия прорастания и всхожесть салата листового и овсяницы красной на загрязненных почвах резко снижалась. Особенно сильно реагировал салат: энергия прорастания снизилась в 2,2-5,6 раза, всхожесть – в 1,1-1,3 раза. Исключение составила проба почвы, взятая в районе Арбековских дач. Здесь энергия прорастания и всхожесть салата листового превышали контрольный вариант, так как данная почва отличалась повышенным содержанием NPK.

У овсяницы красной, отличающейся плохой всхожестью, наблюдалась та же тенденция.

Динамика роста растений салата на исследуемых почвах показала, что на 15 день эксперимента разница с контролем составила 5-20,3 мм. Исключение составил салат, выращенный на почве, взятой в районе Арбековских дач (рис. 1).

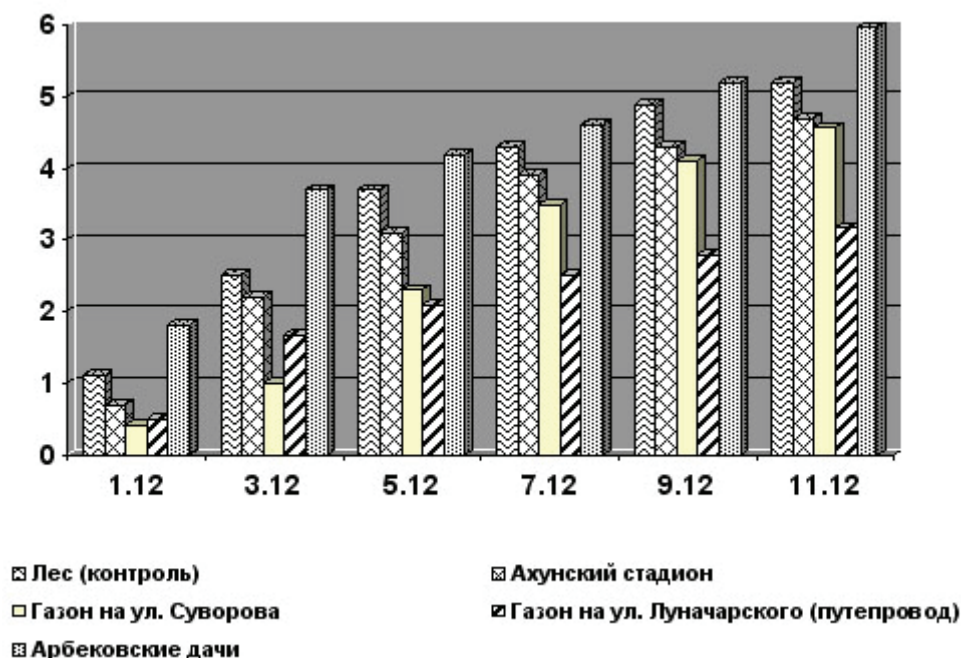


Рисунок 1 – Динамика роста растений салата, см

Хорошо индицировало степень токсичности почв по зонам загрязнения развитие корневой системы проростков. На фоновой территории корни достигали 25 мм в длину, давали боковые корни и имели светлый вид. При нарастании загрязнения рост корней постепенно снижался, разница с контролем составила 4-13,3 мм. Исключение также составили корни проростков, выращенных на почве Арбековских дач.

В исследуемых почвенных пробах было определено содержание тяжелых металлов методами эмиссионного и атомно-абсорбционного спектрального анализа. В контрольной пробе их содержание было ниже. Количество Zn, Cu, Pb, Cd, Ni находилось в пределах нормы. Отмечено лишь несколько повышенное содержание Zn в почве, взятой в районе Арбековских дач.

Для более наглядной характеристики поступления тяжелых металлов

в растения салата листового, выращенного на отобранных образцах почвы, были рассчитаны коэффициенты поглощения, показывающие способность растений накапливать металлы в зависимости от их концентрации в почве (содержание в растении /содержание в почве). Наибольшей подвижностью отличался кадмий, коэффициент поглощения которого в 147 раз превышал ОДК. Далее в порядке убывания шли: Ni – 120, Pb – 82,5, Cu – 13,3, Zn – 10,8 раз. Наиболее загрязненными в результате исследований оказались почвы Арбековских дач, где эффект “разбавления” уже не наблюдался, и сказывалась близость садовых участков к городу.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Груздева Л.П., Шаповалов Д.А., Груздев В.С. Биотестирование токсичности почв в радиусе действия техногенных выбросов металлургического комбината // *Земледелие*. 2008. № 4. С. 16 – 17.
2. Надежкина Е.В., Сашенкова С.А. Практикум по экологии и химии окружающей среды. Пенза : РИО ПГСХА, 2003. 256 с.
3. Строганова М.Н., Мяжкова А.Д., Прокофьева Т.В. Роль почв в городских экосистемах // *Почвоведение*. 1997. № 1. С. 96 – 101.

УДК 502

ББК 28.08

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

- © *Е.А. Полянскова, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)*
- © *Е.А. Парфенова, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)*
- © *С.Ю. Шаркова, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)*

### EVALUATION OF PETROL STATIONS IMPACT ON THE ENVIRONMENT

- © *E.A. Polyanskova, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*
- © *E.A. Parfenova, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*
- © *S.Yu. Sharkova, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

В статье обсуждается отрицательное влияние автозаправочных станций на окружающую среду. Представлены источники выбросов в атмосферу и их характеристики. Автозаправочные станции являются потенциально опасными для водных ресурсов, особенно грунтовых вод, и почвы. Несмотря на то, что содержание нефти в почве соответствует стандартам по загрязнению, оно должно также отвечать требованиям экологического законодательства и безопасности окружающей среды.

**Ключевые слова:** нефтепродукты, окружающая среда, оценка воздействия, автозаправочные станции.

Negative environmental impact of petrol stations is discussed in the article. The sources and characteristics of emissions into the atmosphere are presented. The station is a potential source of negative effect on soil and water resources, especially groundwater. Despite the fact that oil content in soils complies with the pollution standards it should also meet the requirements of ecological legislation and environmental security.

**Key words:** oil products, environment, impact evaluation, petrol stations.

e-mail: s\_sharkova@mail.ru

Загрязнение окружающей среды нефтью и сопутствующими загрязнителями – острейшая экологическая проблема в настоящее время. Это связано с продолжающимся ростом автомобильного транспорта и соответственно с приобретением особого значения систем их обслуживания через автозаправочные станции (АЗС), оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

АЗС служит для заправки топливом автотранспорта и подвижных механизмов и включает в себя помещения, сооружения и технологическое оборудование, предназначенное для хранения и заправки автомобилей бензином и дизельным топливом. Раздача топлива потребителям осуществляется топливораздаточными колонками. Подача топлива к топливораздаточным колонкам производится с помощью насосов. Топливо на АЗС доставляется железнодорожным и автомобильным транспортом.

Рассмотрим подробнее такое влияние на окружающую среду на примере одной из автозаправочных станций г. Пензы.

На площадке общей площадью 0,4 га установлены шесть заглубленных резервуаров для хранения бензина и два резервуара для хранения дизельного топлива.

Воздействие АЗС на окружающую природную среду в наибольшей степени проявляется в возможном загрязнении грунтов, подземных и поверхностных вод, атмосферного воздуха, что может привести к нарушению нормативного водоснабжения населенных пунктов, нарушениям в водных экосистемах, загрязнению атмосферного воздуха и почвы. Степень воздействия на окружающую среду зависит, главным образом:

- от количества возможных течек нефтепродуктов из подземных резервуаров;
- от количества возможных проливов топлива при заправке транспорта и при переливе топлива в резервуары;
- от эффективности работы локальных очистных сооружений, предназначенных для очистки ливневых стоков с площадки АЗС;
- от количества постов [1, с. 83 – 85].

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на автозаправочной станции являются дыхательные клапаны резервуаров для хранения топлива, пистолеты топливораздаточных колонок и баки автотранспорта, выделяющие пары бензинов и дизельного топлива, в составе которых присутствуют такие загрязняющие вещества, как предельные углеводороды C1 – C5, углеводороды C6 – C10, углеводороды C12 – C19, амилены, бензол, толуол,

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ...

ксилол, этилбензол, сероводород. Доля выбросов загрязняющих технологическим оборудованием веществ в атмосферу представлена на рис. 1.



Рисунок 1 – Доля выбросов загрязняющих веществ на АЗС

Из диаграммы видно, что в атмосферу попадают 9 наименований веществ. Основная доля приходится на предельные углеводороды С1 – С5 – 71 %, и 21 % составляют углеводороды предельные С6 – С10. Фактический выброс загрязняющих веществ не превышает нормативные значения ПДК.

АЗС является потенциальным источником воздействия на водные ресурсы. Подземные сточные воды образуются путем смешивания поступающих с территории загрязненных вод с грунтовыми водами. Основными факторами, влияющими на загрязнение грунта, подземных и поверхностных вод являются:

- гидрогеологические условия (наличие региональных и локальных водоупоров, мощность зоны аэрации и водоносных горизонтов, водопроницаемость, уклон зеркала подземных вод);
- ландшафт территории, наличие и удаленность от АЗС поверхностных водотоков.

Для выяснения этих факторов были проведены инженерно-геологические и гидрогеологические исследования на площадке АЗС: были пробурены три наблюдательные скважины (№ 1Н, № 2Н, № 3Н) глубиной по 10 м на грунтовые воды с обсадкой до 10 м. Скважина № 3Н расположена выше по потоку грунтовых вод и обосновывается необходимостью иметь фоновые сведения. Скважины № 1Н и № 2Н расположены ниже по потоку грунтовых вод и обосновываются необходимостью иметь результаты изменения состава грунтовых вод.

По результатам исследования были сделаны следующие выводы: грунтовые воды залегают на глубине 3,0 – 4,0 м (условные отметки 212,65 – 216,7 м). Мощность водоносной толщи 14,5 м. Питание грунтовых вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. Вода гидрокарбонатно-кальциевая, пресная. В грунтовой воде содержание нефтепродуктов 0,08 – 0,25 мг/дм<sup>3</sup>, что ниже ПДК (0,3 мг/дм) для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

На АЗС образуются производственно-ливневые сточные воды в результате выпадения атмосферных осадков и смыва территории водой. Для предупреждения загрязнения окружающей среды на АЗС установлены очистные сооружения производительностью 1,5 л/с для очистки дождевых сточных вод. Сточные воды после очистки имеют концентрации загрязнений ниже ПДК по всем показателям.

При заправках автотранспорта, утечках из технологического оборудования, при сливе нефтепродуктов в емкости и резервуары возможно загрязнение грунта и грунтовых вод. Ввиду хорошего асфальтового и бетонного покрытия площадки АЗС и наличия водоотводных лотков такого загрязнения происходить не должно.

В случае аварийной утечки из резервуаров даже небольших количеств нефтепродуктов будет происходить загрязнение грунтовых вод. При большом количестве разлившихся нефтепродуктов (при аварийном выбросе всего количества) они мгновенно расплывутся на поверхности грунтовых вод в виде слоя толщиной до 1,5 м.

Расплывшиеся по поверхности грунтовых вод нефтепродукты в виде линзы будут передвигаться в сторону разгрузки грунтовых вод. Проведем прогнозный расчет распространения загрязнения в сторону разгрузки, в данном случае в сторону р. Суры, которая находится в 6000 м западнее АЗС.

Определяем истинную скорость распространения загрязненных вод по формуле

$$U = \frac{K_{\phi} \cdot i}{n},$$

где  $K_{\phi}$  – коэффициент фильтрации водовмещающих грунтов  $K_{\phi} = 1,5$  м/сут;  
 $i$  – уклон грунтового потока,  $i = 0,037$  (уклон до разгрузки в р. Суру);  
 $n$  – активная пористость водовмещающих грунтов,  $n = 0,15$  д. ед.

Тогда загрязненные воды с растворимыми нефтепродуктами будут двигаться до ближайшего места разгрузки – в реку со скоростью

$$U = \frac{1,5 \cdot 0,037}{0,15} = 0,37 \text{ м/сут} = 135 \text{ м/год.}$$

При аварийном выбросе нефтепродуктов произойдет мгновенное загрязнение грунтовых вод и в дальнейшем при разгрузке загрязненных вод в р. Суру будет происходить ее загрязнение. Более чем через 44 года загрязненные воды достигнут реки.

В первый год после загрязнения концентрация нефтепродуктов составит 456 г/дм, что превысит ПДК в 1520 тыс. раз.

Загрязнение грунтов нефтепродуктами оценивается в сравнении с их фоновым содержанием, ввиду отсутствия нормативного документа по установлению предельно допустимых концентраций [3].

Для получения информации о составе, свойствах и степени загрязнения почвы нефтепродуктами было отобрано 15 проб грунта вблизи распо-

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ...

ложения наблюдательных скважин № 1Н, № 2Н, № 3Н нарушенной структуры с различных глубин в интервале от 0 до 5 м. Содержание нефтепродуктов в грунте представлено на графике (рис. 2).

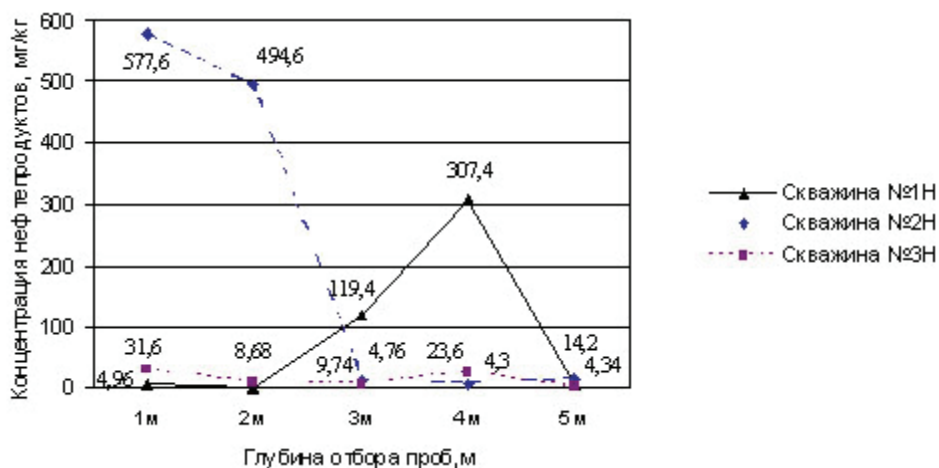


Рисунок 2 – Содержание нефтепродуктов в почве

Из диаграммы видно, что содержание нефтепродуктов составляет от 4,34 до 577,6 мг/кг грунта.

По результатам проведенной оценки воздействия на окружающую среду можно сделать вывод о том, что для обеспечения экологической безопасности, при эксплуатации АЗС необходимы мероприятия по защите почвы, поверхностных и подземных вод от загрязнения. Соблюдение требований природоохранного законодательства и обеспечение экологической безопасности сводят к минимуму вредное воздействие на окружающую среду.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пиковский Ю.И. *Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде*. М. : МГУ, 1993. 207 с.
2. РД39-0147098-015-90 *Инструкции по контролю за состоянием почв на объектах предприятий Миннефтегазпрома*.
3. ПБ 08-624-03 *Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности, постановление Госгортехнадзора России от 05.06.03 № 56*.

УДК 502.3

ББК 28.08

**АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ОАО “ПЕНЗДИЗЕЛЬМАШ”  
С РАЗРАБОТКОЙ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

© *О.Г. Курочкина, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*

**ANALYSIS OF TECHNOGENIC LOAD OF OJSC "PENZADISELMASH"  
AND WORKING-OUT ACTIONS TO PROTECT THE ENVIRONMENT**

© *O.G. Kurochkina, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

На основе анализа деятельности промышленного предприятия выявлены источники загрязнения окружающей среды и предложена модернизация имеющегося природоохранного оборудования.

**Ключевые слова:** литейное производство, негативное воздействие, выбросы, сбросы, отходы производства, природоохранные мероприятия.

The sources of environmental pollution were revealed and the ways of upgrading nature-conservation equipment were developed on the basis of the plant performance analysis.

**Key words:** foundry, negative effect, emissions, wastewater, industrial waste, environmental actions.

e-mail: kog@pgta.ru

Численность населения Земли и темпы его роста являются предопределяющими факторами повышения интенсивности загрязнения всех сфер Земли, в том числе и атмосферы, так как с их увеличением возрастают объемы и темпы производства, которые, несмотря на усовершенствование технологии и техники очистки выбросов (отходов), повлекли за собой увеличение общей массы вредных веществ, вносимых в атмосферу.

В атмосферу ежегодно выбрасывается 200 млн. т оксида углерода, 150 млн. т оксида серы (IV), 50 млн. т оксидов азота (в основном  $\text{NO}_2$ ), более 50 млн. т различных углеводородов и 20 млрд. т  $\text{CO}_2$ . Возрастают объемы отходов промышленного и коммунально-бытового происхождения. Большой объем вредных примесей, загрязняющих окружающую среду, дают различные технологии в обрабатывающих отраслях промышленности, в первую очередь в машиностроении, которое включает большое число разнообразных термических, химических и механических процессов (литейное, кузнечно-прессовое, сварка и резка металлов и др.) [1].

Наиболее крупными источниками пылегазообразных выбросов в атмосферу являются литейные цеха, а именно: вагранки, электродуговые и индукционные печи, участки складирования и переработки шихты и формовочных материалов, участки выбивки и очистки литья. Так, например, при плавке 1 т металла в открытых чугунолитейных вагранках выделяется от 900 до 1200 м<sup>3</sup> колосникового газа, который загрязняет атмосферу оксидами углерода, диоксидами серы и азота, парами масла, полидисперсной пылью [4].



ОАО “Пензадизельмаш” расположено в южной части города Пензы на одной производственной площадке. Основными видами продукции предприятия являются дизель-генераторы для судов и тепловозов, турбокомпрессоры, масляные и водяные насосы, пусковые индикаторные клапаны к дизель-генератору. Одновременно выпускаются различные товары народного потребления.

На предприятии имеется чугунно-литейное производство, которое также характеризуется значительным выделением в атмосферу вредных веществ (пыли, газов), что оказывает отрицательное воздействие на окружающую природную среду.

Для координации деятельности в области экологии на заводе организовано бюро охраны окружающей среды, которое обеспечивает четкое и своевременное выполнение производственных заданий, а также разрабатывает мероприятия, направленные на предупреждение и уменьшение отрицательного воздействия на окружающую среду, возникающую в результате деятельности завода.

Выбросы вредных веществ в атмосферу составили 600 т/год, в том числе твердые вещества – 156 т/год; жидкие и газообразные – 445 т/год. Из них: оксид углерода и технический углерод – 432 т/год (71,9 %); диоксид серы – 15 т/год (2,5 %); оксид алюминия – 1,0 т/год (0,2 %); оксид железа – 48 т/год (8,0 %); диоксид азота – 33 т/год (5,5 %); пыль неорганическая – 26,7 т/год (4,4 %); пыль абразивная – 12 т/год (2,0 %); углеводороды (метан) – 4,735 т/год (0,78 %); сажа – 10 т/год (1,6 %); пыль металлическая – 3 т/год (0,49 %), другие вещества – 11 т/год (2,63 %). На долю литейного цеха приходится 186 т/год выбросов (31 %). Распределение вредных веществ, загрязняющих атмосферу, по предприятию и литейному цеху представлено на рис. 1, из которого видно, что на первом месте среди загрязняющих веществ стоит оксид углерода и технический углерод, пыль неорганическая, оксид железа и др. вещества.

Ситуация со сточными водами в целом по предприятию удовлетворительная. На предприятии имеются станция нейтрализации и очистные сооружения промышленных ливневых стоков, обеспечивающие достаточно эффективную степень очистки сточных вод. Исключение составляют нефтепродукты, поступающие в стоки в результате мойки автомашин. Для решения этой проблемы предусмотрены организационные мероприятия по снижению сбросов нефтезагрязняющих веществ от автотранспорта.

В результате производственной деятельности на предприятии образуются отходы пяти классов опасности. Общее количество отходов составляет 18741 т. Отходы, образующиеся на предприятии и от литейного цеха № 7, представлены на рис. 2, из которого видно, что литейный цех является основным поставщиком отходов 4 и 5 классов опасности.

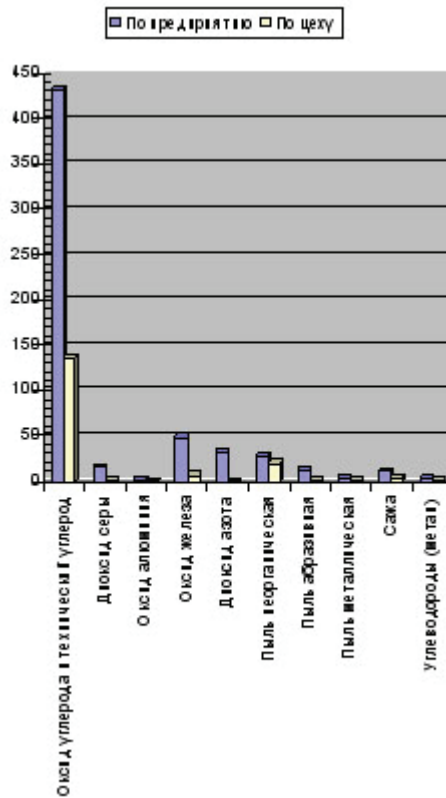


Рисунок 1 – Распределение выбросов в атмосферу по предприятию и литейному цеху

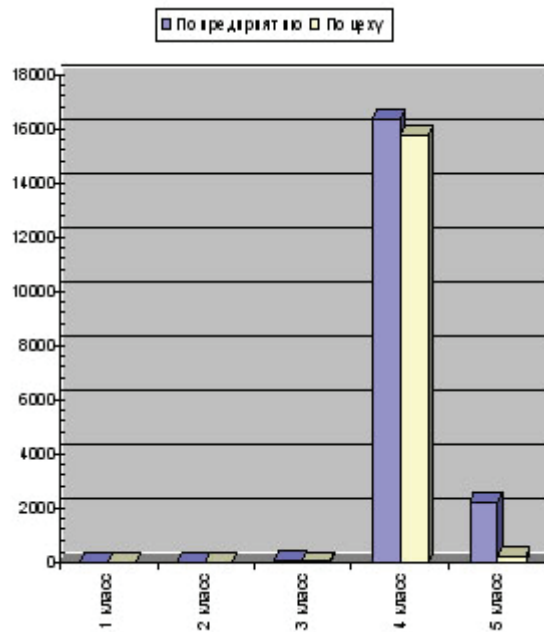


Рисунок 2 – Перечень образующихся отходов по классам опасности на предприятии и в литейном цехе

В результате проведенного анализа техногенной нагрузки предприятия можно сделать вывод о том, что наибольший вклад в загрязнение окружающей среды вносит литейное производство, которое подразделяется на чугунолитейное производство, производство цветного литья в землю, обрубное производство. Чугунолитейный цех включает в себя следующие отделения: смесеприготовления, выбивки, плавно-заливочное, сборки и заливки форм, сборки и заливки стержней и алюминиевое литье.

В литейном цехе осуществляются сложные и многооперационные технологические процессы, которые происходят при высоких температурах, высоком уровне шума, пыли и газовой выделении.

Проведенный анализ техногенной нагрузки показывает, что необходимо предусмотреть природоохранные мероприятия по снижению негативного воздействия на атмосферу.

Анализ имеющегося природоохранного оборудования в литейном цехе показал, что комплекс мер по очистке воздуха рабочей зоны включает в себя вытяжную вентиляцию, фильтр ФРИ-1250, дымососы-пылеуловители ДП-10 и циклоны типа ЦН-15. Оборудование введено в эксплуатацию в 1960 г., степень очистки снижается, поэтому была предложена 2-ступенчатая очистка и замена фильтра ФРИ-1250 на фильтр ФР-5000, который поможет повысить степень очистки до 98 % [2, 3].

Таким образом, разработка и внедрение экологически и экономически эффективного пылеулавливающего оборудования в чугунолитейном цехе является одной из важных задач, стоящих перед предприятием. Необходимо совершенствовать технологические процессы, создавать безотходные или малоотходные технологические циклы, развивать механизацию и автоматизацию производственных процессов в литейных цехах, которые являлись бы более щадящими по отношению к окружающей среде.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Инженерная защита окружающей среды: Учебное пособие / Под ред. О. Г. Воробьева. СПб. : Лань, 2002. С. 29 – 32.*
2. *Таранцева К. Р. Инженерные методы защиты атмосферы : Пособие по курсовому проектированию. Пенза : Изд-во Пензенской государственной технологической академии, 2005. 506 с.*
3. *Тимонин А. С. Инженерно-экологический справочник. Т. 1. Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. 846 с.*
4. *Экология и безопасность жизнедеятельности : Учебное пособие для вузов / Д. А. Кривошеин, Л. А. Муравей, И. И. Роева [и др.]; под ред. Л. А. Муравья. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 447 с.*

УДК 57.2788: 57.04

ББК 28.03

## ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

- © *О.А. Куликова, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*
- © *Т.Ю. Мамелина, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*

## THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON CHILDREN'S HEALTH

- © *O.A. Kulikova, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*
- © *T.Yu. Mamelina, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

В статье приводится анализ влияния факторов окружающей среды на здоровье детей. Рассматриваются негативные факторы, ведущие к ухудшению их здоровья. Авторы обеспокоены проблемами защиты здоровья детей и предлагают решать их с помощью хорошо продуманных, своевременных действий.

This article is aimed at analyzing environmental factors impact on children's health. Negative factors resulting in deterioration of their health are considered. The authors are concerned with children's health protection problems and suggest solving them with the help of elaborate and well-timed actions.

e-mail: kulichochik@rambler.ru

Загрязнение атмосферного воздуха Российской Федерации, особенно в городах, где проживает большая часть населения, остается высоким.

При оценке возможного влияния факторов окружающей природной среды на состояние здоровья детского населения установлено, что состояния, возникающие в перинатальном периоде, имеют высокую корреляционную связь с загрязнением атмосферного воздуха различного рода веществами.

Целью данной работы явился анализ факторов окружающей среды и их влияние на здоровье детей.

В последние десятилетия появляется большое количество научной информации о влиянии экологически неблагоприятной среды на физическое развитие и функциональное состояние детского организма. Раскрыты общие закономерности адаптационных изменений детского организма к воздействию средовых факторов различной природы, рассматриваются данные о том, что каждая экологическая ситуация способствует формированию определенного заболевания. Вопросам здоровья детей и его изучению посвящены работы таких ученых, как А.А. Баранов, Г.Г. Вельтишев, И.Н. Веселкова, С.М. Громбарх, Ю.П. Лисицин, В.А. Родионов, Г.Г. Онищенко и др.

Важно отметить, что отрицательные факторы антропогенного воздействия способствуют снижению уровня здоровья на индивидуальном и популяционном уровнях, нарастанию степени психофизиологического и ги-

гиенического напряжения, росту специфической патологии, появлению новых форм экологических болезней, особенно у детей.

Решение непростых задач по укреплению здоровья детей возможно лишь на основе реализации адекватных и своевременных мер, направленных на снижение негативных последствий процессов, происходящих в окружающей среде. В настоящее время также остается острой проблема разработки методологического и методического аппарата для оценки и анализа здоровья подрастающего поколения и факторов, оказывающих влияние на здоровье детской популяции.

Для этого необходимо рассмотреть и решить целый ряд задач:

- 1) изучить уровень загрязнения воздушного бассейна;
- 2) исследовать влияние загрязнения воздуха на здоровье детей;
- 3) оценить заболеваемость детей, прямо или косвенно связанную с загрязнением воздуха.

В структуре детской заболеваемости первое место занимают заболевания органов дыхания, которые в определенной мере могут отражать загрязнение атмосферного воздуха и загрязнение воздуха помещений. Отмечена тенденция к повышению заболеваемости бронхиальной астмой и другими аллергическими заболеваниями у детей (бронхит, плеврит и т.п.). Их частота намного выше в промышленных регионах с высоким уровнем загрязнения атмосферы, вблизи предприятий и транспортных магистралей. В последнее время наблюдается постоянный рост заболеваемости детей новообразованиями, в первую очередь – раком щитовидной железы. Увеличилась частота рождения детей с пороками развития, особенно на наиболее загрязненных территориях.

В целях уменьшения неблагоприятных эффектов, обусловленных транспортом, предусматривается:

- разработка национальных программ охраны здоровья населения, подвергающегося риску неблагоприятного воздействия транспорта;
- координация действий по обеспечению соблюдения транспортного законодательства стран;
- проведение оценок воздействия транспорта на санитарное состояние окружающей среды [4];
- разработка законодательных мер по снижению неблагоприятного воздействия транспорта.

Получение информации о выбросах от автотранспорта в атмосферный воздух (инвентаризация выбросов) осуществляется тремя способами:

- сертификационным и эксплуатационным приборным контролем за выбросами транспортных средств;
- приборными измерениями характеристик, качества воздуха вблизи объектов транспортной инфраструктуры;
- расчетной инвентаризацией выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (для городов и городских регионов, отдельных магистралей и транспортных объектов).

Как указывает анализ, для решения задач, связанных с моделированием

ем загрязнения атмосферы и оценкой экологического риска здоровью населения, более перспективным является внедрение способов расчетной инвентаризации выбросов. На базе расчетного моделирования, основанного на имеющейся априорной информации об экологических свойствах транспортных средств, их техническом состоянии, условиях и режимах эксплуатации, а также данных учета движения и транспортной работы, определяются участки транспортной сети, характеризующиеся большим уровнем действия на окружающую среду, рассчитывается мощность выбросов загрязняющих веществ на этих участках [5].

Основным направлением в работе по контролю за состоянием атмосферного воздуха являются мероприятия, направленные на сокращение загрязнения атмосферы городов и районов области выбросами промышленных предприятий [3].

К таким мероприятиям относятся:

1. Законодательные. Наиболее важным в обеспечении нормального процесса по охране атмосферного воздуха является принятие соответствующей законодательной базы, которая бы стимулировала и помогала в этом трудном процессе. Однако в России в последние годы не наблюдается существенного прогресса в этой области. Загрязнения, с которыми мы сейчас столкнулись, мир уже пережил 30-40 лет назад и принял защитные меры. Следует использовать опыт развитых стран и принять законы, ограничивающие загрязнение, дающие государственные дотации производителям экологически более чистых машин и льготы владельцам таких машин.

2. Архитектурно-планировочные. Данные меры направлены на регламентацию строительства предприятий, планирование городской застройки с учетом экологических соображений, озеленение городов и др. При строительстве предприятий необходимо придерживаться правил, установленных законом, и не допускать строительство вредных производств в городской черте, а также необходимо осуществлять массовое озеленение городов.

3. Технологические и санитарно-технические. Выделяют следующие мероприятия: рационализация процессов сжигания топлива; улучшение герметизации заводской аппаратуры; установка высоких труб; массовое использование очистных устройств и др. Следует отметить, что использование очистных сооружений в России находится на примитивном уровне, на многих предприятиях они отсутствуют вовсе и это несмотря на вредность выбросов этих предприятий.

Для снижения загрязнения атмосферного воздуха выбросами от автотранспорта необходимо принятие решений на региональном и федеральном уровне, а именно:

- о запрещении использования этилированного бензина, что позволит на десятки тонн снизить загрязнение окружающей природной среды свинцом, который в свою очередь относится к ряду канцерогенных веществ, т.е. веществ, способных вызвать необратимые изменения в живой клетке вплоть до образования злокачественных опухолей. Основным источником выбросов свинца в области является автотранспорт [1];

- о разработке региональной программы по охране атмосферного воздуха от загрязнения автотранспортом;
- об открытии постоянно действующих экологических постов для контроля норм токсичности и дымности; в рамках природоохранных мероприятий будет организовано продвижение экологически чистых технологий: развитие сети СТО, соответствующих международным стандартам;
- о продвижении экологически чистых видов топлива (биотоплива, газового топлива и т.п.); внедрении более эффективных дожигателей вредных веществ выхлопных газов (каталитических нейтрализаторов);
- о введении платы за выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников;
- о предъявлении требования по установке нового и реконструкции существующего пылегазоулавливающего оборудования, по контролю атмосферного воздуха на границе СЗЗ и жилой зоны [2].

На основе вышеперечисленного можно сделать следующие выводы:

- 1) влияние техногенных загрязнений на окружающую среду и, в частности, на человека возможно проследить при изучении загрязнения атмосферного воздуха, особенно в условиях промышленных городов;
- 2) необходима разработка методологического и методического аппарата для оценки и анализа здоровья детей;
- 3) необходимо ввести жесткий контроль за состоянием атмосферного воздуха.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башкин В.Н., Галиулин Р.В. *Геоэкологическая оценка путей поступления канцерогенных веществ в окружающую среду // Экология и промышленность России. 2009. № 3. С. 55 – 57.*
2. Воронич С.С., Тимошук С.П. *Контроль загрязняющих веществ в воздухе // Экология и промышленность России. 2008. № 9. С. 8 – 10.*
3. Кузнецов В.А., Тарасова Н.П. *Комплексная оценка воздействия физических и химических факторов на городскую окружающую среду // Экология и промышленность России. 2008. № 10. С. 41 – 43.*
4. Самсонов А. *Страной будут управлять экологи // Экология и жизнь. 2008. № 3. (76). С. 18 – 19.*
5. Сотникова А.А., Сотникова М.В., Демьянова В.С. *Влияние загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения // Экология и промышленность России. 2006. № 8. С. 44 – 45.*

---

# СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ЭКОСИСТЕМ

---

---

УДК 631.8:631.82

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В СОВРЕМЕННЫХ УЛОВИЯХ

© *Н.А. Комарова, ФГУ ЦАС “Владимирский” (г. Владимир, Россия)*

© *В.И. Комаров, ФГУ ЦАС “Владимирский” (г. Владимир, Россия)*

## CURRENT WAYS TO INCREASE SOIL FERTILITY

© *V.I. Komarov, Federal State Institution (FSI) Center of Agrochemical Service (CAS) "Vladimirsky" (Vladimir, Russia)*

© *N.A. Komarova, Federal State Institution (FSI) Center of Agrochemical Service (CAS) "Vladimirsky" (Vladimir, Russia)*

*Нарастание процессов деградации почв ведет к снижению их плодородия. На основании обобщенных данных мониторинга почв Владимирской области показана эффективность известкования. Рассчитанное количество известковых удобрений позволит компенсировать естественные потери оснований из почвы и снизить площадь почв с избыточной кислотностью.*

**Ключевые слова:** кислотность почвы, серые лесные и дерново-подзолистые суглинистые почвы, плодородие, эффективность, известкование.

The process of soil degradation leads to diminishing of its fertility. The importance of chalking is proved by the integrated data of monitoring soils in the Vladimir region. The calculated quantities of agricultural lime allow to compensate for alkali natural loss in soils and to reduce the areas of soil having excessive acidity.

**Key words:** acidity of soil, forest gray and demno-podzolic loamy soils, fertility, effectiveness, chalking.

e-mail: komarova\_nadezhd@inbox.ru

В настоящее время во Владимирской области, как и в целом в Центральном районе Нечерноземья, в условиях резкого дефицита средств химизации идет нарастание процессов деградации почв, что ведет к снижению их плодородия. По данным агрохимических обследований последнего года, уже 86 % площади пашни нуждаются в улучшении.

Эффективность известкования на кислых почвах Владимирской области рассмотрим на примере двух почвенных разностей. Наибольший объем работ по известкованию выполнен на серых лесных почвах – 42 %, из них 47,3 тыс. га в Суздальском р-не, на дерново-подзолистых суглинистых – 34 %, из которых 25,6 тыс. га в Ковровском р-не.

Средняя доза доломитовой муки для серых лесных почв составляла 4,0-4,2 т/га, для дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных соответ-



ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В СОВРЕМЕННЫХ...

ственно 3,3-3,5 и 3,2-3,4. Результаты изменения кислотности почв позволили выявить динамику и смещение  $pH_{KCl}$ . Установлено, что с увеличением доз извести увеличивается и сдвиг  $pH$ . Фактически полученные сдвиги  $pH$  от 1 т  $CaCO_3$ : на сильнокислых почвах ( $pH < 4,5$ ) – 0,17, на среднекислых ( $pH 4,6-5,0$ ) – 0,16 и слабокислых ( $pH 5,1-5,5$ ) – 0,14. Определены нормы для основных разновидностей почв в зависимости от их гранулометрического состава:

Тип почвы	Сдвиг $pH_{KCl}$
Дерново-подзолистые почвы	
Пески	0,21
Супеси	0,21
Легкосуглинистые	0,16
Среднесуглинистые	0,16
Серые лесные почвы	
Легкосуглинистые	0,11
Среднесуглинистые	0,12
Тяжелосуглинистые	0,11

При внесении одной и той же дозы доломитовой муки, в пересчете на 1 т  $CaCO_3$ , наибольший сдвиг  $pH$  происходил на супесчаных почвах, наименьший – на тяжелосуглинистых; показатели смещения  $pH$  наибольшие на дерново-подзолистых почвах. Сдвиг  $pH$  в сторону нейтрализации был в пределах нормативного (от 66 до 84 %). Внесение доломитовой муки в расчетных дозах в первые годы после внесения способствовало повышению величины  $pH$  в среднем: дерново-подзолистых почв с 4,6 до 6,0, серых лесных почв с 4,9 до 5,8-5,9 (табл. 1).

Таблица 1

Динамика кислотности почв

Год после известкования	$pH_{KCl}$	
	серые лесные	дерново-подзолистые
	4,9	4,6
1	5,3	5,2
2	5,4	5,5
3	5,5	5,8
4	5,6	5,9
5	5,8	6,1
6	5,9	6,0

Площадь с повышенной кислотностью за время первых трех лет после действия известкования изменилась с 61 до 20 %, на дерново-подзолистых почвах Ковровского и на серых лесных почвах Суздальского районов соответственно с 85 до 46 % и с 93 до 40 %. Площади пахотных почв, близких к нейтральным и нейтральных, увеличились с 15 до 90 % – в Ковровском районе и с 6 до 87 % в Суздальском районе. Средневзвешенный уровень  $pH$  в этих районах достиг величины 5,8-6,1.

Проведение известкования дало возможность значительно улучшить агрохимические показатели почв: в Суздальском районе суммарный агрохимический бонитет повысился в 1,6 раза, что способствовало созданию необходимого почвенного плодородия для получения стабильных высоких урожаев всех сельскохозяйственных культур. Нейтрализующее действие, хотя и более слабое, наблюдалось и в подпахотном горизонте (20-40 см) почвы.

Для определения потребности в известковых материалах, сроков периодичности известкования необходим анализ баланса кальция и магния в корнеобитаемом слое почвы. Одновременно с нейтрализацией кислотности повышалась насыщенность поглощенными основаниями, которые накапливались преимущественно в слое 0-20 см (табл. 2).

**Таблица 2**

**Содержание Са и Mg по почвенному профилю дерново-подзолистой суглинистой почвы**

Варианты	Слои почвы	рН	Са	Mg
			мг-экв./100 г почвы	
Контроль	0-20	4,0	1,6	0,8
	20-40	4,2	2,6	1,4
	40-60	3,9	2,8	1,2
	60-80	3,8	3,2	1,7
	80-100	3,6	3,8	2,4
НРК без извести	0-20	3,8	1,2	0,4
	20-40	4,4	2,1	1,2
	40-60	4,1	3,0	2,0
	60-80	3,8	3,0	3,2
	80-100	3,6	4,3	2,6
НРК + известь	0-20	5,8	3,5	1,6
	20-40	5,6	2,8	1,6
	40-60	4,0	2,9	1,2
	60-80	3,7	4,0	2,1
	80-100	3,7	3,1	2,0

В Нечерноземной зоне России ежегодно потери кальция составляют 350 – 450 кг/га в пересчете на  $\text{CaCO}_3$ , поступление – 350 кг/га, необходимые поставки извести для положительного баланса кальция должны равняться 55 – 60 млн. тонн (Шильников И.А., 2006).

Между балансом кальция и сдвигом реакции среды существует тесная взаимосвязь. Для снижения почвенной кислотности необходимо, чтобы баланс кальция в почве был положительным и запас его был достаточным для сдвига реакции. По обобщенным данным, 1,2 т/га  $\text{CaCO}_3$  сдвигает рН на 0,3 единицы. При учете потерь кальция из почвы для поддержания реакции ее на уровне рН 5,6-6,0 необходимо ежегодно вносить около 1 т/га  $\text{CaCO}_3$ . Общее количество кальция, поступающее на 1 га кислых почв, с учетом содержания его в атмосферных осадках, органических удобрениях, фосфоритной муке и известковых материалах, составляет около 350 кг/га в пересчете

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В СОВРЕМЕННЫХ...

на  $\text{CaCO}_3$ . Этого количества едва хватает на компенсирование естественных потерь кальция из почвы.

Проводимое в области повторное известкование показало, что внесение известковых удобрений в средних дозах 4-5 т/га с периодичностью 5 лет способствует снижению кислотности почв за 16 лет с 4,8 до 5,6, т.е. сдвиг рН происходил с интенсивностью 0,04-0,05 в год. При этом Нг снизилась: серой лесной почвы с 2,70 до 1,55 мг-экв/100 г; дерново-подзолистой суглинистой с 2,08 до 0,51; дерново-подзолистой песчаной с 2,20 до 1,80. Одновременно увеличивалось содержание обменных оснований кальция и магния. Условия были близки к оптимальным для большинства возделываемых культур и создавали хороший фон для действия минеральных удобрений.

Наибольший сдвиг  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  произошел при средней дозе извести 3,2 т/га – средневзвешенный рН увеличился с 4,8 до 5,0, при средней дозе 5,3 т/га рН пашни достиг 5,6. При известковании сильноокислых песчаных и супесчаных почв при внесении 5 т/га величина  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  повысилась на 1,0-1,4 единицы, что, согласно градации, характеризует почву как слабокислую.

Обобщение данных по урожайности зерновых культур хозяйств Суздальского и Ковровского районов показало, что наибольший эффект наблюдается при известковании сильно- и среднекислых почв. Сдвиг рН на 1,0-1,4 единицы на серых лесных почвах приводил к повышению урожайности: озимой ржи в 2 раза, озимой пшеницы – в 2,5 раза, ячменя – в 1,3 раза. Сдвиг рН на 1,1 на дерново-подзолистых почвах способствовал росту урожайности ячменя в 2 раза, овса – более чем в 2,5 раза, повышение величины рН на 1,4 единицы – увеличению урожая озимой ржи в 1,6 раза (табл. 3).

**Таблица 3**

### Зависимость урожайности зерновых культур от реакции почвенной среды

Культура	До известкования		После известкования	
	рН	урожай, ц/га	рН	урожай, ц/га
Серые лесные суглинистые почвы				
Озимая рожь	4,0	10	5,3	20,0
	4,5	10	5,6	25,0
	4,7	18	5,7	28,0
Овес	4,7	20	5,7	28,0
Озимая пшеница	4,6	12	6,0	30,0
Ячмень	4,9	12	6,0	29,0
	5,1	15	6,1	32,6
Дерново-подзолистые суглинистые почвы				
Ячмень	5,1	14,5	6,2	28,0
Озимая рожь	4,4	17,0	5,8	28,0
Озимая пшеница	5,2	13,5	5,8	30,2
Овес	4,9	10,0	6,0	28,0

На серой лесной почве при снижении уровня кислотности среды до рН 5,6-6,0 на 1 кг питательных веществ удобрений получено 9,3 кг зерна, а на фоне более низкого уровня реакции среды лишь 5,2, т.е. на 48 % меньше (табл. 4).

**Таблица 4**

**Окупаемость известкования  
(в кг зерна на 1 кг д.в. удобрений)**

Почва	рН	
	5,1-5,5	5,6-6,0
Дерново-подзолистая супесчаная	6,8	7,7
Серая лесная среднесуглинистая	6,0	9,3

Затраты на известкование кислых почв окупались уже на второй год: при урожайности зерновых 30-35 ц/га известкование позволяет получать дополнительно 8-12 ц/га зерна при более низких (на 25-30 %) затратах минеральных удобрений.

На серых лесных и дерново-подзолистых суглинистых почвах резкого затухающего действия извести не отмечено. На почвах легкого гранулометрического состава отмечается тенденция к подкислению.

В настоящее время работы по известкованию практически полностью прекращены. Баланс кальция в земледелии стал резко отрицательным. По изменению величины суммы поглощённых оснований были рассчитаны потери кальция. Средние ежегодные потери оснований из пахотного горизонта почв составляют 350-470 кг/га в пересчете на  $\text{CaCO}_3$ . Обеднение почв основаниями и рост кислотности приняли устойчивый характер. Отмеченные явления обусловлены большими потерями кальция. В 1999 году вынос его почти в 18 раз превысил поступление в почву.

Была разработана методика прогноза изменения реакции среды и расчета баланса кальция в земледелии Нечерноземья, в т.ч. Владимирской области. Данные показывают, что скорость падения величины рН – 0,05-0,06 единиц ежегодно, что обусловит через 7-10 лет возвращение реакции среды к исходному уровню. В первую очередь сократится площадь нейтральных почв. Прогноз изменения кислотности почв, сделанный на основе методики, показывает, что к 2007 году площадь почв, нуждающихся в известковании ( $\text{pH} < 5,5$ ), увеличится на 39 % и достигнет 212 тыс. га, а почв, нуждающихся в первоочередном известковании ( $\text{pH} < 5,0$ ), – на 13 % и составит 71 тыс га. Через 8 лет начнется резкое подкисление пахотных почв: кислотность рН ниже 5,5 будет иметь – 63 % пашни, а через 10 лет – 72 %.

Установлены закономерности динамики кислотности произвесткованных почв и составлен прогноз состояния кислотности почв на 2020 год. Наличие почв сельскохозяйственных угодий в настоящее время в области составляет 872900 га, из которых обследовано 585394 га. На основании обобщенных данных агрохимического обследования определена потребность в известковых удобрениях, которая составляет не менее 1,4 млн. тонн (ежегодно не менее 200 тыс. т) в физической массе (табл. 5).

Таблица 5

**Потребность земледелия Владимирской области в известковых удобрениях**

Тип землепользования	Группировка по степени кислотности, pH			Всего почв, нуждающихся в известковании, га	Потребность в извести, тонн
	сильнокислые < 4,5	среднекислые 4,6 – 5,0	слабокислые 5,1 – 5,5		
Пашня	6723	25 005	134 650	166 378	1 114 097
Сенокосы	9938	10 951	9 111	30 000	212 326
Пастбища	3 823	5 314	8 430	17 567	107 668
Многолетние насаждения	20	126	172	318	2 444

Расчитанное количество известковых удобрений позволит не только компенсировать естественные потери оснований из почвы, но и снизить площади почв с избыточной кислотностью вследствие положительного баланса кальция.

**УДК 502:65**  
**ББК 20.1**

**ВЫБОР МЕТОДА УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА И УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД НА ПЕНЗЕНСКОЙ ТЭЦ-2**

© Ю.А. Фаюстова, Пензенский филиал ОАО "ТГК-6" (г. Пенза, Россия)

**CHOOSING THE METHOD OF QUALITY IMPROVEMENT AND QUANTITY REDUCTION OF SEWAGE DISPOSAL AT PENZA THERMAL POWER STATION-2**

© Yu.A. Fayustova, Penza branch of OJSC "Territorial generating company-6" (Penza, Russia)

Введение антикоррозийной добавки в технологический процесс небольшой теплоэнергостанции является хорошим решением в условиях кризиса и растущих требований к качеству сточных вод. Это замедлит процессы коррозии и образования накипи и приведет к улучшению качества сточных вод и уменьшению их количества.

**Ключевые слова:** ТЭЦ, сбросы, сточные воды, качество, очистка.

Introduction of corrosion inhibitor in process flow of a small thermal power station is a good decision in terms of crisis and growing requirements to sewage disposal quality. This will slow down the processes of scaling and corrosion and will result in quality improvement of sewage disposal and its quantity reduction.

**Key words:** thermal power station, wastewater, sewage disposal, quality, rectification.

e-mail: ylechka@mail.ru

Вода – важнейшая составляющая среды обитания всего живого. Качество природной питьевой воды зависит от многих факторов, в частности от качества сточных вод, сбрасываемых промышленными предприятиями.

Одной из основных задач, стоящих перед любым предприятием, использующим воду как сырьевой ресурс, является улучшение качества и уменьшение количества сточных вод. Эта задача актуальна и для Пензенской ТЭЦ-2, сбрасывающей сточные воды по двум водовыпускам – в бывшее русло р. Мойка и в гор. коллектор. Сточные воды на ТЭЦ не подвергаются дополнительной очистке перед сбросом.

Состав и объём стоков на ТЭЦ напрямую зависит от технологии очистки воды перед подачей её в котлы. В настоящее время ТЭЦ-2 использует для этих целей водоподготовительную установку (ВПУ) с одно- или двух-ступенчатым Na-катионированием. ВПУ работает эффективно, о чём свидетельствует соответствие качества производственных вод нормам ПТЭ (Правил технической эксплуатации). Но химическая очистка воды требует затраты реагентов, ухудшающих качество сточных вод. К тому же на отмывку механических кварцевых фильтров, регенерацию Na-катионитовых фильтров, входящих в состав ВПУ, расходуется большой объём воды, увеличивающий объём стоков.

В связи с вышесказанным перед предприятием стоят следующие задачи:

- улучшение качества сточных вод, уменьшение объёма сточных вод методом, не удорожающим производство в условиях кризиса;
- сопутствующая выполнению предыдущей задачи оптимизация водно-химического режима тепло-механического оборудования с возможным уменьшением его коррозии.

В современном мире существует множество методов очистки сточных вод: механические, химические, физико-химические, биологические. Механические методы не подходят для данного предприятия, т.к. сточные воды являются довольно чистыми и обрабатывать их этими методами нецелесообразно.

Химические методы требуют дополнительных площадей, закупки реагентов, затрат новых объёмов сырой воды на приготовление. Дополнительная “химия” на производстве не лучшим образом отразится на показателях качества воздуха рабочей зоны.

Физико-химические методы очистки сточных вод являются эффективными, но часто дорогостоящими. К тому же все перечисленные методы не уменьшат объём стоков и никак не повлияют на водно-химический режим тепло-механического оборудования станции.

Возможен принципиально другой подход при анализе данной проблемы – не загромождать производственные площади небольшого предприятия новыми очистными сооружениями, а изменить технологическую схему водоподготовки. Эту проблему может разрешить ввод в технологическую цепочку ингибитора коррозии.

Ингибиторы коррозии – это химически активные вещества, обладающие способностью замедлять процесс коррозии за счет некоторых природных свойств [1, с. 1105 – 1110].

Технология основана на введении в производственную воду небольших количеств ингибитора. Для её осуществления достаточно в сырую или

частично очищенную воду при помощи насоса-дозатора вводить реагент из контейнера-упаковки пропорционально количеству подпитки.

Преимущества ингибиторов состоят в том, что при правильном выборе они так изменяют водно-химический режим, что частично заменяют или исключают наличие ВПУ [2, с. 96]. Исходя из этого, нетрудно сделать вывод о положительном решении задач, обозначенных ранее.

Ответственным шагом является выбор ингибитора, при котором нужно учитывать следующие факторы:

- 1) состав и количественное содержание различных веществ в обрабатываемой воде;
- 2) химический состав и концентрация вводимого ингибитора, влияющая на состав сточных вод;
- 3) стоимость ингибитора и установки к нему, важная для небольших станций.

В число применяемых ингибиторов на ТЭЦ входят Гилуфер-422 (зарубежного производителя), Оптион-313 (отечественного производителя) (рис. 1).

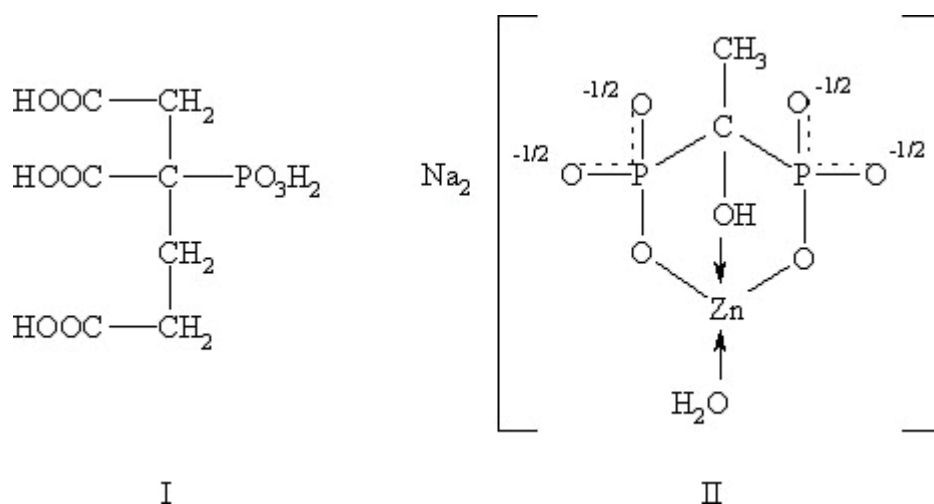


Рисунок 1 – Химические формулы ингибиторов коррозии:  
I – Гилуфер-422, II – Оптион-313

В результате сложной экономической ситуации в нашей стране и существенной девальвации рубля у предприятий, использующих зарубежные ингибиторы, существенно вырастут эксплуатационные затраты. Это приведет к росту себестоимости вырабатываемой тепловой энергии, к росту тарифов.

Поэтому целесообразным является внедрение в технологическую схему отечественного ингибитора, например Оптиона-313, представляющего собой комплекс натриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты. Комплексонат не смягчает воду, а стабилизирует ее – замедляет процессы коррозии и накипеобразования. Обработка воды данным реагентом позволяет исключить стадию умягчения воды, а в некоторых системах и стадию деаэрации. Дозирование должно производиться в питательную и (или) кот-

ловую воду паровых котлов (на ТЭЦ-2 три энергетических котла), подпиточную воду водогрейных котлов. Точно это будет установлено после предварительных испытаний реагента [4, с. 8 – 12].

Принципиальная схема дозирования комплексоната может выглядеть следующим образом (рис. 2).

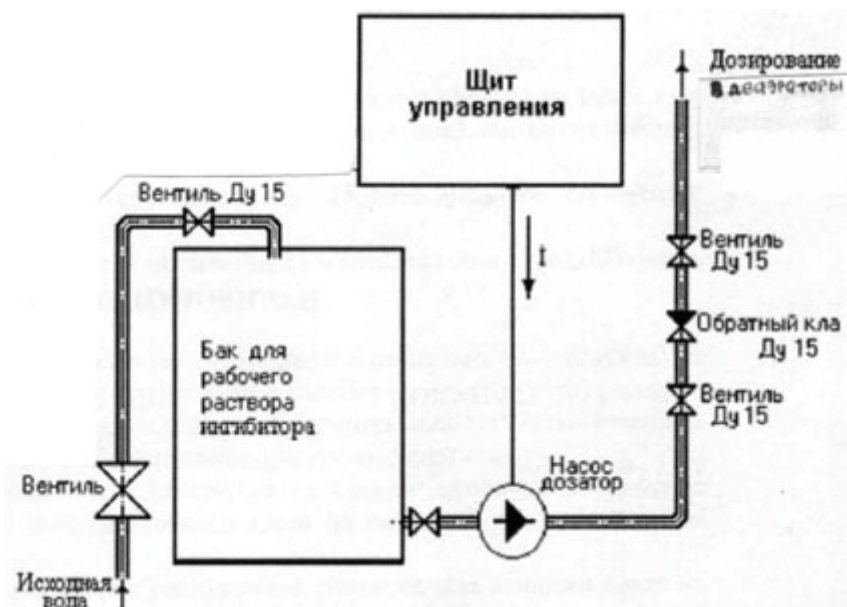


Рисунок 2 – Схема дозирования ингибитора в деаэраторы

Точка дозирования ингибитора должна быть выбрана с учётом технологических особенностей станции и качества производственных вод, например в деаэраторы. Установка имеет небольшую площадь, поэтому может быть смонтирована как в турбинном, так и в химическом цехе [3, с. 7 – 11].

Немаловажным аспектом при проектировании установки с ингибитором является влияние на качество стоков самого ингибитора. Содержащиеся в комплексонате вещества: цинка (Zn), фосфатов – при попадании в водоем не вызывают возрастания концентрации вредных веществ, возрастание минимально: цинка (не более) чем на  $9,6 \cdot 10^{-3}$  мг/м<sup>3</sup>, фосфатов (не более) чем на  $4,4 \cdot 10^{-3}$  мг/м<sup>3</sup>.

При анализе данных установлено, что Оптион-313 наряду с некоторыми другими ингибиторами проявляет эффективные ингибирующие свойства по коррозии и накипеобразованию, что подтверждается многочисленными испытаниями Свердловского НИИ химического машиностроения, Удмуртского государственного университета, Южного федерального университета и др.

Таким образом, для небольшой ТЭЦ в условиях кризиса и возрастающих требований к качеству сточных вод оптимально введение в технологическую схему производства ингибитора коррозии. Это поспособствует не только замедлению процессов накипеобразования и коррозии, но и улучшению качества стоков, возможному уменьшению их объёма.



**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Кузнецов Ю.И., Парданеева Т.И. Ингибирование коррозии стали и алюминиевых сплавов комплексонатами в растворах // Журнал прикл. хим. 1993. № 5.

2. Мартынова Т.В. Влияние некоторых комплексов на электрохимическое поведение железа в пересыщенных растворах солей кальция // Современ. методы исследования и предупреждения коррозионных и эрозионных разрушений: Тез. докл. 2 Всесоюз. шк.-семинар 6 – 11 окт. 1991. Ижевск-Севастополь. Ижевск : Удм. гос. ун-т, 1991.

3. Чаусов Ф.Ф., Казанцева И.С. Новый способ защиты теплотехнического оборудования от накипеобразования // Экология и промышленность России. 2007. № 9.

4. Чаусов Ф.Ф. Эффективный способ защиты стального оборудования инженерных сетей от коррозии // Экология и промышленность России. 2009. № 2.

**УДК 631.8: 631.89**

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК  
МИКРОУДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ**

© Л.С. Федотова, ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха  
(г. Москва, Россия)

© А.В. Кравченко, ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха  
(г. Москва, Россия)

© Н.А. Тимошина, ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха  
(г. Москва, Россия)

© С.С. Тучин, ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха  
(г. Москва, Россия)

© А.Н. Гаврилов, ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха  
(г. Москва, Россия)

**USING MICROFERTILIZER FOLIAR NUTRITION FOR POTATO  
GROWING**

© L.S. Fedotova, All-Russian Scientific Research Institute (ARSRI)  
of Potato Growing named after G.A. Lorkha (Moscow, Russia)

© A.V. Kravchenko, All-Russian Scientific Research Institute (ARSRI)  
of Potato Growing named after G.A. Lorkha (Moscow, Russia)

© N.A. Timoshina, All-Russian Scientific Research Institute (ARSRI)  
of Potato Growing named after G.A. Lorkha (Moscow, Russia)

© S.S. Toochin, All-Russian Scientific Research Institute (ARSRI)  
of Potato Growing named after G.A. Lorkha (Moscow, Russia)

© A.N. Gavrillov, All-Russian Scientific Research Institute (ARSRI)  
of Potato Growing named after G.A. Lorkha (Moscow, Russia)

На материале полевого опыта по применению жидких удобрений со сбалансированным комплексом микроэлементов при выращивании картофеля показано, что некорневое опрыскивание микроудобрением выполняло защитную, антистрессовую функцию в условиях засухи. Установлено, что применение агрохимиката способствовало существенному повышению урожайности. Сделан вывод, что агрохимикат “Микровит” оказывал положительное влияние на качество и обеспечивал высокие показатели экономической эффективности.

**Ключевые слова:** экологизация, дерново-подзолистая супесчанная почва, выращивание картофеля, эффективность, хелатные формы микроудобрения.

The materials of field experiment on applying fertilizer solutions with balanced microelement complex for potato growing showed that microfertilizer foliar nutrition fulfilled protective antistress functions during drought periods. It was revealed that application of the agricultural chemical contributed greatly to productivity increase. "Microvit" fertilizer had a positive effect on quality and guaranteed high rate of economic effectiveness.

**Key words:** ecologization, derno-podzolic loamy sand soil, potato growing, effectiveness, chelated forms, microfertilizer.

e-mail.: ldfedotova@gmail.com

В составе картофеля обнаружено 29 элементов таблицы Менделеева. При ежедневном потреблении 200 г картофеля потребность человека удовлетворяется на 30 % дневной нормы в калии, на 15-20 % – в магнии, на 17 % – в фосфоре, на 15 % – в меди, на 14 % – в железе, на 13 % – в марганце, на 6 % – в йоде и на 3 % – во фторе.

В настоящее время фирмой ООО “Элитные Агросистемы” налажен выпуск жидких удобрений со сбалансированным комплексом микроэлементов в хелатной форме – “Микровит” на основе ОЭДФ (оксиэтинидендифосфоновой кислоты), предназначенных для предпосевной обработки семян и некорневых подкормок посевов сельскохозяйственных культур (табл. 1).

**Таблица 1**

**Характеристика комплексных микроудобрений**

Наименование агрохимиката	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	B	Cu Хелат	Fe Хелат	Mn Хелат	Mo	Zn Хелат	Co	S	Mg Хелат
Микровит стандарт, %	3,25	0,45	2,6	1,43	0,78	4,16	4,16	0,65	1,04	0,13	3,9	1,3
Микровит картофельный, %	3,25	1,3	3,9	1,3	1,56	1,0	2,0	0,39	1,56	0,13	3,9	1,3

*Примечание.* Состав марки “Микровит картофельный” разработан коллективом научных сотрудников лаборатории биохимии и агрохимии ВНИИКХ.

Результаты полевого опыта (2008 – 2010 гг.) с Микровитом, проведенного на территории научно-экспериментальной базы ВНИИКХ “Коренево” Люберецкого района Московской области в условиях дерново-подзолистой

супесчаной почвы, подтвердили высокую эффективность некорневых опрыскиваний этим агрохимикатом (табл. 2).

Посадку картофеля на опыте (сорт Жуковский ранний, 1 репродукция) проводили клоновой сажалкой СН-4БК (4 – 6 мая 2008 – 2010 гг.) в предварительно нарезанные гребни, схема посадки 70 x 30 см. Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания. Некорневые подкормки хелатами микроэлементов проводились из ручного ранцевого опрыскивателя в 2008 г. – 12.07.08; в 2009 г. – 30.06.09 – фаза цветения картофеля; в 2010 г. – 25.06.10 – фаза начала цветения. Уборка – 12 – 18 августа 2008 – 2010 гг.

Годы проведения опыта существенно различались по гидротермическим условиям. Вегетационный сезон 2008 г. характеризовался избытком осадков и недостатком тепла – в целом за вегетацию  $ГТК_{2008} = 1,92$ . Метеоусловия вегетационного периода 2009 г. характеризовались как благоприятные для развития картофеля ( $ГТК_{2009} = 1,12$ ,  $ГТК_{\text{среднег.}} = 1,29$ ), в 2010 г. сложились экстремально засушливые условия ( $ГТК_{2010} = 0,63$ ).

Динамика влажности почвы под картофелем в 2008 – 2010 гг. наглядно представлена на рис. 1.

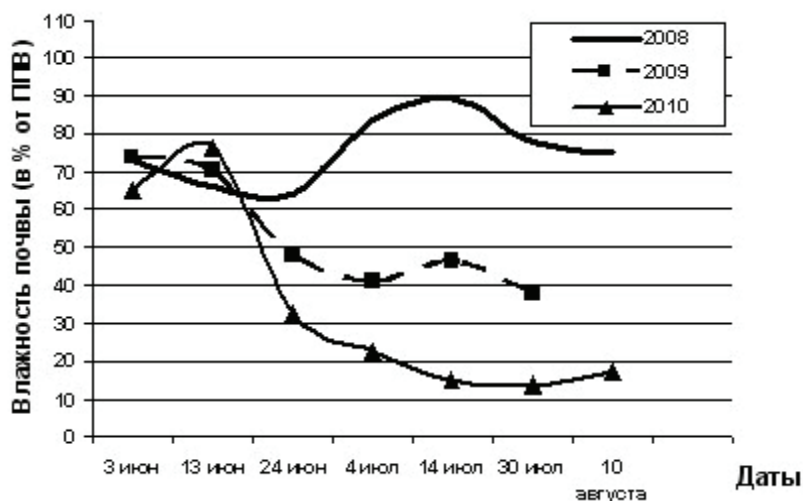


Рисунок 1 – Динамика влажности почвы под картофелем в 2008 – 2010 гг.

В среднем за 2008 – 2009 гг. прибавка урожая картофеля на фоне минеральных удобрений (фон –  $N_{120}P_{120}K_{150}$ ) составила 13,3 т/га, или 54 %, в 2010 г. – 2,4 т/га, или 30 % к неудобренному контролю. В остро засушливом 2010 г. эффективность от предпосадочного внесения удобрений ( $N_{120}P_{120}K_{150}$ ) в относительном выражении (в %) снизилась примерно вдвое, а в абсолютном (т/га) – в 5,5 раз.

В годы с нормальными гидротермическими условиями (2008 – 2009 гг.) опрыскивание растений картофеля раствором “Микровит стандарт” повышало урожайность на 4,9 т/га (или на 12,9 %); “Микровит картофельный” – на 5,3 т/га (13,9 %) по сравнению с фоновым вариантом.

В условиях засушливого вегетационного сезона 2010 г. тенденция положительного влияния некорневого опрыскивания хелатами микроэлементов на продуктивность картофеля подтвердилась.

Таблица 2

**Урожайность картофеля в зависимости от некорневых  
опрыскиваний растворами Микровита различных марок**

Варианты опыта	Урожай- ность 2008 – 2009 гг., т/га	Прибавка		Урожай- ность 2010 г., т/га	Прибавка	
		т/га	%		т/га	%
Без удобрений	24,7	-	-	7,9	-	-
Фон – N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	38,0	-	-	10,3	-	-
Фон + опрыскивание «Микровит стандарт»	42,9	4,9	12,9	11,7	1,4	13,6
Фон + опрыскивание «Микровит картофе- льный»	43,3	5,3	13,9	12,5	2,2	21,4
НСР <sub>05</sub>	1,8			0,7		

Некорневое опрыскивание вегетирующего картофеля (в фазу начала цветения) «Микровит стандарт» и «Микровит картофельный» выполняло защитную, антистрессовую функцию в условиях жесточайшей почвенной и воздушной засухи 2010 г., что способствовало существенному повышению урожайности: на 1,4-2,2 т/га, или на 13,6-21,4 % относительно фона.

Обработки комплексным микроудобрением посадок картофеля оказывали положительное влияние на качество картофеля во все годы исследований (2008 – 2010 гг.). Самые низкие показатели качества отмечались во влажном 2008 г. В целом за годы исследований прослеживалась общая тенденция к улучшению показателей качества клубней картофеля от применения некорневых опрыскиваний удобрением «Микровит».

Основным показателем качества, определяющим ценность картофеля, является наличие крахмала. В нашем опыте содержание сухого вещества и крахмала на вариантах с применением микроэлементов во все годы исследований не снижалось существенно по сравнению с абсолютным контролем (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели качества клубней картофеля, 2008 – 2010 гг.**

Варианты опыта	Сухое вещест- во, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг на 1 кг клубней	Кулинарные качества (сумма бал- лов)
Без удобрений	18,7	12,2	22,8	150	24,7
Фон – N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	17,3	11,1	18,9	245	23,6
Фон + опрыскива- ние «Микровит стандарт»	17,3	11,1	21,4	244	26,4
Фон + опрыскива- ние «Микровит картофельный»	17,8	11,5	23,4	216	25,6
НСР <sub>05</sub>	1,4	1,1	1,5	37	-

Выращивание картофеля на фоновом варианте без применения микроэлементов приводило к снижению содержания витамина С в среднем за годы исследований (2008 – 2010 гг.) на 3,9 мг % по сравнению с уровнем абсолютного контроля (табл. 3).

Содержание нитратов в клубнях картофеля на всех вариантах опыта было в пределах ПДК – от 150 мг/кг на абсолютном контроле до 245 мг/кг на фоновом варианте ( $N_{120}P_{120}K_{150}$ ). В среднем за три года наилучшие кулинарные качества по сумме баллов (вкус + развариваемость + потемнение мякоти) получил картофель с вариантов: фон + “Микровит стандарт” – 26,4 балла; фон + “Микровит картофельный” – 25,6 балла.

На вариантах с применением различных марок Микровита за счёт повышения урожайности, товарности и качества продукции увеличивался выход питательно ценных компонентов. На вариантах с применением “Микровит стандарт” и “Микровит картофельный” по сравнению с фоном увеличивались фракция товарных клубней (> 50 мм в диаметре) на 3,7-4,5 т/га (или на 10-12,6 %); выход сухих веществ – на 4,5-8,3 ц/га (или на 7,3-13,4 %); крахмала – на 2,5-5,3 ц/га (или на 6,5-13,8 %); витамина “С” – на 1,3-2,7 кг/га (или на 19-39 %).

Применение удобрений, в том числе некорневых подкормок Микровитом, явилось мощным сдерживающим фактором развития альтернариоза на листьях картофеля, что особенно ярко проявилось в 2009 г.

Наименьшее поражение альтернариозом листьев картофеля отмечено на варианте с опрыскиванием “Микровитом картофельным” – от 18,2 (I проба – 23.07) до 42,6 % (III-я проба – 13.08), что примерно вдвое ниже распространённости болезни на неудобренном варианте.

Поскольку в состав Микровитов входят элементы, используемые для борьбы с грибными и бактериальными болезнями, они оказывают фунгистатическое влияние на распространённость болезней, что позволяет снижать дозы фунгицидов при некорневых подкормках хелатами микроэлементов.

Производственную проверку эффективности некорневых опрыскиваний “Микровит стандарт” проводили на полях СПК “Дмитриевы Горы” Меленковского района Владимирской области. Почва дерново-подзолистая супесчаная со следующими агрохимическими показателями:  $pH_{KCl}$  5,25-5,75; гидролитическая кислотность ( $H_p$ ) 2,9-3,9 м-экв/100 г почвы; гумус 1,7-2,0 %; содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) – 156-200; обменного калия ( $K_2O$ ) – 173-189 мг/кг почвы.

Посадку раннеспелого сорта картофеля (Удача, 1 репродукция) проводили 4 мая 2009 г. сажалкой “Kramer” (4 x 75). Перед посадкой на всем участке общим фоном внесены минеральные удобрения (аммофоска) в дозе  $N_{90}P_{90}K_{90}$ . Общая площадь производственного опыта составила 10,0 га.

В фазу развития картофеля 10-15 см проведено 1-ое некорневое опрыскивание агрохимикатом “Микровит” (1л/га), 2-ое опрыскивание агрохимикатом “Микровит” (1 л/га) проведено в фазу бутонизации – начала цветения. В остальном агротехника ухода за посадками картофеля была общепринятая для данной зоны. Полученные результаты подтверждают эффек-

*Л.С. Федотова, А.В. Кравченко, Н.А. Тимошина, С.С. Тучин, А.Н. Гаврилов*

тивность опрыскиваний препаратами “Микровит” на посадках картофеля в производственных условиях (табл. 4). Прибавка урожая от двукратного опрыскивания “Микровитом” составила 4,2 т/га, или 17,5 % к фону, повышалась товарность и показатели качества продукции.

**Таблица 4**  
**Результаты производственной проверки некорневого опрыскивания посадок картофеля “Микровит”, СПК “Дмитриевы Горы”, 2009 г.**

Варианты	Валовой урожай, т/га	Товар- ность, %	Крах- мал, %	Вита- мин С, мг%
1. Фон без обработок	24,0	79,5	11,8	16,3
2. Фон + двукратное опры- скивание «Микровит»	28,2	83,7	12,0	16,8

Отзывчивость картофеля на применение агрохимиката “Микровит” обеспечила высокие показатели экономической эффективности.

Установлено, что от двукратных некорневых опрыскиваний вегетирующих растений картофеля препаратом “Микровит” был получен высокий дополнительный доход и высокая окупаемость затрат при снизившейся себестоимости продукции: дополнительный доход – 83,5 тыс. руб./га, окупаемость затрат – 162 руб./руб., себестоимость продукции – 7,11 руб./кг.

Таким образом, для получения стабильно высоких урожаев картофеля с заданными параметрами качества необходимо применять агрохимикаты нового поколения, содержащие макро- и микроэлементы.

**УДК 633:631.847.2**

**ББК 42.343+35.32**

## **ПРИМЕНЕНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР И БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

© *Н.В. Корягина, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

## **APPLICATION OF GREEN MANURE CROPS AND BIOLOGICAL PRODUCTS FOR AGRICULTURAL CROPS GROWING**

© *N.V. Koryagina, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*

Было определено воздействие сидерационных культур и биопрепаратов на биологические и агрофизические свойства светло-серых лесных почв. Также было выявлено их влияние на продуктивность зерна ярового ячменя, урожайность зеленой массы бобов и картофеля. Была вычислена экономическая эффективность применения удобрений.

**Ключевые слова:** зеленое удобрение, сидерация, инокуляция, биопрепараты, ячмень, кормовые бобы, картофель, продуктивность.

The influence of green manure crops and biological products on biological and agrophysical properties of light grey forest soil was determined. Their impact on the productivity of spring barley grain, on cropping power of bean herbage and potato was also revealed. The economic effectiveness of fertilizers application was calculated.

**Key words:** green manure, sideration, inoculation, biological products, barley, field beans, potato, productivity.

e-mail: liza.tania@mail.ru

Ситуация, сложившаяся в земледелии, характеризующаяся деградацией агроландшафтов, финансовыми трудностями предприятий, отсутствием бюджетных ассигнований, вынуждает искать альтернативные приёмы хозяйствования. Разрабатываемые в настоящее время принципы перехода к биологизации земледелия должны быть научно аргументированы. В то же время биологические средства повышения почвенного плодородия и увеличения урожайности нельзя противопоставлять известным средствам химизации (минеральным удобрениям, пестицидам и др.), так как при комплексном использовании всех средств действие биологических факторов усиливается. Изучение влияния биологических удобрений и препаратов является актуальной темой на сегодняшний день. Для повышения урожая в растениеводстве и улучшения свойств почв можно использовать зелёное удобрение и применять бактериальные препараты [1 – 4].

Целью наших исследований являлась оценка использования сидеральных культур и бактериальных препаратов при возделывании ярового ячменя, кормовых бобов и картофеля.

Исследования проводились в 2006 – 2010 гг. на коллекционном участке ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА».

Опыты закладывались в оптимальные сроки (7 – 12 мая) в четырехкратной повторности в соответствии с методикой и техникой постановки полевых опытов на стационарном участке по следующей схеме: 1. Контроль; 2. Вика; 3. Редька масличная; 4. Вика + редька масличная.

Наши исследования, проведенные на светло-серой лесной почве, показали, что в сидеральном пару наибольшая продуктивность общей биомассы была получена у редьки масличной: 94,5 т/га сырой массы и 17,5 т/га сухого вещества.

Проведенные лабораторные исследования показали, что надземная масса сидеральных культур содержит от 40,8 до 42,9 % углерода и от 2,34 до 2,93 % азота, а корневая масса – углерода несколько меньше (от 43,0 до 43,51 %), а азота существенно меньше (от 0,63 до 1,23 %).

С общей биомассой редьки масличной поступило 7303 кг/га углерода и 284,4 кг/га азота, вики – 2848 кг/га углерода и 144,1 кг/га азота. В варианте редька + вика поступило с общей биомассой сидератов 7070 кг/га углерода и 308,3 кг/га азота. Наибольшее поступление азота и углерода с общей биомассой редьки масличной можно объяснить, прежде всего, высокой продуктивностью данной культуры, которая в данном случае является определяющим фактором, а не содержанием углерода и азота в биомассе сидерата.

Наши исследования показали, что применение зелёных удобрений привело к изменению агрегатного состава почвы – увеличилась доля наи-

более ценных фракций с диаметром частиц 5–1 мм и уменьшилась доля фракций с диаметром частиц более 10 мм и менее 0,25 мм.

Размещение посевов ячменя после сидеральных паров дает достоверную прибавку урожая ячменя. По редьке масличной она составила 0,24 т/га (21,4 %), по вике – 0,16 т/га (14,3 %), при совместной заделке вики и редьки масличной – 0,23 т/га (20,5 %). Таким образом, использование сидеральных удобрений можно считать вполне рациональным.

На фоне инокуляции семян ячменя ризоагрином прибавка урожая при размещении посевов ячменя по сидеральным парам составила от 0,29 до 0,33 т/га по сравнению с контролем без инокуляции.

Нашими исследованиями установлено, что сидеральные удобрения и бактериальные препараты оказывают существенное влияние на качество зерна ячменя.

Масса 1000 зерен изменялась в зависимости от внесения сидеральных удобрений и обработки семян бактериальными препаратами. В варианте с сидеральным паром совместно с инокуляцией масса 1000 зерен увеличилась на 1,5 – 1,9 г по сравнению с контролем без инокуляции.

По натуре зерно ячменя, полученное в вариантах опыта, относится ко второй категории (650 – 680 г/л). Увеличение натурной массы зерна в среднем по сидеральному пару с инокуляцией составило 2 г/л.

В проведенных исследованиях данный показатель составил 7,4 – 7,9 %. В варианте с применением редьки масличной как сидерата совместно с инокуляцией семян ячменя биопрепаратами пленчатость оказалась наименьшей – 7,4 %.

В проведенных исследованиях было выявлено различное действие сидеральных удобрений и бактериальных препаратов на содержание белка в зерне. Так, практически во всех вариантах без инокуляции семян биопрепаратами содержание белка в зерне находилось в пределах допустимых норм (12,3 – 12,6 %). А в вариантах с инокуляцией семян биопрепаратами данный показатель во всех вариантах превышал допустимые нормы содержания белка в сортах пивоваренных ячменей. Таким образом, из приведенного анализа следует, что сидеральные удобрения улучшают как урожайность ячменя, так и его пивоваренные свойства. Совместное применение сидеральных удобрений и бактериальных препаратов даёт существенную прибавку урожая и улучшает качество зерна ячменя. Однако повышение содержания белка в зерне ячменя при инокуляции семян биопрепаратами отрицательно сказывается на пивоваренных свойствах зерна и не даёт возможности использовать полученный урожай на пивоваренные цели.

Следующей культурой в севообороте были кормовые бобы на зелёную массу. Исследования показали, что за период с 7 мая по 29 июля урожайность зелёной массы колебалась от 6,04 до 6,63 т/га. На фоне применения ризоторфина урожайность зелёной массы увеличилась на 3,9 – 7,5 % по сидеральному пару по сравнению с контрольным вариантом.

Третьей культурой в севообороте был картофель. Проведённые исследования показали, что сидеральные пары оказали незначительное влияние на урожайность клубней картофеля. Обработка клубней мизо-



рином перед высадкой оказала достоверную прибавку урожая, которая составила от 0,8 до 6,3 %.

Данная технология возделывания ячменя, картофеля, кормовых бобов более безопасна для окружающей среды, так как нужно меньшее количество минерального азотного удобрения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинохватов А.Ф. *Краткий справочник агронома / А.Ф. Блинохватов, Т.Б. Лебедева, А.Н. Орлов, Н.П. Ларюшин; под общ. ред. Т.Б. Лебедевой. Пенза : ПГСХА. 2002. 370 с.*

2. Васкогон В.В., Димова С.Б. *Биопрепараты комплексного действия при выращивании картофеля // Вестник аграрной науки. 2004. С. 29 – 32, 85, 87.*

3. Загребин И.А. *Эффективность химических и биологических препаратов в повышении урожайности зерна пшеницы // Материалы 39 Международной научной конференции “Агрономическая эффективность применения средств химизации в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур”, Москва, 13 – 14 апреля, 2005. М., 2005. С. 248.*

4. Мастеренко Н.Н. *Эффективность сидеральных смесей под картофель // Земледелие. 2010. № 5. С. 35 – 37.*

УДК 635.21:631.8

ББК 42.2+40.4

### РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА И БИОПРЕПАРАТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

© *О.В. Миронова, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

© *Н.В. Корягина, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

### STIMULANT FERTILIZERS AND BIOLOGICAL PRODUCTS USED FOR POTATO GROWING

© *O.V. Mironova, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*

© *N.V. Koryagina, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*

Было выявлено воздействие ростостимулирующих веществ и биопрепаратов на особенности роста и развития картофеля и на его продуктивность. Была определена экономическая эффективность применения этих препаратов.

**Ключевые слова:** ростостимулирующие вещества, биопрепараты, инокуляция, картофель, продуктивность.

The action of stimulant fertilizers and biological products on growth and development characteristics of potato and on its productivity was revealed. The economic effectiveness of the chemicals application was determined.

**Key words:** stimulant fertilizers, biological products, inoculation, potato, productivity.

e-mail: liza.tania@mail.ru

Экологические проблемы, связанные с использованием агрохимикатов, возможно решить путём широкого внедрения в практику земледелия биологических средств, в том числе бактериальных препаратов, позволяющих максимально использовать биологический азот с целью получения высококачественной, экологически чистой продукции растениеводства.

Антропогенное воздействие ведёт к загрязнению почвы вредными химическими веществами, снижает доступность для растений необходимых питательных элементов. В последнее время отмечено нарушение круговорота азота, что способствует накоплению его в нитритной и нитратной форме в воде, почве, продуктах питания. Несомненно, всё это негативно влияет на состояние почвы, ведёт к снижению количества и качества растениеводческой продукции [1 – 3].

Целью наших исследований являлось изучение влияния различных бактериальных препаратов и ростостимулирующих веществ на продуктивность клубней картофеля на светло-серой лесной почве.

Решение поставленных задач осуществлялось путем проведения полевого опыта в 2007 – 2010 годах на светло-серой лесной почве коллекционного участка ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА».

Опыты закладывались в оптимальные сроки в соответствии с методикой и техникой постановки полевых опытов на стационарном участке по следующей схеме: 1. Обработка клубней водой (контроль); 2. Обработка клубней мизорином; 3. Обработка клубней агрикой; 4. Обработка клубней гуми-30; 5. Обработка клубней смесью (мизорин + агрика + гуми-30).

В опыте использовался посадочный материал массой 50-80 граммов. Глубина посадки – 6-8 см. Густота посадки – 48 тыс. растений на 1 га. Объектом исследования служил раннеспелый сорт картофеля, районированный по Средне-Волжскому региону – Утёнок.

Обработка бактериальными препаратами на различных этапах органогенеза оказывает различное влияние на формирование надземной массы и ассимиляционной поверхности листьев. Применение микроорганизмов способствовало увеличению накопления надземной массы на опытных вариантах по сравнению с контролем. Наибольшая масса ботвы картофеля на всех вариантах опыта формировалась через 10 дней после цветения и составляла в контроле 10,1 т/га; при обработке клубней отдельными препаратами – 16,3 т/га; 16,6 т/га; 16,2 т/га соответственно; при совместном применении препаратов – 17,4 т/га.

Увеличение накопления массы ботвы по сравнению с контрольным вариантом отмечается на всех вариантах использования биологических препаратов для предпосадочной обработки клубней во всех рассматриваемых фазах развития растений. Однако наибольшее количество вегетативной массы у картофеля наблюдается при совместном применении препаратов (мизорин + агрика + гуми-30). Так, в фазу бутонизации происходило накопление 11,8 т/га зелёной массы; цветения – 14,6 т/га; 10 дней после цветения – 17,4 т/га; 20 дней после цветения – 15,3 т/га.

Наибольшее накопление массы ботвы у растений картофеля сорта Утёнок происходит через 10 дней после цветения при обработке клубней перед посадкой смесью препаратов мизорин, агрика и гуми-30.

На динамику листовой поверхности и её размер большое влияние оказывают биологические особенности культуры, тип почвы, погодные условия и другие факторы.

Исследования показали, что площадь листьев в разные фазы развития была различной по вариантам опыта.

Динамика площади листьев в течение двух лет колебалась в пределах от 15,2 до 44,4 тыс. м<sup>2</sup>/га. Если сравнивать по фазам вегетации, то наибольшая площадь листьев во всех вариантах была через 10 дней после цветения – 31,4; 41,3; 41,7; 41,3; 44,4 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно на контроле, при обработке мизорином, агрикой, гуми-30 и смесью данных препаратов.

Развитие ассимиляционной поверхности происходило следующим образом: начиная с фазы бутонизации – цветения наименьшая площадь листьев была отмечена на контрольном варианте. Так, если в среднем за 2 года на контроле площадь листовой поверхности на начало цветения составила 24,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, то через 10 и 20 дней после него – 31,4 и 28,3 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно, а в варианте с использованием трех препаратов она была соответственно на 12,5 тыс. м<sup>2</sup>/га больше, чем в контроле в фазу начала цветения и на 13,0 и 12,8 тыс. м<sup>2</sup>/га больше через 10 и 20 дней после неё.

Анализ динамики накопления урожая клубней картофеля показал, что более интенсивное накопление урожая клубней отмечено на варианте с совместным применением рассматриваемых биопрепаратов.

Процесс накопления урожая клубней картофеля более интенсивно происходил на вариантах при предпосадочной обработке семенного материала бактериальными удобрениями в фазу 20 дней после цветения. Так, на контрольном варианте он составил 13,6 т/га, а на вариантах с обработкой биологическими препаратами 18,6; 20,9; 18,6; 23,7 т/га соответственно.

Обработка клубней картофеля смесью препаратов способствовала накоплению массы по сравнению с контрольным вариантом на 2,9 т/га в фазу бутонизации; на 3,6 т/га в фазу цветения; на 4,6 и 10,1 т/га после 10 и 20 дней после цветения соответственно.

Анализируя полученные результаты по урожайности картофеля, можно отметить, что наибольшая урожайность картофеля достигается при обработке семенного материала комплексом препаратов (мизорин + агрика + гуми-30). Урожайность в этом варианте составила 27,6 т/га, что на 39,4 % больше по сравнению с контролем.

Из отдельных биопрепаратов наилучший результат показало применение агрики. Урожайность достигла уровня 26,4 т/га, что на 33,3 % больше, чем в контрольном варианте. Такие препараты, как мизорин и гуми-30, способствовали увеличению урожайности картофеля на 28,39 % (25,4 т/га) и 28,8 % (25,5 т/га) соответственно по сравнению с контрольным вариантом.

Обработка клубней картофеля перед посадкой биологическими препаратами способствует увеличению урожайности его в среднем на 6,4 т/га, что на 32,45 % больше контрольного варианта.

Как показывают полученные расчеты, экономически наиболее выгодно совместное применение биологических препаратов мизорин + агрика + гуми-30. При этом условно чистый доход составляет 162,6 тыс. руб./га.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинохватов А.Ф. *Краткий справочник агронома* / А.Ф. Блинохватов, Т.Б. Лебедева, А.Н. Орлов, Н.П. Ларюшин; под общ. ред. Т.Б. Лебедевой. – Пенза : ПГСХА. 2002. 370 с.
2. Васкогон, В.В., Димова С.Б. *Биопрепараты комплексного действия при выращивании картофеля* // *Вестник аграрной науки*. 2004. С. 29 – 32, 85, 87.
3. Ивойлов А.В., Танин А.А., Волков О.В. *Отзывчивость сортов картофеля на удобрение* // *Земледелие*. 2010. № 2. С. 47.

УДК 635.1:631.847.2

ББК 42.343+35.32

### ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ СТОЛОВОЙ МОРКОВИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ

- © *Н.Г. Садовников, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*
- © *Ю.В. Корягин, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*
- © *В.А. Иванова, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

### THE EFFECT OF BIOLOGICAL PRODUCTS APPLICATION ON PRODUCTIVITY OF GARDEN CARROT ROOT CROPS

- © *N.G. Sadovnikov, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*
- © *Yu.V. Koryagin, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*
- © *V.A. Ivanov, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*

Представлены результаты воздействия биопрепаратов на особенности роста моркови. Изучено влияние биопрепаратов на продуктивность моркови. Проведена экономическая оценка их использования.

**Ключевые слова:** столовая морковь, биопрепараты, инокуляция, продуктивность, качество товарной продукции.

The impact of biological products application on carrot growth characteristics is shown. The influence of the biological products on carrots productivity is studied. The economic assessment of their applying is given.

**Key words:** garden carrot, biological products, inoculation, productivity, commercial yield quality.

e-mail: liza.tania@mail.ru

В настоящее время микробиологами разработан ряд новых видов и форм биопрепаратов на основе симбиотических и ассоциативных групп

бактерий, которые требуют проверки и уточнения специфики их использования в растениеводстве [1 – 4].

Настоящая работа посвящена изучению действия новых биологических бактериальных препаратов на урожай корнеплодов столовой моркови.

Цель исследований заключалась в агроэкологической оценке действия биопрепаратов на продуктивность столовой моркови в почвенно-климатических условиях Пензенской области.

Предпосевная обработка семян моркови биопрепаратами позволила сократить период появления всходов по сравнению с контролем (22 дня): при использовании агрики – на 6 дней, мизорина – на 5 дней.

Стимулирование роста и развития растений биопрепаратами проявилось и в дальнейшие фазы роста и развития моркови. Межфазные периоды по вариантам опыта уменьшались на 1-2 дня, что позволило значительно сократить период вегетации.

В опыте период от всходов до утолщения корнеплода на контроле составил 63 дня. Использование при обработке агрики позволило уменьшить этот период до 59 дней, что на 3 дня меньше, а с учетом уменьшения времени на появление всходов эти препараты позволяют получать пучковую продукцию на 9-10 дней раньше, по сравнению с контролем.

Обработка семян мизорином также несколько снизила продолжительность межфазных периодов. Время наступления технической спелости по вариантам опыта существенно различалось: наиболее позднюю продукцию получали на контрольном варианте – 1 сентября, обработка семян мизорином позволила на 8 дней раньше получить продукцию, но наибольшее ускорение вегетации – на 11 дней – наблюдалось при обработке семян агрикой.

Вместе с тем продолжительность периода вегетации (от всходов до технической спелости), по сравнению с контролем (104 дня), сократилась по мизорину – на 4 дня, а по агрике – на 5 дней.

Таким образом, применение биопрепаратов ассоциативной группы позволяет не только уменьшить вегетационный период столовой моркови за счет сокращения межфазных периодов в общей сложности на 3-6 дней, но и получить более ранние всходы, что особенно актуально для моркови.

Предпосевная обработка семян моркови оказала существенное влияние на биометрические показатели. Нами фиксировались перед уборкой следующие биометрические показатели: средняя масса, толщина и длина корнеплода. Наименьшими значениями характеризовались растения на контроле. Наибольшее влияние на биометрические характеристики оказала обработка семян биопрепаратом агрика. Так, масса одного корнеплода увеличилась и составила 73,3 г, диаметр корнеплода – 4,3 см, длина – 16,5, что выше контроля соответственно на 11,4; 7,1 и 4,9 %.

Следующим по эффективности идет мизорин, у которого показатели превысили контроль соответственно на 9,7; 6,5 и 2,4 %. Урожайность является итогом биологических и биофизических процессов, протекающих в растениях, направленность которых зависит от генетической природы самого растения и условий внешней среды. Это результат взаимодействия

между продуктивностью растения и его устойчивостью к неблагоприятным экологическим факторам.

Поэтому мы фиксировали помимо общей урожайности также выход товарной продукции.

Улучшение пищевого режима, ускорение роста и развития растений под действием обработки семян биопрепаратами ассоциативной группы существенно повлияло на увеличение продуктивности столовой моркови.

Проанализировав общую продуктивность и товарность корнеплодов, мы приходим к выводу, что положительное воздействие биопрепаратов сказалось на выходе товарных корнеплодов с единицы площади.

Причём здесь проявилась та же тенденция, как и в предыдущих анализах и наблюдениях. На контрольном варианте была получена минимальная урожайность товарных корнеплодов. Применение биопрепаратов агрики и мизорина повысило этот показатель соответственно на 23,3 и 14,7 %.

Биопрепараты оказали влияние и на биохимические показатели корнеплодов моркови. Так, содержание сахаров возросло, в сравнении с контролем (6,5 %), до 7,4 по мизорину, до 7,6 % по агрике.

Наиболее ценным в моркови является высокое содержание каротина. Изучаемые биопрепараты существенно увеличили его накопление в корнеплоде: до 15,8-16,9 мг/%, по сравнению с 15,6 мг/% в контроле.

В опыте также отмечено снижение содержания нитратов под влиянием изучаемых препаратов, причем наименьшее содержание нитратов отмечено на варианте с предпосевной обработкой семян агрикой – 200 мг/кг. Тем не менее содержание нитратов по всем изучаемым вариантам и контролю не превышает санитарной нормы для моркови — 300 мг/кг.

Исследования по экономической эффективности применения биопрепаратов при возделывании столовой моркови показали, что инокуляция семян столовой моркови препаратом Агрика позволяет получить наиболее высокий урожай корнеплодов. По сравнению с контрольным вариантом, урожайность повысилась на 4,5 т/га. При цене реализации корнеплодов столовой моркови 6 тыс. руб. за тонну дополнительная выручка составит 27 тыс. руб., а условный чистый доход увеличится на 26,2 тыс. руб., по сравнению с контрольным вариантом, и на 4,2 тыс. руб. по сравнению с вариантом, где применялся препарат мизорин.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинохватов А.Ф. *Краткий справочник агронома* / А.Ф. Блинохватов, Т.Б. Лебедева, А.Н. Орлов, Н.П. Ларюшин; под общ. ред. Т.Б. Лебедевой. – Пенза : ПГСХА. 2002. 370 с.

2. Васкогон В.В., Димова С.Б. *Биопрепараты комплексного действия при выращивании картофеля* // *Вестник аграрной науки*. 2004. С. 29 – 32, 85, 87.

3. Загребин И.А. *Эффективность химических и биологических препаратов в повышении урожайности зерна пшеницы* // *Материалы 39 Международной научной конференции “Агрономическая эффективность применения средств химизации в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур”*, Москва, 13 – 14 апреля, 2005. М., 2005. С. 248.

4. Коковкина С.В., Триндафилова С.Н., Зорина Н.П. Эффективность нового биопрепарата ВЭРВА на посевах моркови столовой // Научные основы производства с/х продукции : Материалы научно-практической конференции, Саранск, 15 июля 2006. Саранск, 2006. С. 284 – 287.

УДК 633.26/29 + 631.81.095.337

ББК 42.2 + 40.4

### ВЛИЯНИЕ “АКВАМИКСА” НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ АМАРАНТА МЕТЕЛЬЧАТОГО

© *В.А. Иванова, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

© *К.В. Лягул, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

### THE INFLUENCE OF "AQUAMIX" FERTILIZER ON GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF REDROOT (AMARANTHUS PANICULATUS)

© *V.A. Ivanova, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*

© *K.V. Lyagool, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*

Микроудобрение "Аквამикс" положительно влияет на рост, развитие и урожайность зелёной массы и семян амаранта метельчатого. Он может быть использован для увеличения производства кормов в Пензенской области.

**Ключевые слова:** амарант метельчатый, микроудобрение в хелатной форме, инокуляция, урожай, качество, зелёная масса.

"Aquamix" microfertilizer has a positive effect on growth, development and yield of herbage and seeds of redroot (*Amaranthus paniculatus*). It may be used to increase fodder production in Penza region.

**Key words:** redroot (*Amaranthus paniculatus*), microfertilizer in chelated form, inoculation, yield, quality, herbage.

e-mail: liza.tania@mail.ru

Повышение продуктивности и качества продукции растениеводства представляет одну из важнейших задач аграрного сектора. Недостаток внимания влечёт за собой трудноисправимые социально-экономические осложнения.

Центральным разделом этого направления является критическая ситуация в кормопроизводстве. Совершенно очевидно, что использование лишь традиционных кормовых культур не обеспечивает её исправления.

По комплексу хозяйственно-полезных признаков самого серьёзного отношения требует амарант, широко используемый во многих странах как пищевое, кормовое и лекарственное растение.

Амарант – высокопродуктивное, устойчивое к неблагоприятным факторам высокобелковое кормовое растение, которое в условиях возрастающей засушливости климата может внести значительный вклад в кормовой баланс региона.

По выходу высококачественного белка (20-50 центнеров) с одного гектара амарант многократно опережает такие культуры, как горох, соя, рапс и другие.

Исследования биологических свойств показали, что агротехника амаранта сходна с агротехникой возделывания кукурузы, сорго и подсолнечника. Амарант отличается повышенной требовательностью к чистоте почв от сорняков, к плодородию и физическим свойствам почвы. Амарант – засухоустойчивое растение, он хорошо переносит высокие температуры (до 55 °С) и низкую влагообеспеченность почвы, имеет низкий коэффициент транспирации (250). Амарант светолюбив, и фотосинтез у него ускоренно протекает при полном солнечном освещении и высокой температуре (свыше 35 °С). Как короткодневное растение, амарант в условиях Пензенского региона склонен к ростовому гигантизму и пониженной семенной продуктивности.

Амарант не имеет ограничений в использовании, хорошо поедается всеми видами животных, в переработанном виде используются как сырье для получения кормового и пищевого белка, лекарственных препаратов, пищевых и технических красителей.

Широкого распространения амарант заслуживает и как овощное растение, поэтому его можно рекомендовать для выращивания на огородах, дачных участках и небольших фермах.

Целью научных исследований является агроэкологическая оценка влияния микроэлементного комплекса “Аквამикс” на эколого-биологические особенности и урожайность амаранта в условиях коллекционного участка ПГСХА.

Амарант в настоящее время в России получил распространение лишь как кормовое растение. Но в XXI веке это растение способно занять ведущее положение в качестве зерновой, овощной и лекарственной культуры, способной выполнить дефицит легкоусвояемого белка с оптимальным соотношением в рационе человека.

Забота о здоровье в любом государстве связана с производством в достаточном количестве полноценной пищи, основным компонентом которой является белок. Восемь так называемых незаменимых кислот не синтезируются в организме человека, и этот дефицит восполняется путем использования в пищу растительных продуктов. Одним из основных преимуществ белков семян и листьев амаранта, по сравнению с зерновыми культурами, является повышенное содержание белка со сбалансированным набором аминокислот. По сравнению с белком кукурузы и зерновыми, белок амаранта содержит больше аминокислот: лизина, метионина, цистеина, аргинина.

При средней урожайности амаранта 500 ц/га зелёной массы выход белка составляет 20 ц, тогда как ячмень и пшеница дают 2,4 ц, рапс – 4, горох – 4,8, соя – 8 ц белка с 1 га. Необходимо отметить высокую питательную ценность амаранта в сравнении с традиционными культурами. Амарант выгодно отличается по содержанию протеина, жира, кальция, фосфора, магния и меди, а также по общей калорийности.

При огромном дефиците кормового белка и витаминов в животноводстве амарант может иметь значение как высокобелковая кормовая культура. Важным преимуществом амаранта перед кормовыми культурами явля-



ется высокая биологическая продуктивность. Урожайность зелёной массы в зависимости от вида, условий и региона колеблется от 300 до 2000 ц/га, а семян – от 20 до 60 ц/га.

Особое значение в активизации процесса биологической азотфиксации и, как следствие, в повышении урожайности амаранта и содержания в нём белка играет обеспеченность почв подвижными формами микроэлементов. Более половины почв Пензенской области имеют среднее содержание микроэлементов. В связи с этим для оптимизации питания амаранта целесообразно использовать микроудобрения, содержащие необходимый набор микроэлементов.

Использование микроэлементного комплекса “Аквამикс” представляет большой интерес для предотвращения и компенсации недостатка микроэлементов при выращивании широкого спектра сельскохозяйственных культур, в том числе и амаранта. “Аквамикс”, по литературным данным, представляет собой комплекс микроэлементов в хелатной форме (кроме Мо и В) и содержит следующие элементы питания: N общ. – 1,55, в т.ч. амм. – 1,05, нитр. – 0,5, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 5,0, K<sub>2</sub>O – 1,55, Ре(ДПТА) – 1,74, Fe(3fПТА) – 2,1, Zn(3fПТА) – 0,53, Cu(ЭДТА) – 0,53, Mn(ЭДТА) – 2,57, Ca(ЭДТА) – 2,57, Мо – 0,13, В – 0,52.

Изучение влияния микроэлементного комплекса “Аквамикс” на эколого-биологические особенности амаранта сортов Кинельский-254 и Багряный проводили на коллекционном участке ПГСХА.

Норма высева семян – 0,03 г/кв. м (0,3 кг/га). Полевая всхожесть амаранта Кинельского-254 составила 88 %, Багряного – 62 %.

Посев проводили в III декаде мая. При благоприятных условиях в период посев – всходы у амаранта Кинельского-254 составил 8 – 10 дней, Багряного – 13 – 15 дней; от посева до полного вымётывания: Кинельский-254 – 55 дней, Багряный – 46 дней; от посева до укосной спелости (цветение): Кинельский-254 – 74 дня, Багряный – 66 дней. Начало цветения амаранта приходилось на середину августа, полное – на начало сентября.

В результате исследований было отмечено, что развитие вегетативной массы инокулированных семян было выше по сравнению с контрольным вариантом на 8 – 10 см (контроль – 32 см, инокулированные – 40 – 42 см). Однако наиболее эффективным оказался вариант с инокуляцией семян совместно с внекорневой подкормкой в фазе вегетации и бутонизации, где высота растения достигла 60 см, что значительно превышало высоту растений, где проводилась внекорневая подкормка, только в фазе бутонизации на 15-20 см.

В первые полтора месяца растения росли медленно, однако в фазе бутонизации и к началу цветения высота растений в контрольном варианте сорта Кинельского-254 достигала 150 – 155 см, Багряного – 135 – 140 см; в варианте с инокуляцией семян: Кинельский-254 – 160 – 170 см, Багряный – 150 – 155 см. Наибольшей высоты растения достигли в варианте с инокуляцией семян совместно с внекорневой подкормкой в фазе вегетации и бутонизации, где высота растений у сорта Кинельского-254 достигла 180 – 190 см, Багряного – 160 – 170 см.

Таблица 3

**Влияние микроэлементного комплекса “Аквამикс”  
на урожайность амаранта**

Варианты	Зелёная масса, т/га		Семена, т/га	
	Кинельский -254	Багряный	Кинельский -254	Багряный
1. Контроль	48,50	51,20	0,32	0,36
2. Инокуляция семян	60,50	63,45	0,36	0,41
3. Внекорневая подкормка в фазе вегетации	52,80	54,60	0,34	0,39
4. Инокуляция семян + вегетативная фаза	66,25	69,70	0,40	0,43
5. Внекорневая подкормка в фазе бутонизации	63,10	65,00	0,37	0,42
6. Инокуляция семян + фаза бутонизации	70,20	73,50	0,43	0,46
7. Инокуляция семян + вегетативная фаза + фаза бутонизации	74,00	79,60	0,45	0,48

Из таблицы видно, что наибольший урожай как вегетативной массы, так и семян получен в варианте с инокуляцией семян совместно с внекорневой подкормкой в фазе вегетации и бутонизации, где урожайность зелёной массы сорта Кинельский-254 превысила контроль на 25,5 т/га и семян на 0,13 т/га; сорта Багряный соответственно – на 28,4 и 0,12 т/га.

Остальные варианты, по сравнению с контрольным, также дали повышение урожайности как зелёной массы, так и семян, однако они значительно уступили последнему варианту – инокуляции семян совместно с внекорневой подкормкой в фазе вегетации и бутонизации.

Таким образом, для получения наибольшего урожая зелёной массы и семян следует проводить предпосевную обработку семян микроэлементным комплексом “Аквამикс” совместно с внекорневой подкормкой в фазе вегетации и бутонизации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зерфус В.М., Щитов А.Г. Действие минеральных удобрений и норм высева на урожайность и качество амаранта // *Агрехимия*. 1995. № 12. С. 93 – 98.
2. Интродукция амаранта, приемы возделывания / Киникаткина А.Н. [и др.] // *Селекция семеноводство полевых культур : Сборник мат. V Всероссийской научной конференции*. Пенза, 2001. С. 78 – 79.

УДК 635.1 + 631.82

ББК 42.343 + 35.32

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ

© *Д.Н. Стихарева, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

© *В.А. Иванова, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

© *Ю.В. Корягин, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

## ARTIFICIAL FERTILIZERS AND MICROELEMENTS INFLUENCE ON YIELD AND QUALITY OF CARROTS ROOT CROP

© *D.N. Stikhareva, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*

© *V.A. Ivanova, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*

© *Yu.V. Koryagin, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*

Статья посвящена описанию положительного влияния таких микроудобрений, как "Микромак", "Аквамикс" и "Микроэл" на продуктивность и биохимический состав корнеплодов моркови сорта "Королева осени".

**Ключевые слова:** столовая морковь, микро- и минеральные удобрения в хелатной форме, инокуляция, продуктивность.

The article deals with the description of positive effect of such microfertilizers as Micromak, Aquamix, and Microel on productivity and biochemical composition of carrots roots of "Queen of Autumn" variety.

**Key words:** garden carrot, artificial fertilizers and microelements in chelated form, inoculation, productivity.

e-mail: liza.tania@mail.ru

В условиях резкого нарушения экологического равновесия увеличивается количество людей, которые не переносят отдельных компонентов питания, страдают низкой иммунной резистентностью, нарушением обменных процессов. Появились так называемые болезни цивилизации, число которых всё больше растёт. Приоритетное значение придаётся диетологическому фактору питания. Требования к терапевтическому питанию заключаются в необходимости сбалансированности его. С пищей должны поступать не только калории, белки, углеводы, но и необходимое количество витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон.

Важная роль при этом отводится овощам. Они являются основным источником витаминов, ферментов, микроэлементов, фитонцидов и др. [1].

Несмотря на важную роль овощей в рационе питания человека, проблема производства их в России не решена, количество и качество их остаются низкими, ассортимент крайне ограничен, поступление в течение года неритмично.

Среди овощей большое значение в пищевой промышленности имеет морковь, которая является основным источником получения витамина А в витаминной промышленности.

Корнеплод моркови богат углеводами, разнообразными витаминами: группы В, РР, Е, К, С; провитамином А, минеральными солями. Корнеплод моркови содержит алюминий, железо, магний, йод, цинк, эфирные масла и др. [2].

По количеству бора морковь занимает первое место среди овощных культур. Морковь – преимущественно пищевая культура, но она также широко используется как кормовое растение; эфирное масло из семян моркови находит применение в парфюмерной промышленности.

Широкое применение морковь нашла как в традиционной, так и в народной медицине.

Для продовольственных целей районированы следующие сорта моркови: Нантская 4, Лосиноостровская 13, Витаминная 6 и другие.

В своих исследованиях мы использовали сорт Королева осени.

Урожай у Королевы осени до 3,8-9 кг/кв. м. Для открытого грунта. Сроки созревания: поздний, техническая спелость наступает на 117-130 день. Корнеплоды конические, длиной 20-25 см. Мякоть оранжево-красная. Масса корнеплода 60-180 г. Корнеплоды пригодны для потребления в свежем виде, переработки, длительного хранения. Сорт поздний, поэтому уборка урожая возможна в более поздние сроки. За счет того, что корнеплоды могут долго храниться без потери вкусовых и товарных качеств, возможно продлить потребление свежей моркови до нового урожая. Корнеплоды хорошего вкуса, пригодны для всех видов домашней кулинарии, консервирования.

Для повышения урожайности и получения экологически чистой продукции в опытах использовались “Аквамикс”, “Микромакс”, “Микроэл” на фоне  $N_{45} P_{45} K_{45}$ .

Таблица 1

**Влияние микроудобрений на биохимическое содержание корнеплодов моркови**

№ п/п	Показатель	Контроль + $N_{45}P_{45}K_{45}$	Микромакс + $N_{45}P_{45}K_{45}$	Аквамикс + $N_{45}P_{45}K_{45}$	Микромакс + Аквамикс + Микроэл + $N_{45}P_{45}K_{45}$
1	Каротин	80 мг/кг	87 мг/кг	89 мг/кг	86 мг/кг
2	Массовая доля водорастворимых углеводов	57,02 %	59,38 %	60,17 %	60,14 %
3	Азот	1,88 %	1,67 %	1,73 %	1,50 %
4	Фосфор	0,48 %	0,49 %	0,52 %	0,51 %
5	Калий	4,29 %	4,35 %	4,46 %	4,33 %
6	Кальций	0,49 %	0,49 %	0,50 %	0,48 %
7	Цинк	1,9 мг/кг	1,9 мг/кг	1,8 мг/кг	1,8 мг/кг
8	Медь	0,3 мг/кг	0,4 мг/кг	0,3 мг/кг	0,4 мг/кг
9	Марганец	1,4 мг/кг	1,4 мг/кг	1,5 мг/кг	1,1 мг/кг

Из таблицы 1 видно, что наиболее положительное влияние на содержание каротина, водорастворимых углеводов, макро- и микроэлементов оказал “Аквамикс” на фоне  $N_{45} P_{45} K_{45}$  по сравнению с контрольным вариантом.

“Микроэл” и “Микромак” также оказали положительное влияние на биохимическое содержание веществ, однако несколько уступают влиянию “Аквамикса”.

Поскольку морковь является пищевым продуктом, важно производить экологически чистую продукцию. С этой целью мы определяем наличие тяжелых металлов в готовой продукции (корнеплодах моркови).

**Таблица 2**  
**Содержание токсичных веществ в корнеплодах моркови**  
**“Королева осени”**

№ г/п	Варианты опыта	Содержание тяжелых металлов, мг/кг		
		Pb	Cd	Нитраты
1	Контроль + N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	0,36	0,029	206
2	Микромак + N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	0,35	0,028	206
3	Аквамикс + N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	0,31	0,027	189
4	Микромак + Аквамикс + Микроэл + N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	0,34	0,028	197
5	ГОСТ 30178 –96 ПДК	не > 0,5	не > 0,03	не > 400

Анализируя таблицу 2, приходим к выводу, что с санитарно-гигиенической точки зрения корнеплоды моркови по содержанию тяжелых металлов, нитратов характеризуются очень низким содержанием токсичных элементов, не превышающих допустимых уровней, и поэтому могут характеризоваться как экологически чистая продукция, что соответствует Сан Пин 2.3.2.1078-01(п1.6.1).

Биологической особенностью корнеплодов столовой моркови является то, что полученный урожай содержит в своем составе как товарную продукцию, так и некондиционную. В нее входят корнеплоды длиной менее 5 см, разветвленные, пораженные болезнями, уродливые и с механическими повреждениями.

Поэтому учитывалась как общая урожайность, так и выход товарной продукции.

На увеличение товарной продукции корнеплодов положительно повлияло применение всех микроудобрений.

**Таблица 3**  
**Влияние микроудобрений на продуктивность корнеплодов моркови**  
**сорта “Королева осени”**

Вариант	Урожайность, т/га	Товарность, %	Выход товарных корнеплодов	
			т/га	% к контролю
1. Контроль + N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	41,3	69,7	28,8	-
2. Микромак + N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	49,9	77	38,4	133,3
3. Аквамикс + N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	50,7	80,2	40,7	141,3
4. Микромак + Аквамикс + Микроэл + N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	54,2	83,9	45,5	157,9

Из таблицы 3 видно, что в контрольном варианте получили наименьший выход товарной продукции корнеплодов, который составил – 28,8 т/га. В варианте “Микромак” + “Аквамикс” + “Микроэл” был получен максимальный выход товарной продукции корнеплодов, он составил 45,5 т/га.

Таким образом, микроудобрения “Аквамикс”, “Микромак” и “Микроэл” оказали положительное влияние на продуктивность корнеплодов моркови.

При выращивании моркови целесообразно применять микроудобрения. При этом увеличивается урожай, улучшается качество корнеплодов, снижается заболеваемость растений.

Предлагаемая технология возделывания моркови позволит не только повысить урожай, товарные качества, но и уменьшить себестоимость продукции, улучшить экологическое состояние агроценозов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бывших Н.А. Изучение химических свойств корнеплодов // Сб. работ овоще-бахчевой станции. Мичуринск, 1954.
2. Курдина В.Н. Влияние способов выращивания на урожай, химический состав и устойчивость корнеплодов моркови к болезням в период хранения. М., 1957.

УДК 633.34:631.847.2

ББК 42.343+35.32

### ПРИМЕНЕНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ

- © А.В. Золоторева, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)
- © Ю.Н. Дмитриева, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)
- © Ю.В. Корягин, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)

### APPLICATION OF BIOLOGICAL PREPARATIONS FOR SOYA BEAN CULTIVATING

- © A.V. Zolotaryova, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)
- © Yu.N. Dmitrieva, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)
- © Yu.V. Koryagin, Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)

Представлены результаты исследования влияния биопрепаратов на фотосинтетический потенциал и функционирование бобов сои (rhizobia symbiosis). Определено воздействие биологических препаратов на продуктивность и качество сои.

**Ключевые слова:** соя, инокуляция, биопрепараты, симбиотический и фотосинтетический потенциалы.

The results of the research of the influence of biological preparations on the formation of photosynthetic potential and on the bean functioning (rhizobia symbiosis) of soya are given. The impact of biological products on productivity and quality of soya beans is determined.

**Key words:** soya beans, inoculation, biological preparations, symbiotic and photosynthetic potential.

e-mail: liza.tania@mail.ru

Одной из культур будущего является соя. Она является одной из ценнейших зернобобовых культур и отличается самым высоким содержанием протеина в семенах. Выращивание сои способствует накоплению биологического азота и повышению плодородия почвы [1 – 5].

В проводимых нами исследованиях изучалось влияние различных бактериальных препаратов, которые способствуют накоплению биологического азота, увеличению урожайности и повышению качества зерна сои.

Целью наших исследований было изучение влияния бактериальных препаратов на накопление биологического азота, урожай и качество зерна сои.

Исследования проводились в микрополевом опыте по следующей схеме:

- 1) без биопрепарата (контроль),
- 2) ризоторфин,
- 3) агрика.

Нашими исследованиями установлено, что масса клубеньков по фазам вегетации растений сои была неодинаковой по всем вариантам опыта. Масса клубеньков на корнях растений увеличивалась до образования бобов, несколько уменьшилась к фазе полного налива семян, что связано с прекращением фотосинтетической деятельности в посевах. Максимального значения масса активных клубеньков достигла в варианте с инокуляцией семян сои агрикой – 135 кг/га.

Наименьшая масса клубеньков была зафиксирована в варианте, где не проводилась обработка семян сои бактериальными препаратами.

К фазе образования бобов агроценоз сои на контроле сформировал 122 кг/га активных клубеньков, что на 153 и 13 кг/га меньше по сравнению с вариантом, где проводили инокуляцию семян ризоторфином и агрикой соответственно.

Для характеристики состояния бобово-ризобияльного симбиоза за вегетацию используют показатель симбиотического потенциала.

В контрольном варианте величина АСП составила 7256 кг.дней/га, что в 2,5 раза меньше, чем в вариантах с инокуляцией.

Удельную активность симбиоза (УАС) (количество симбиотически фиксированного азота воздуха 1 кг активных клубеньков в сутки) рассчитывали по методике Г.С. Посыпанова.

Удельная активность симбиоза (УАС) изменялась незначительно и составила на варианте с обработкой ризоторфином 9,2 г/кг сут. и 4,1 г/кг сут. на варианте с агрикой.

Установлено, что удельная активность симбиоза тем выше, чем большей площадью листьев обеспечен 1 кг клубеньков и чем оптимальнее условия роста и развития растений.

Количество фиксированного азота воздуха посевами сои определяли по величине активного симбиотического потенциала и удельной активности симбиоза.

Зная общее потребление азота растениями во всех вариантах опыта, рассчитываем количество фиксированного азота как разницу между опти-

мальным вариантом и контролем. Предпосевная обработка семян ризоторфином повысила количество фиксированного азота на 71,2 кг/га, а агрикой – на 3,9 кг/га по сравнению с контролем.

Повышение потребления азота растениями сои произошло в результате большей фиксации его из воздуха за счёт лучшего развития симбиотического аппарата.

Исследования по влиянию бактериальных препаратов на формирование фотосинтетического потенциала сои показали, что площадь листьев в разные фазы развития была различной по вариантам опыта.

Динамика площади листьев колебалась в пределах от 12,2 до 24,1 тыс. м<sup>2</sup>/га. Наибольшую площадь листьев агрофитоценозы сои сформировали в вариантах с предпосевной инокуляцией семян агрикой и ризоторфином по сравнению с контролем.

Если сравнивать по фазам вегетации, то наибольшая площадь листьев во всех трёх вариантах была в фазу образования бобов – 20,4, 22,3 и 24,1 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно на контроле при обработке ризоторфином и агрикой.

Величина площади листьев и фотосинтетического потенциала прямо зависит от активности симбиотической азотофиксации.

Обработка семян сои биопрепаратами увеличивала количество сухой биомассы в фазу образования бобов на 1,5 и 2,1 т/га при инокуляции ризоторфином и агрикой соответственно. Если рассматривать по фазам вегетации, то во всех трёх вариантах максимальное количество биомассы накапливалось в фазу образования бобов.

В год исследований наибольшее количество сухого вещества накапливалось на варианте с агрикой: этот показатель составил соответственно 4,7; 7,3 и 8,1 т/га по фазам вегетации.

Фотосинтетический потенциал достиг наибольшего значения в варианте с обработкой семян сои агрикой. Чистая продуктивность фотосинтеза растений сои на всех вариантах опыта имела тенденцию к увеличению.

Суммарными показателями фотосинтетической продуктивности растительного организма являются суточные приросты сухой биомассы, из которых в конечном итоге складывается урожай растений.

Как показали наши исследования, изучаемые в опыте бактериальные препараты оказывают существенное влияние на продуктивность сои.

В условиях вегетационного периода 2008 года урожайность зерна сои на варианте с инокуляцией семян сои агрикой составила 0,39 т/га, а с инокуляцией семян сои ризоторфином – 0,31 т/га.

Использование бактериальных препаратов способствовало увеличению урожайности на 0,31-0,39 т/га.

Анализ структуры урожая показал, что количество зёрен в бобе значительно меняется по вариантам опыта. Количество зёрен в бобе на вариантах с инокуляцией семян сои перед посевом была на 75 % больше, чем на контроле.

На вариантах с применением бактериальных препаратов наблюдалось закономерное увеличение таких показателей, как высота растения, длина боба, высота прикрепления первого боба.



Исследования биохимического состава растений сои в онтогенезе показали, что самое низкое содержание азота отмечено в контрольном варианте. Содержание азота в клубеньках изменяется в зависимости от фазы онтогенеза и условий выращивания. Наибольшим оно бывает в период активной симбиотической азотфиксации от цветения до конца налива зерна.

Содержание азота в вегетативных органах сои коррелирует с величиной симбиотического аппарата и содержанием его в клубеньках. Концентрация азота в клубеньках на вариантах с инокуляцией семян сои перед посевом препаратом агрика в фазу образования бобов была 7,11 %, в листьях и стеблях соответственно 4,12 и 3,16 %. В фазу полного налива семян содержание азота составило в клубеньках 4,45, а семенах – 7,08 %.

Применяемые бактериальные препараты экономически выгодны. Условный чистый доход составил 2838,82 руб./га в варианте с инокуляцией семян ризоторфином и 3602,48 руб./га при обработке агрикой.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинохватов Ф.А., Иванов А.И., Корягин Ю.В., Салтанова А.И. Новое в использовании селена в биотехнологии землеудобрительных бактериальных препаратов // *Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы*. Пенза – Нейбранденбург : ПГСХА, 2003. С. 6 – 8.
2. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай М. : ВНИИА, 2005. 302 с.
3. Игнатов В.В. Биологическая фиксация азота и азотфиксаторы // *Соросовский образовательный журнал : Биология*. 1998. № 2. С. 20 – 23.
4. Тrepачев Е.П. Агрoхимические аспекты биологического азота в современном земледелии. М., 1999. 532 с.
5. Цикункова А.Я., Хреновский В.Ю. Применение новых препаратов для инокуляции семян сои // *Земледелие*. 2010. № 2. С. 26.
6. Чеботарь В.К., Доброхотов С.А. Сельское хозяйство ориентируется на биотехнологии // *Сборник статей Международной конференции “Биотехнологии экологически ориентированного сельского хозяйства”*. Санкт-Петербург, 2002. С. 24 – 25.

УДК 631.8: 631.89

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

© О.И. Двойникова, ООО "Биофабрика" (г. Пенза, Россия)

## EFFECTIVENESS OF BACTERIAL PREPARATIONS FOR PLANT-GROWING

© O.V. Dvoynikova, Limited Liability Company (LLC) "Biofabrika"  
(Penza, Russia)

Использование бактериальных препаратов является экологическим приёмом при возделывании различных культур. Показана эколого-экономическая эффективность их применения сельскохозяйственными предприятиями в условиях Поволжья и Сибири.

**Ключевые слова:** экологичность, растениеводство, бактериальные удобрения, эффективность.

Bacterial preparations application for different plants cultivating is considered to be an environmentally safe method. Eco-economic effectiveness of the preparations usage by farm firms in Volga region and Siberia is proved.

**Key words:** ecological compatibility, plant-growing, bacterial preparations, effectiveness.

e-mail: N\_Akanova@mail.ru

Сельское хозяйство – это восполнимый и развиваемый ресурс, управляя которым, можно обеспечить высокую отдачу вложенных средств. В свою очередь, рост эффективности аграрного производства, как правило, оказывает стимулирующее воздействие на инвестиционную и инновационную активность в других отраслях.

В связи с ухудшением экономической обстановки в сельском хозяйстве за последние 10-15 лет ежегодное внесение минеральных удобрений в расчёте на 1 га посевов уменьшилось в 4,2 раза, органических – в 3,5 раза. Сократились объёмы агрохимических работ, стало ухудшаться качество почвы, имеет место снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Посевные площади уменьшились на 33 %.

В условиях мирового финансового кризиса и низкого уровня обеспеченности сельскохозяйственных товаропроизводителей финансовыми ресурсами сбалансированное развитие сельского хозяйства предполагает широкое применение эффективных экологических агроприёмов и внедрение ресурсосберегающих технологий.

Использование бактериальных препаратов в земледелии обеспечивает снижение энергозатрат, экономию материальных ресурсов, уменьшает загрязнение окружающей среды продуктами деградации минеральных удобрений, способствует воспроизводству плодородия почвы, компенсирует дефицит растительного белка. Это позволяет сохранять и повышать продуктивность пашни, получать конкурентоспособную продукцию.

История промышленного выпуска и применения бактериальных препаратов насчитывает уже более ста лет. Первое бактериальное удобрение с товар-

ной маркой “Нитрагин” было создано в 1896 г. в Германии и представляло собой измельченные клубеньки бобовых культур в смеси с почвой. Подсчитано, что в развитых странах на производство азотных минеральных удобрений в среднем тратится почти треть энергии, потребляемой сельским хозяйством. Биологический азот практически бесплатный, поскольку бактерии для осуществления азотфиксации используют энергию органических веществ, синтезированных растениями в процессе фотосинтеза и выделяемых в ризосферу.

В западных странах биоудобрения применяются достаточно широко и количество поступающего в почву биологического и минерального азота вполне сопоставимо. Так, в Великобритании с минеральными удобрениями в почву ежегодно вносят около 1,6 млн. т азота. При этом только бобовые растения обеспечивают поступление почти 0,5 млн. т азота. В США с минеральными удобрениями в почву поступает 9,4 млн. т азота, а с бобовыми растениями – 8,7 млн. т.

В нашей стране биоудобрения применяются при возделывании различных культур. Опыт их использования показывает, что они дают прибавку урожая, улучшают качество зерна, снижают заболеваемость растений, уменьшают затраты на выращивание культур.

Для повышения урожайности и повышения качества урожая зерновых культур наиболее подходят биопрепараты “Ризоагрин-Б” и “Агрика”. Многолетние данные по их использованию в условиях Поволжья и Сибири свидетельствуют о том, что обработка семян в дозе 400 – 600 г на гектарную норму дает дополнительно 3 – 7 ц зерна озимой и яровой пшеницы, 4 – 6 ц/га – ржи, 3 – 6 ц/га – ячменя. Содержание клейковины в пшенице увеличивается при этом на 2,5 – 5 %.

СПК “Гигант” Кузнецкого района ежегодно применяет биоудобрения под различные культуры. Так, применение бактериального удобрения “Ризоагрин-Б” для обработки яровой пшеницы на площади 50 га дало прибавку урожая по сравнению с контрольным вариантом в 2003 г. – 3,5 ц/га, 2004 г. – 3,2 ц/га, 2005 г. – 3,5 ц/га. Помимо роста урожайности применение бактериального препарата “Агрика” на участке в 50 га обеспечило повышение клейковины на 2-4 %, снижение заболеваемости растений корневыми гнилями и бурой ржавчиной в 3-4 раза. Экономический эффект составляет 900-1450 руб. с 1 га.

В Саратовской области многие фермеры получают положительные результаты от применения бактериальных удобрений на протяжении нескольких лет. Апробацию новых препаратов фермеры начинали с 10-15 килограммов, в настоящее время их расход достигает 700-800 килограммов в расчете на одно хозяйство.

Хозяйствами Кузоватовского района Ульяновской области бактериальное удобрение “Ризоагрин-Б” было приобретено в 2006 году для обработки семян яровой пшеницы и овса на площади 1500 га. Прибавка урожайности составила 3-4 ц/га, или 1000-1200 рублей на гектар.

В Волгоградской области многие хозяйства занимаются выращиванием нута и используют для обработки семян бактериальное удобрение “Ризоторфин-Б”. НПО “Бионут” в течение 3-х лет не высевает ни одного килограмма семян нута без обработки “Ризоторфином-Б”. Колхоз “Заветы Ленина” в неблагоприятном по погодно-климатическим условиям 2007 году получил прибавку от применения бактериального удобрения 0,05 т/га, или 6 %, содержание белка в зерне увеличилось на 1-1,5 %.

СПК “Подовинное” Октябрьского района Челябинской области с 2005 года обрабатывает все семена зерновых культур бактериальным удобрением “Ризоагрин-Б”. Прибавка урожая за 3 года в среднем составила 0,43 т/га или 20 %, клейковина увеличилась на 2 %.

Полученные результаты подтверждают, что бактериальные удобрения эффективны и имеют широкие перспективы в аграрном производстве.

**УДК: 62-39: 62-398**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАСХОДА  
ПЕСТИЦИДОВ ПРИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИИ ЗЕРНА ЖИДКИМИ  
ИНСЕКТИЦИДАМИ**

© *Ю.Е. Клочков, ВНИИ механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства (г. Рязань, Россия)*

**ENGINEERING SOLUTIONS FOR MONITORING PESTICIDE FLOW  
DURING THE PROCESS OF GRAIN DISINFECTION WITH LIQUID  
PEST CONTROL CHEMICALS**

© *Yu.E. Klochkov, All-Russian Scientific Research Institute (ARSRI) of Mechanization of Agriculture Agrochemical Service (Ryazan, Russia)*

Отсутствие на рынке расходомеров затрудняет включение этих установок в автоматизированный процесс управления обеззараживания зерна на элеваторе. Для контроля процесса обеззараживания зерна жидкими инсектицидами разработан контроллер, управляющий открытием клапанов, с возможностью установки фиксированного расхода рабочей жидкости от 1500 до 7000 мл/час с шагом 10 мл/час и обеспечения подключения к системам автоматизации.

**Ключевые слова:** инсектициды, нормирование, установки обеззараживания зерна, системы контроля.

Commercial unavailability of flow rate meters hinders their application in automated process of grain disinfection at elevator. A controller unit driving valve opening was designed for monitoring the process of grain disinfection with liquid pest control chemicals. It has the following characteristics: the rate of the liquid in use variation (1500-7000 ml/h) with spacing 10 ml/h; the capability of inserting into existing automation system.

**Key words:** pest control chemicals, rationing, installation for grain disinfection, monitoring system.

e-mail.: barsevich@mail.ru

Для обеззараживания зерна жидкими инсектицидами используется несколько различных схем. Основные – обеззараживание зерна в потоке методом распыла на зерно рабочего раствора инсектицида различной концентрации. Основная проблема внесения инсектицида в зерно состоит в том, чтобы:

- а) обеспечить равномерность покрытия зерна инсектицидом;
- б) соблюсти дозу внесения инсектицида в зерно (15 мл. концентрата эмульсии (далее – КЭ) на 1 тонну зерна);
- в) сохранить влажность зерна, т.е. не допустить переувлажнения;
- г) иметь возможность использовать или не использовать воду – в некоторых южных регионах РФ наблюдаются проблемы с большим количеством воды в период закладки зерна на хранение.

В зависимости от концентрации раствора для обеззараживания зерна используются различные установки для обеззараживания зерна (УОЗ). Разделим их условно на три группы (по типу используемого раствора):

1. Распыл концентрата эмульсии (КЭ). В этом случае распыляется КЭ в оригинальном виде, не разведенный водой.
2. Распыл слабо разбавленного КЭ. В этом случае концентрат разбавляется водой в соотношении 1:2 – 1:4.
3. Распыл сильно разбавленного КЭ. В этом случае концентрат разбавляется водой в соотношении 1:30 – 1:70.

В первом случае используются установки типа ПРИ (пневматический распылитель инсектицидов (ВНИИЗ), или модифицированная ПРИ, разработанная на Ипатовском элеваторе. Поскольку ПРИ была описана в литературе, остановимся на описании модифицированной ПРИ (Ипатовской установки). Инженеры Ипатовского элеватора предприняли попытку дополнить работу ВНИИЗ системой мониторинга, заменена форсунка на форсунку собственного изготовления, подача раствора производится под давлением, система дополнена прозрачными шлангами для визуального контроля происходящего процесса.

Схема стала следующей: из компрессора воздух через фильтр очистки воздуха и тройник и запирающее устройство подаётся на форсунку и в бак, содержащий инсектицид для обеззараживания зерна. Таким образом, на форсунке с помощью потока воздуха производится распыл, а в баке создаётся избыточное давление, которое приводит к тому, что инсектицид подаётся через прозрачный шланг на форсунку. Сам бак установлен на электронных весах, табло которых дублируется через линию RS485 на пульт дежурного по элеватору. Таким образом инженеры пытались решить две проблемы: контроль расхода с помощью весов, на которые поставлен бак с инсектицидом, и регулирование расхода с помощью регулирования давления на входе в бак, и визуальный контроль заполнения рабочей магистрали рабочим раствором. Также решалась проблема фильтрования рабочего раствора, т.к. воздух был предварительно очищен и засорение форсунки, казалось бы, исключено. Однако такая схема представляется несовершенной.

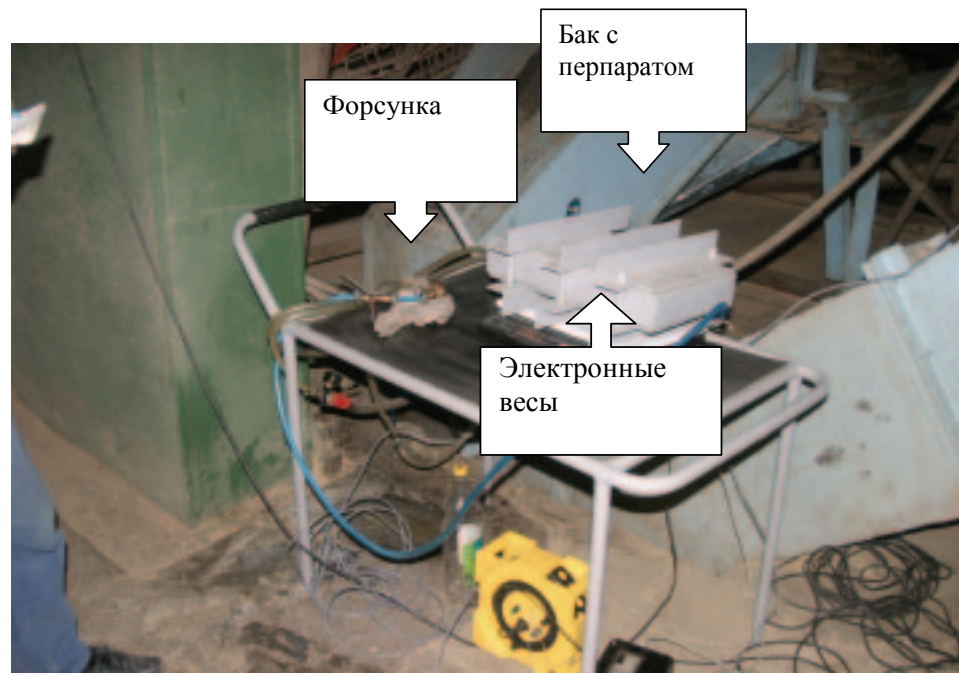


Рисунок 1

Задачи, которые необходимо решить для соблюдения условий внесения инсектицида в зерно, таковы:

1. Обеспечить внесение препарата с минимальным разбавлением водой рабочего раствора, для того чтобы не допустить переувлажнения зерна.
2. Обеспечить максимально полное покрытие зерна рабочей жидкостью.
3. Обеспечить контроль над дозой препарата, который вносится в зерно.
4. Обеспечить возможность старта/остановки распыла по внешнему сигналу.

Основываясь на практическом опыте зарубежных компаний по хранению зерна, необходимо предусмотреть возможность встраивания установки для обеззараживания зерна в процесс управления зерном на элеваторе. В современных “баночных”, “жестяных” элеваторах используется универсальная технология автоматизации промышленных систем – SCADA-системы. Системы такого класса позволяют контролировать технические устройства на элеваторе, осуществлять мониторинг процессов с помощью датчиков, участвующих в технологическом процессе на элеваторе, и управлять исполнительными устройствами по заранее заданным алгоритмам. Поскольку в системах ГРИ и ПРИ установка расхода рабочей жидкости и остановка/старт процесса осуществляются вручную техником, отвечающим за установку, то автоматизация процесса обработки зерна на базе таких систем затруднена. Кроме того, в проекте установок ГРИ и ПРИ отсутствует механизм обратной связи, показывающий, сколько реально рабочей жидкости было распылено на зерно. В системе ПРИ, доработанной

инженерами Ипатовского элеватора, таким компонентом обратной связи должны были стать электронные весы, однако, как показано выше, использование электронных весов в условиях элеватора представляется не совсем надежным. Также в ПРИ всех модификаций отсутствует устройство для регулирования расхода рабочей жидкости. В установке ГРИ таким устройством является либо расходомер типа “ротаметр”, либо электромагнитный расходомер. Однако отсутствие в проекте устройства для регулирования расхода, отсутствие у используемых ротаметров выходов для автоматизации, отсутствие на рынке расходомеров с подобным диапазоном расходов (от 20 л/час) также затрудняет включение этих установок в автоматизированный процесс управления зерном на элеваторе.

С учётом сформулированных требований предполагалось найти принципиально новый подход для распыла рабочей жидкости на зерно. Хотелось бы в данной статье подробнее остановиться на решении задачи № 3 – обеспечении контроля над дозой препарата, который вносится в зерно. Изучая существующие методы распыления жидкости с контролем расхода, мы сделали вывод, что для выполнения всех условий необходимо принципиально изменить подход к распылению рабочей жидкости и перейти от контроля расхода к дозированию препарата с одновременным его распылом. Для этого была использована зарубежная разработка – высокоскоростные дозирующие клапаны (ВДК). Эти клапаны используются в других отраслях промышленности для обеспечения дозированного распыла в поточных системах. ВДК представляет собой классический игольчатый клапан, работающий под давлением 2,5-4 атм. На выходе из клапана расположена пластина из нержавеющей стали с 4 отверстиями диаметром 0,05 мм. ВДК имеет 2 устойчивых состояния: “Открыт”, “Закрыт” и два промежуточных – открытие / закрытие. Клапан тарирован, и при давлении 3 атм. обеспечивает проход через него 132 мл рабочей жидкости в минуту. Время открытия/закрытия ВДК составляет около 100 мс, и если предположить, что 1/3 этого времени его можно считать открытым, то при данном расходе через этот клапан это составляет  $0,033 \text{ с} * 132 \text{ мл} / 3200 \text{ с} = 0,00121 \text{ мл}$ , что составляет 0,000916 % от заданного расхода в минуту. Таким образом, расход рабочей жидкости во время процессов открытия/закрытия настолько мал, что им предлагается пренебречь. Также в работе ВДК есть еще одно существенное ограничение: время его положения в открытом состоянии не должно превышать 15 секунд. Если это время будет превышено, то электромагнитная катушка клапана будет перегреваться и игла клапана будет дрожать.

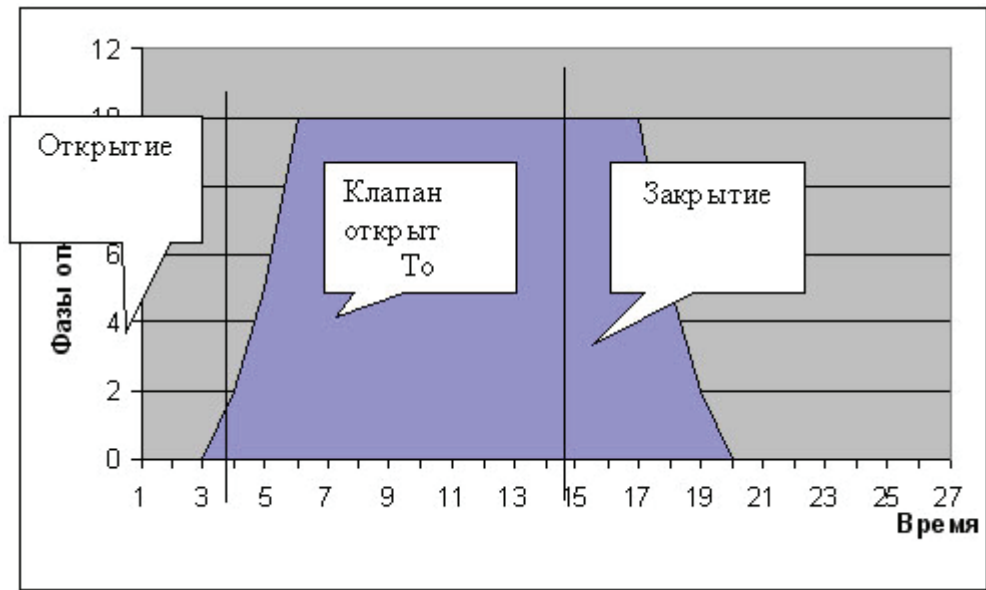


Рисунок 2

Также время между открытиями клапана желательно должно быть равным 2-3 временам открытия.

$$T_{мо} = 3 \cdot T_o$$

Поэтому нельзя держать клапан постоянно в открытом состоянии. Как уже было сказано выше, ВДК – это клапан с дискретными состояниями, поэтому необходимо было разработать такую схему, в которой обработка зерна рабочей жидкостью была бы непрерывной. Предлагается использовать систему из 4-х клапанов ВДК, время фазы открытия которых будут следовать друг за другом.

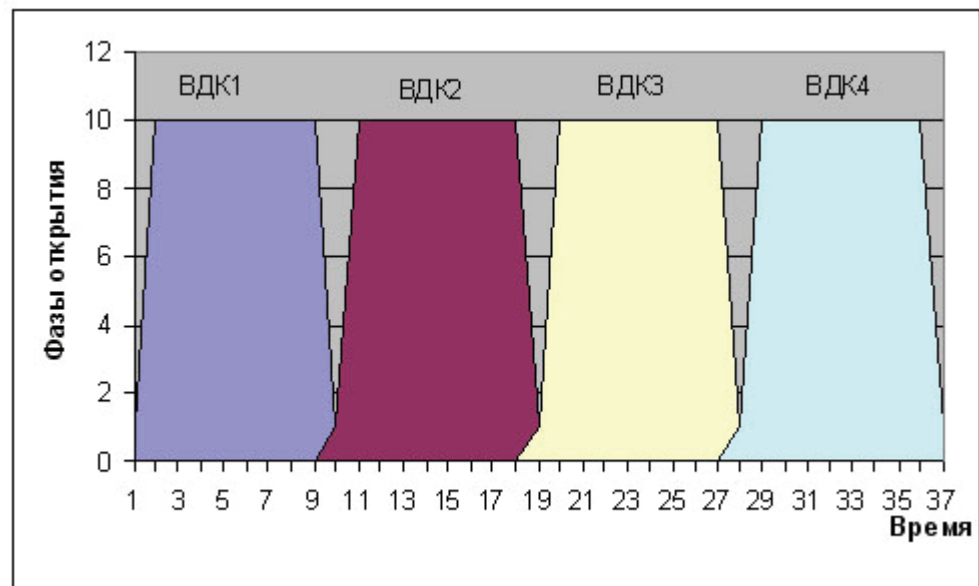


Рисунок 3



Система из 4-х клапанов была выбрана для обеспечения надежности при выходе из строя или засорении одного из клапанов. Эта ситуация может быть диагностирована, и в программе управления этими клапанами будет предусмотрена возможность отключения одного из клапанов и перевода распыла в режим, когда три распылителя будут работать попеременно до замены 4-го распылителя.

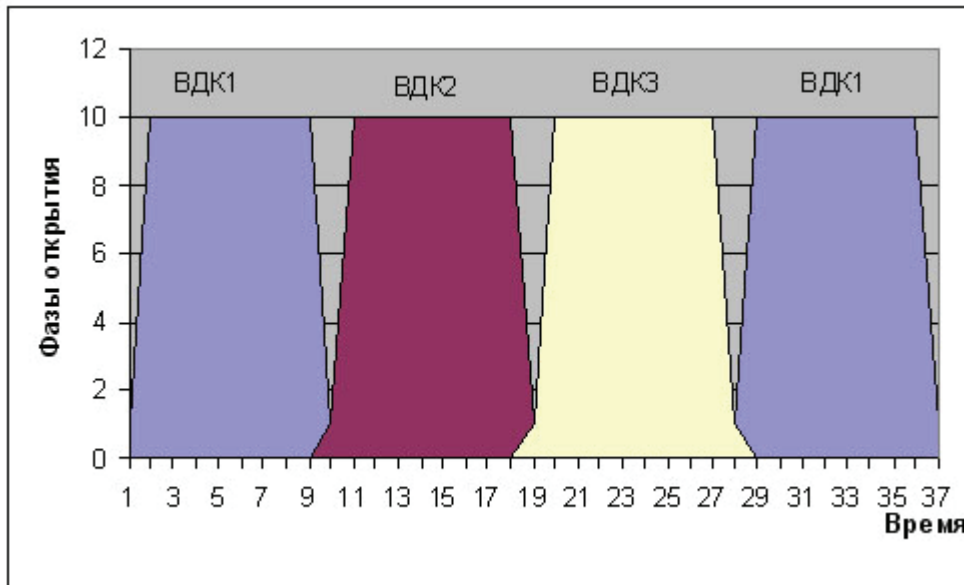


Рисунок 4

Таким образом, становится понятно, что система из двух клапанов будет ненадежной, ибо выход из строя одного из клапанов приведет к повышенной нагрузке на второй ВДК и к дискретности обработки зерна. Использование 3-х клапанов возможно, однако даже при работе 3-х клапанов система будет работать в режиме повышенной нагрузки.

Для контроля открытия/закрытия клапанов разработан контроллер, управляющий открытием клапанов, с возможностью установки фиксированного расхода рабочей жидкости от 1500 до 7000 мл/час с шагом 10 мл/час. По норме расхода при использовании в качестве рабочей жидкости концентрата эмульсии, разбавленного водой до соотношения 1:3, возможно использовать систему на зернопотоке от 33 до 155 тонн/час, что покрывает наиболее часто встречающийся диапазон расходов 30-150 тонн/час. При изменении концентрации рабочей жидкости возможно использовать систему как на складах напольного хранения, так и на крупных элеваторах. Поскольку система управляется электроникой, контроллер спроектирован таким образом, чтобы обеспечить подключение к системам автоматизации. Предусмотрены выходы для датчиков наличия зерна (автоматическое включение/отключение распыла при наличии/отсутствии зерна), датчиков тока двигателя нории для обеспечения автоматического регулирования распыла при изменении зернопотока. Пока эти возможности не использованы, но их наличие в проекте позволяет включить систему в автоматизированный комплекс с минимальными затратами на перепроектирование.



Рисунок 5

Система была разработана и испытана на Октябрьском элеваторе Волгоградской области и активно используется для обеззараживания зерна в Ставропольском крае, Воронежской области, Новосибирске.

**УДК 631.3:631.33.022**

### **ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ГИС-ТЕХНОЛОГИЯХ**

- © **В.А. Макаров**, ВНИИ механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства (г. Рязань, Россия)
- © **В.Н. Темников**, Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина (г. Москва, Россия)
- © **К.В. Темников**, Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина (г. Москва, Россия)

### **INSTRUMENTATION FOR GRADED ARTIFICIAL FERTILIZERS DISTRIBUTION WITH THE HELP OF HYBRID TECHNOLOGY**

- © **V.A. Makarov**, All-Russian Scientific Research Institute (ARSRI) of Mechanization of Agriculture Agrochemical Service (Ryazan, Russia)
- © **V.N. Temnikov**, Moscow State Agro-Engineering University named after V.P. Goryachkin (Moscow, Russia)
- © **K.V. Temnikov**, Moscow State Agro-Engineering University named after V.P. Goryachkin (Moscow, Russia)

В системе ГИС разработан и изготовлен специальный прибор – контроллер – для реализации управления и контроля над работой высевающих аппаратов в системе дифференцированного внесения твёрдых минеральных удобрений.

**Ключевые слова:** дифференцированное внесение, твёрдые минеральные удобрения, контроллер.

## ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО...

A controller for managing and monitoring planting apparatus in terms of graded solid fertilization was designed with the help of hybrid technology.

**Key words:** graded distribution, solid fertilizers, controller.

e-mail: gnu@vnims.ryazan.ru

e-mail: 123kirill@bk.ru

Для реализации управления и контроля работы высевających аппаратов в системе дифференцированного внесения твёрдых минеральных удобрений в системе ГИС разработан и изготовлен специальный прибор (контроллер). На передней панели контроллера расположены следующие органы индикации и управления (рис. 1). Индикаторная панель (в дальнейшем – индикатор) представляет секцию из 8-ми семисегментных индикаторов и осуществляет два режима отображения.

Первый режим (основной) предусматривает вывод информации о номере прохода – три крайних левых индикатора (на рис. 1 этому полю соответствует надпись под индикаторной панелью “№ ПРОХОДА”) и пройденном расстоянии в метрах в текущем проходе – четыре крайних правых индикатора (на рис. 1 этому полю соответствует надпись под индикаторной панелью “РАССТОЯНИЕ, М”).

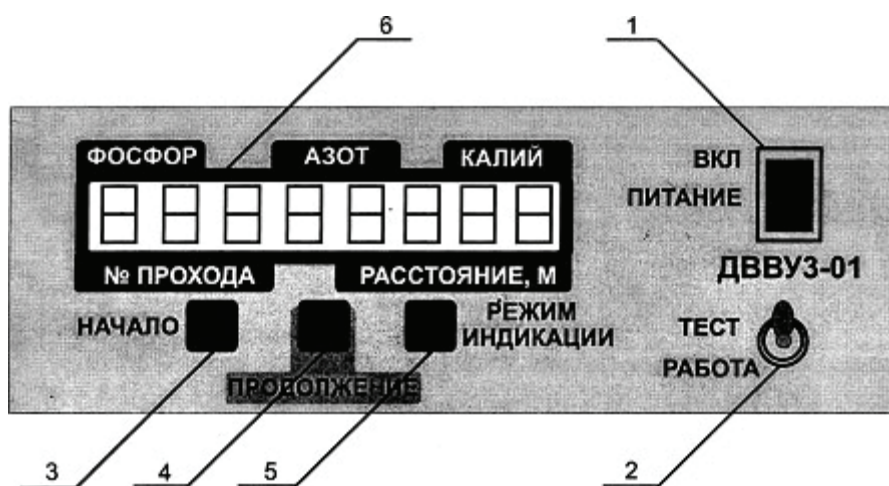


Рисунок 1 – Общий вид панели управления

Второй режим обеспечивает вывод информации о количестве вносимых твердых минеральных удобрений, выраженных в процентном отношении от максимальной дозы, которая равна 400 кг/га для данной конструкции дозирующего механизма. Процентное отношение отображается в виде двух цифр для каждого из типа удобрений, которым соответствуют надписи над индикаторной панелью, соответственно, “ФОСФОР”, “АЗОТ”, “КАЛИЙ”.

Порядок работы.

1. Начало движения.

1.1. Установить агрегат в исходную точку, соответствующую начальному отсчету для электронной карты.

1.2. Включить питание контроллера переключателем “ПИТАНИЕ”. При этом загорается подсветка клавиши переключателя. На индикаторе появится

слово “ПАУЗА”, означающее, что осуществляется установка системы в начальное состояние: заслонки дозирующих механизмов переводятся в закрытое состояние, осуществляется тестирование датчиков дозирующих механизмов.

При успешном завершении этапа начальной установки на индикаторе появится передаточное отношение системы шестерёнок привода катушек дозирующих механизмов, установленной на машине для внутривпочвенного дифференцированного внесения удобрений. Установка требуемого передаточного отношения осуществляется последовательным нажатием кнопки “РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ”. Порядок смены отношений: “12-26” > “26-26” > “26-12”.

1.3. Установить тумблер “РАБОТА/ТЕСТ” в необходимое положение. В положении “РАБОТА” программа считывает данные с электронной карты реального земельного обрабатываемого участка, записанной в запоминающее устройство контроллера. В положение “ТЕСТ” программа считывает данные со специальной карты, предназначенной для проверки работоспособности системы и отладки дозирующих механизмов.

1.4. Опустить агрегат для внутривпочвенного внесения удобрений.

1.5. Нажать кнопку “НАЧАЛО”.

1.6. Начать движение.

После начала движения на индикаторе отображается информация о номере прохода и пройденном расстоянии в соответствующих позициях индикатора. Для получения информации о процентах вносимых удобрений необходимо нажать и отпустить кнопку “РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ”. Повторное нажатие на эту же кнопку вернет индикатор в первоначальное состояние.

1.7. По окончании прохода агрегат для внутривпочвенного внесения удобрений необходимо поднять. На индикаторе должно появиться слово “ПАУЗА”.

1.8. После установки агрегата на начало нового прохода и опускания агрегата для внутривпочвенного внесения удобрений система **автоматически** начнёт обрабатывать следующий проход, при этом в позиции индикатора “№ ПРОХОДА” числовое значение увеличится на единицу.

1.9. По окончании поля система перейдет в исходное состояние и не будет более реагировать ни на какие действия до выключения питания и повторного его включения.

2. Вынужденное прекращение работы и возобновление движения.

**При необходимости прервать работу** (например, при окончании рабочего дня, обеденного перерыва и т.д.) следует выполнить следующие операции.

2.1. Поднять агрегат для внутривпочвенного внесения удобрений, при этом на индикаторе появится слово “ПАУЗА”.

2.2. Дождаться появления передаточного отношения.

2.3. Выключить питание переключателем “ПИТАНИЕ”.

При этом контроллер системы автоматически запоминает координаты точки прекращения движения.

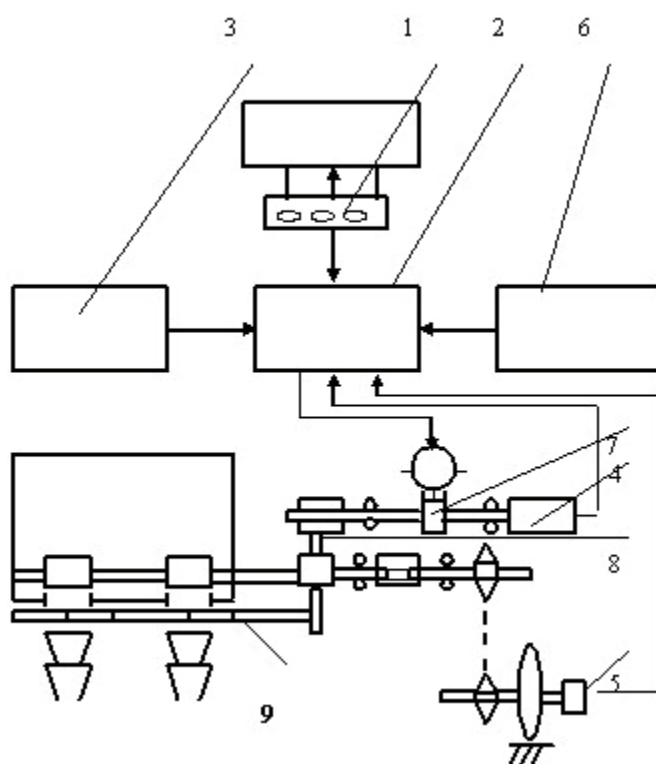
**Для продолжения прерванной работы необходимо выполнить следующее:**

2.4. Встать в точку, откуда будет продолжаться работа.

2.5. Включить питание кнопкой “Бортовая сеть”.

- 2.6. Дождаться появления передаточного отношения системы.
  - 2.7. Опустить агрегат для внутривспашечного внесения удобрений.
  - 2.8. Нажать кнопку “ПРОДОЛЖЕНИЕ”.
  - 2.9. Начать движение.
3. Автоматический контроль исправности системы.

Для автоматизированного управления высевными рабочими органами на дозу высева твёрдых минеральных удобрений в составе машины для дифференцированного координатного их внесения и работающее по командам микропроцессора предназначено электронно-механическое устройство. Устройство состоит из механического и электронного блоков, взаимосвязанных между собой и управляющих дозирующими рабочими органами машины. Принципиальная схема представлена на рис. 2.



*Рисунок 2 – Устройство электронно-механического управления дозированием: 1 – пульт интерфейса, 2 – микропроцессор с программным управлением, 3 – микросхемы, 4 – контроллер, 5 – датчик оборотов, 6 – датчик положения, 7 – электродвигатель, 8 – винтовая пара, 9 – рейка дозирования высевных аппаратов*

Механическая часть блока размещается на боковой части бункеров для ТМУ. Электронный блок управления располагается в кабине трактора. Питание блока осуществляется с бортовой электрической системы трактора.

Принцип действия системы заключается в автоматическом управлении количеством вносимых твёрдых минеральных удобрений (любых 3-х видов) в зависимости от пестроты почвенного плодородия сельскохозяйственных угодий. Пестрота почвенного плодородия представлена в виде

электронной карты. Процесс дифференцированного внесения удобрений полностью автоматизирован. Тракторист запускает программу, записанную на чип, нажатием кнопки “Начало”, если на данном поле внесения ТМУ ещё не осуществлялось, и кнопкой “Продолжение”, если в некоторой части поля удобрения уже внесены. После начала движения тракторист не выполняет никаких дополнительных действий по управлению и контролю дозирования. Он только опускает агрегат в начале прохода и поднимает по его завершении. При движении трактора по полю компьютер считывает данные электронной карты, по датчику пути определяет местоположение трактора и в соответствии с ним осуществляет дифференцированное внесение удобрений. При этом трактор должен двигаться в соответствии с заданной координатной сеткой (заранее определенной).

Контроль над состоянием системы осуществляется по данным, отображаемым на индикаторе. На нём в основном режиме отображается номер прохода и пройденное расстояние в данном проходе.

В дополнительном режиме индикации, переход в который осуществляется нажатием кнопки “Режим индикации”, высвечиваются текущие значения доз вносимых удобрений по каждому виду, в процентном отношении от максимального открытия заслонок механизмов управления дозами. По окончании обработки поля в память компьютера может быть занесена электронная карта для другого поля.

**УДК 504.75.05**

**ББК 20.1**

## **ТЕХНОЛОГИИ БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВЫРАЖЕННОСТИ ИНТОКСИКАЦИИ ОРГАНИЗМА В ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА**

© *Н.Ю. Келина, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*

© *Н.В. Безручко, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*

## **TECHNOLOGIES OF BIOCHEMICAL ESTIMATION OF THE BODY INTOXICATION LEVEL IN HUMAN ECOLOGY**

© *N.Yu. Kelina, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

© *N.V. Bezroochko, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

Статья анализирует технологии биохимической оценки уровня интоксикации организма с точки зрения экологии человека. Описана методология биохимического анализа реакции организма на интоксикацию. Авторы определяют биохимические критерии здоровья человека и методологию определения уровня интоксикации в экологии человека.

**Ключевые слова:** интоксикация, биохимическая оценка, экология человека.

The article analyses the technologies of biochemical estimation of the body intoxication level in terms of human ecology. The methodology of biochemical analysis of human body reaction

on intoxication is described. The authors determine biochemical criteria for human health and methodology of intoxication level estimation in human ecology.

**Key words:** intoxication, biochemical estimation, human ecology.

e-mail: nukelina@yandex.ru

Технологии биохимической оценки выраженности интоксикации организма применимы в изучении экспозиционного воздействия токсикантов окружающей среды в экологии человека [6, 9].

Экспозиция характеризует контакт токсикантов с организмом человека. При воздействии загрязненной окружающей среды на организм человека может формироваться интоксикация, степень выраженности которой может зависеть от величин экспозиционных нагрузок токсикантов.

Организм человека адаптируется к условиям экологического фона, что проявляется гомеостатическими реакциями, в том числе в крови. Диапазоны изменений показателей крови считаются индикаторными параметрами влияния среды обитания, в том числе экспозиционного воздействия токсикантов, на здоровье людей. По изменениям маркерных биохимических тестов крови может быть проведена оценка риска интоксикации в конкретных условиях экологии человека. **Цель** работы – проанализировать технологии биохимической оценки выраженности интоксикации организма в экологии человека.

Технологии биохимической оценки выраженности интоксикации организма в экологии человека в числе маркерных параметров используют тесты белкового катаболизма, свободно-радикального окисления и антиоксидантной защиты крови.

Т.А. Эсауловой [12] показано, что воздействие неблагоприятных производственных факторов газоперерабатывающего производства сопровождается появлением признаков хронической интоксикации, изменениями кардиореспираторного резерва и психосоциального статуса, показателей иммунитета, процессов перекисного окисления липидов, морфологическими изменениями в щитовидной железе. Выявлено наличие прямых корреляционных связей между стажем работы на газоперерабатывающем предприятии и нарастанием процессов хронической интоксикации, процессами нарушения иммунитета и перекисного окисления липидов – антиоксидантной защиты.

При воздействии негативных факторов среды на ранних стадиях болезни происходит активация свободно-радикального окисления, являющегося важнейшей метаболической частью неспецифического компонента синдрома адаптации к действию стрессорных химических агентов. Это способствует мобилизации защитных резервов организма, включению механизмов стереотипной стресс-реакции, обеспечивающих в совокупности повышение устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды [2, 13].

Адаптивность организма – непрерывный системный процесс, состоящий из взаимной связи неспецифических адаптационных реакций, которые формируют относительно стабильное состояние и определяют в конечном счёте индивидуальные адаптивные возможности [10].

Оценка уровня популяционного здоровья относится к числу наиболее актуальных задач профилактической медицины. Концептуальное определение здоровья как целостного многомерного состояния человека ставит вопрос о степени и механизмах развития способности организма к адаптации, его стабильности в условиях негативного воздействия факторов среды обитания. Решению этих задач посвящен ряд программ медико-биологического мониторинга, в частности оценка функциональных резервов биологической системы, среди которых существенное место занимают антиоксидантный статус (АОС) и микроэлементный статус (МЭС). Взаимосвязь между ними во многом обусловлена реакциями инициирования, развития и затухания процессов свободнорадикального окисления (СРО) [5, 7].

Характеризуя адаптационные процессы в системе “свободнорадикальное окисление – антиоксидантная защита”, в биологических жидкостях организма выделяют три основных звена [3]: 1) состояние компенсации, характеризующейся усилением окисления и антиокисления или физиологическим уровнем соотношения этих процессов; 2) напряжение, дифференцируемое противоположной направленностью изменений окисления и антиокисления; 3) перенапряжение, заканчивающееся либо ослаблением окисления и антиокисления, либо срывом вплоть до прекращения.

Переход к многоуровневой схеме медико-биологического обследования населения может быть перспективен для оценки экологически обусловленных рисков здоровью населения. В качестве медико-биологических показателей могут быть информативны хемилюминесцентные параметры оксидантного равновесия, которые часто используются в гигиенических исследованиях в качестве чувствительных неспецифических маркеров повреждения организма факторами окружающей среды [11].

Перспективно изучение состояния здоровья населения на стадии, предшествующей или способствующей развитию патологии, с использованием методов неинвазивной биохимической диагностики, позволяющих исследовать доступный биоматериал без вмешательства во внутреннюю среду организма. Такие методические подходы разработаны в ГУ НИИ экологии человека им. А.Н. Сысина РАМН для оценки влияния нефротоксических ксенобиотиков (органические соединения, кадмий, ртуть, свинец и другие тяжёлые металлы) на основании определения биомаркеров в моче (например, концентрация малонового диальдегида), позволяющих характеризовать состояние детоксицирующей функции почек [8].

В наших предыдущих исследованиях [1, 4] показано, что в основе биохимической модели системного подхода к анализу воздействия токсикантов на организм лежит блок изучения биохимического профиля крови лиц, проживающих в условиях данного экологического фона региона, с выделением маркерных тестов, отражающих уровень эндогенной интоксикации.

Таким образом, в экологии человека сформированы теоретические и практические аспекты биохимического обоснования анализа факторов риска для здоровья человека на основе оценки уровня интоксикации организма.



**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Безручко Н.В., Келина Н.Ю., Рубцов Г.К. Информационная система отслеживания маркерных параметров воздействия на организм человека с позиций оценки факторов риска // *Окружающая среда и здоровье : Сборник статей VI Международной научно-практической конференции*. Пенза : ПГСХА, 2009. С. 128 – 132.
2. Величковский Б.Т. Свободнорадикальное окисление как звено срочной и долговременной адаптации организма к факторам окружающей среды // *Вестник РАМН*. 2001. № 6. С. 45 – 52.
3. Камилов Р.Ф., Ханов Т.В., Кудрявцев В.П., Шакиров Д.Ф. Свободнорадикальное окисление и антиоксидантная защита при воздействии органических растворителей в производстве // *Клиническая лабораторная диагностика*. 2009. № 1. С. 9 – 13.
4. Келина Н.Ю., Безручко Н.В. Биохимическое направление оценки факторов риска для здоровья человека // *Экология человека: концепция факторов риска, экологической безопасности и управления рисками : Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции / МНИЦ ПГСХА*. Пенза : РИО ПГСХА, 2010. С. 5 – 8.
5. Меерсон З.Ф. Адаптационная медицина: механизмы и защитные эффекты адаптации. М., 1993.
6. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Бушутева К.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / под ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. М. : НИИ ЭЧиГОС, 2002. 408 с.
7. Ракитский В.Н., Юдина Т.В. Методические подходы к оценке показателей окислительного стресса при воздействии антропогенных факторов среды // *Гигиена и санитария*. 2006. № 5. С. 28 – 30.
8. Рахманин Ю.А., Мухамбетова Л.Х., Пинигин М.Х. Исследование влияния химического загрязнения окружающей среды на состояние здоровья детского населения методами неинвазивной биохимической диагностики // *Гигиена и санитария*. 2004. № 3. С. 6 – 9.
9. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.
10. Савилов Е.Д., Выборова С.А. Состояние адаптации как показатель здоровья // *Гигиена и санитария*. 2006. № 3. С. 7 – 8.
11. Хрипач Л.В., Князева Т.Д., Скворцова Н.С., Ревазова Ю.А., Новиков С.М. Разработка подходов к использованию показателей окислительного равновесия организма для оценки рисков здоровью от загрязнений атмосферного воздуха // *Гигиена и санитария*. 2006. № 5. С. 37 – 41.
12. Эсаулова Т.А. Особенности формирования экологически обусловленной патологии у работников крупного газоперерабатывающего производства. Профилактика, реабилитация : Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. Астрахань, 2009. 46 с.
13. Яппаров Р.Н. Свободно-радикальное окисление и антиоксидантная защита как критерии оценки адаптационных процессов при действии химических факторов производственной среды : Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Уфа, 2010. 25 с.

---

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКОСИСТЕМ

---

---

УДК 502.7:577.4

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ПРЕДПРИЯТИИ

© *С.Ю. Ефремова, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*

© *Т.А. Шарков, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*

## THE EFFECTIVENESS OF A COMPANY'S SYSTEM FOR MONITORING HUMAN IMPACT ON THE ENVIRONMENT

© *S.Yu. Efremova, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

© *T.A.Sharkov, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

На основе анализа существующей экологической ситуации на территории деревообрабатывающего предприятия показано конкретное природоохранное мероприятие по управлению экологической безопасностью в области снижения образования отходов фанерного производства, направленное на снижение уровня техногенного воздействия на окружающую среду. Сделан вывод, что планируемое мероприятие позволит снизить негативную нагрузку на окружающую среду, а также решить комплекс важных экологических проблем.

**Ключевые слова:** управление охраной, окружающая природная среда, отходы производства, природоохранное мероприятие, эффективность.

Based on the analysis of the current environmental situation at a woodworking enterprise the authors described a particular environmental activity aimed at monitoring ecological safety. This activity results in the reduction of plywood production wastes which leads to lower level of anthropogenic effect on the environment. They conclude that the activity planned will allow to decrease environmental stress as well as to solve some important ecological problems.

**Key words:** safety monitoring, environment, production wastes, environmental activity, effectiveness.

e-mail: s\_sharkova@mail.ru

Для создания эффективной системы управления антропогенным воздействием на окружающую среду необходима консолидация усилий органов государственного и регионального управления, органов местного самоуправления, научных и деловых кругов, общественности. Система обеспечения экологической безопасности должна включать: систему управления и совокупность механизмов управления; реализующие практические природоохранные мероприятия структурно-организационные компоненты и материально-техническое обеспечение; нормативно-правовое и инструк-

тивно-методическое обеспечение; научно-техническое обеспечение; информационное обеспечение; финансовое обеспечение; кадровое обеспечение.

Мероприятия, включаемые в программу на предприятиях, должны давать максимальный экологический, экономический и социальный эффект, должны учитывать современные социально-экономические условия.

Целью данной работы является разработка конкретных практических природоохранных мероприятий по управлению экологической безопасностью в области снижения образования отходов фанерного производства на основе анализа существующей экологической ситуации на территории предприятия, направленных на снижение уровня техногенного воздействия на окружающую среду, улучшение состояние здоровья, условий жизни, труда и отдыха граждан.

ОАО «Фанерный завод «Власть труда» относится к предприятиям деревообрабатывающей промышленности. Большие массы отходов данных производств в настоящее время не находят практического применения, в основном вывозятся на полигоны хранения ТБО, что приводит к загрязнению окружающей среды и нерациональному использованию природных ресурсов, и лишь часть их используется в качестве топлива.

Завод не имеет специализированных и прочих мест захоронения отходов, предусматривается лишь временное накопление образующихся на площадках отходов с минимальным периодом накопления и с последующей утилизацией или захоронением на свалке, что сопряжено со значительными финансовыми затратами [2].

Для минимизации негативного воздействия предприятия на окружающую среду необходимо не только принятие организационных решений, но и внедрение различных технологий, позволяющих снизить уровень загрязнения природных сред.

Многочисленные технологии переработки отходов можно свести к трем основным типам: термические, физико-химические технологии, биотехнологии. К числу наиболее перспективных в решении вопроса утилизации отходов относятся биотехнологии [3, 4]. В Японии утилизируется более 52 % отходов обрабатывающей промышленности, в России переработке подвергаются не более 20 %. Мероприятием инженерного характера, направленным на утилизацию образующихся отходов, является вовлечение в оборот вторичных материальных ресурсов.

Для решения проблемы утилизации отходов необходимо рассмотреть характер технологического процесса, следствием которого является образование отходов. Нами была проанализирована техногенная нагрузка деятельности предприятия ОАО Фанерный завод «Власть труда».

Основным видом деятельности предприятия является переработка древесины, изготовление различных видов фанеры, деревянных изделий и мебели.

Фанера – вид современных плитных материалов из древесины, состоящий из склеенных между собой нескольких листов лущеного шпона. Склеивание осуществляют синтетическими термореактивными клеями (феноло-формальдегидными, карбамидными и др.) или природными клеями (альбуминовыми, казеиновыми и др.). На производство продукции расходуется всего 1/3 потребляемых сырьевых ресурсов, а 2/3 утрачивается в виде побочных продуктов и отходов.

Принципиальный недостаток производства фанеры с древесины заключается в том, что в отходы уходило больше древесины, чем на само изделие. Древесина является материалом биологического происхождения, большая часть вещества ее состоит из высокомолекулярных соединений. В абсолютно сухом состоянии древесина на 99 % состоит из органических соединений. На долю неорганической части древесины в среднем приходится 1 %.

На основе анализа установлено, что основным источником образования отходов является производство труднотопящей фанеры, которое осуществляется с использованием фенол-формальдегидных смол и антипиренов типа диаммонийфосфата. Поэтому и утилизация отходов данного производства имеет большое значение.

Образующееся большее количество отходов состоит в основном из берёзовых опилок, содержащих в своем составе значительное количество целлюлозы и лигнина, являющихся источником гумусообразования, а также значительного количества биогенных элементов, служащих потенциальным источником элементов минерального питания для растений.

На основании экспериментальных данных исследований, проведённых Всероссийским научным институтом агрохимии [4], и рекомендаций по использованию антропогенных вторичных ресурсов в качестве удобрений нами было предложено мероприятие по утилизации отходов фанерного производства в этом качестве.

Внедряемая ресурсосберегающая технология позволит использовать все отходы деревообработки, в первую очередь отходы производства труднотопящей фанеры, и промышленные стоки с остатками клеесодержащих карбамидо- и фенол-формальдегидных смол в качестве органико-минеральных удобрений.

Эффективность природоохранного мероприятия выражается прежде всего:

- в сумме предотвращенного экологического ущерба;
- в снижении платы за выбросы (сбросы), отходы;
- в возможности использования загрязнителей в процессе производства [5].

Расчет платы за размещение отходов [1] до предложения мероприятия составил 3328833,336 руб./год, после – сумма платы составила 500068,35 руб./год. Соотношение размера платы до и после предложенных мероприятий представлено на диаграмме (рис. 1).

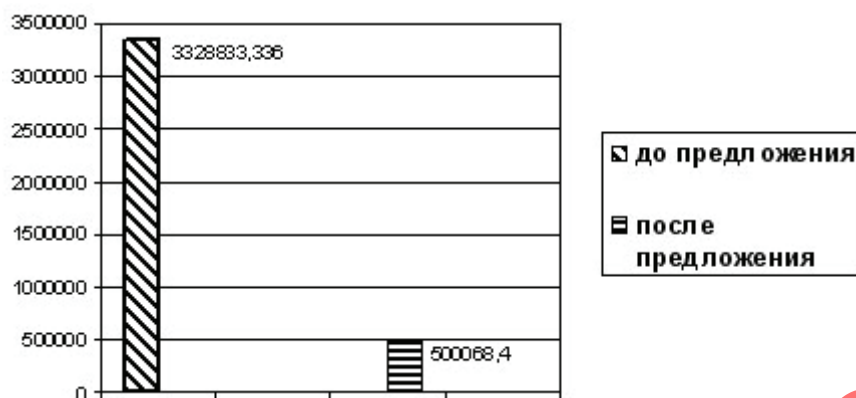


Рисунок 1 – Экономическая эффективность планируемого природоохранного мероприятия

Таким образом, экономическое обоснование предложенного мероприятия позволяет сделать вывод о его целесообразности: уменьшении количества отходов и снижении платы за размещение отходов в 6,6 раз. Предотвращенный эколого-экономический ущерб составит 346028,77 руб./год.

Предлагаемая мера позволит также решить комплекс проблем, важных для общества:

- снизить негативную нагрузку на окружающую природную среду за счёт использования отходов производства в качестве вторичного сырья для нужд сельского хозяйства;
- улучшить санитарно-экологическое состояние на предприятии, в населённом пункте и в регионе;
- повысить эффективность сельскохозяйственного производства за счёт снижения расходов на минеральные удобрения (чистый доход от применения измельченных отходов на 100 га составляет 940 тыс. рублей);
- восстановить и улучшить плодородие почвы в рамках экологизации земледелия.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика определения предотвращенного экологического ущерба. М. : ГК РФ По охране окружающей среды, 1999. 132 с.
2. Проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение для ОАО Фанерный завод "Власть труда". Пенза : ЦЛАТИ, 2008. 128 с.
3. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России : Учебник и справочное пособие. М. : Финансы и статистика, 1999. 672 с.
4. Сибримов Н.И. Экологические аспекты утилизации отходов производства негорючей фанеры : Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Саратов : СГАУ, 2005. 24 с.
5. Экология и экономика природопользования / Под ред. Э.В. Гирусова, В.И. Лопатина. М. : Единство, 2003. 287 с.

УДК 65.01

ББК 65.3

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПУТЁМ ВНЕДРЕНИЯ  
СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА**

© А.А. Горячева, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)

© Е.А. Полянскова, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)

**IMPROVING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF ENTERPRISES BY  
INTRODUCING ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEMS**

© А.А. Goryacheva, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)

© Е.А. Polyanskova, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)

**Ключевые слова:** промышленные предприятия, системы экологического менеджмента, внедрение, оценка эффективности деятельности.

The article deals with the major economic benefits of the introduction of environmental management systems, such as increasing competitiveness and shareholder value of the company, creating its favorable image etc. Environmental management is an activity aimed at achieving environmental objectives and targets of an enterprise. The introduction of environmental management systems leads to significant economic benefits and reduces negative impact on the environment.

**Key words:** manufacturing enterprise, environmental management systems, introduction, performance evaluation.

e-mail: [ecolog81@rambler.ru](mailto:ecolog81@rambler.ru)

Важность проблемы охраны окружающей среды повышает интерес к разработке методов, направленных на снижение возможных воздействий, связанных с изготовлением и потреблением продукции, выполнением работ (услуг).

За последнее десятилетие ведущими промышленными компаниями за рубежом накоплен большой практический опыт в области предотвращения отрицательного воздействия на окружающую среду при одновременном увеличении объёмов производства, снижении удельных расходов сырья и материалов, экономии энергоресурсов, повышении качества продукции. Всё это делает экологическую деятельность предприятий экономически оправданной [2, с. 10 – 13].

В России предпринимаемые на протяжении уже не одного десятилетия попытки решить экологические проблемы в промышленности с помощью административно-правовых и экономических методов государственного регулирования не приводят к заметному улучшению состояния окружающей природной среды и становятся фактором ослабления экономической эффективности предприятий.

Очевидна необходимость принципиально новых подходов к решению экологических проблем, позволяющих обеспечить сочетание экономической и экологической эффективности промышленных предприятий [2, с. 10 – 13].

Наиболее значительные достижения в решении экологических проблем промышленного производства связывают с экологическим менеджментом – внутренне мотивированной инициативной деятельностью экономических субъектов (предприятий, фирм, производственных объединений, отдельных предпринимателей), направленной на достижение их собственных экологических целей и задач.

Система экологического менеджмента (СЭМ) представляет собой часть общей системы административного управления предприятием и включает определённую организационную структуру, осуществляющую деятельность по планированию, созданию, внедрению, использованию определённых процедур для достижения целей экологической политики предприятия [1, с. 1 – 2].

Внедрение СЭМ приводит к значительным экономическим эффектам. Существуют несколько подходов к оценке экономической эффективности внедрения СЭМ.

Одним из возможных подходов является учёт только прямых затрат и непосредственно связанных с ними результатов. В качестве затрат необходимо учитывать прямые расходы на консультантов и затраты времени персонала, расходы на внедрение методов предотвращения загрязнения и традиционных методов снижения воздействия. В качестве непосредственных преимуществ можно рассматривать снижение платежей и штрафов за загрязнение окружающей среды, а также экономические эффекты внедрения подходов предотвращения воздействия: снижение использования ресурсов и материалов, снижение затрат на обращение с сырьевыми и другими материалами, а также отходами. При этом необходимо учитывать экономию в рамках всей системы логистики предприятия (учитывая расходы на транспортировку, хранение, обращение с отходами, транспортировку избыточной массы изделий и т.п.). Например, на предприятии по производству дизельных двигателей в ходе внедрения СЭМ было достигнуто сокращение себестоимости примерно на 5 % за счет минимизации использования меди и соответствующего уменьшения образования отходов. Там же улучшение практики обращения с отходами (раздельный сбор металла) позволило увеличить доход от продажи отходов металла в 2,6 раза.

Экономическая эффективность внедрения СЭМ определяется не только результатами применения подхода предотвращения загрязнения, также можно использовать интегральный метод. Для этого необходимо проанализировать биржевые показатели акционерных компаний, объединённые в портфели акций для исключения индивидуальных особенностей. Так, в США создание таких портфелей основано на использовании рейтинга и индекса EcoVALUE'21, разработанного компанией Innovest Strategic Value Advisers. Рейтинг основан на целом ряде “экологических характеристик” компаний (более 60 параметров) пяти основных категорий: системы менеджмента, эко-эффективность, операционные риски, возможность использования преимуществ экологически ориентированных рынков, исторические сведения об авариях и нарушениях законодательства. Оценка по критериям определяет рейтинг компании — от А (лучшие) до С (худшие) [3, с. 24 – 27].

Таким образом, все критерии рейтинга напрямую или косвенно связаны с внедрением и результативностью СЭМ.

Экономическая эффективность внедрения системы экологического менеджмента определяется разнообразными преимуществами и дополнительными возможностями, связанными с подобной деятельностью, в том числе:

- созданием и укреплением благоприятного имиджа предприятия, основанного на экологической ответственности и экологической состоятельности;
- привлечением внимания инвесторов, появлением дополнительных оснований для получения преимуществ и льгот при инвестициях;
- повышением конкурентоспособности производимой продукции и услуг;
- возможностями для повышения эффективности маркетинга и рекламы;
- привлечением внимания международных организаций к предприятию, членством в международных экологических союзах предпринимателей;
- преимуществами территориального и национального экологического лидерства;
- дополнительными возможностями для укрепления и расширения позиций предприятия на международных товарных и финансовых рынках;
- основаниями для увеличения акционерной стоимости предприятия.

Таким образом, серьезное внимание к природоохранной деятельности, внедрение систем экологического менеджмента приносят организациям заметные экономические преимущества, отражающиеся не только в снижении себестоимости продукции и услуг и снижении многих рисков, но и в росте рыночной стоимости акций.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Госстандарт России. ГОСТ Р ИСО 14001–2007. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. М. : Стандартинформ, 2007.*
2. *Качалов В.А. ИСО 14001:2004. Системы менеджмента окружающей среды. Конспект системного менеджера. М. : ИзДАТ, 2005. 665 с.*
3. *Системы экологического менеджмента для практиков / Дайман С.Ю., Островкова Т.В., Заика Е.А., Сокорникова Т.В.; под ред. С.Ю. Даймана. М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 248 с.*



УДК 502:338

ББК 20.1

## МЕХАНИЗМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА

© *А.В. Коростелева, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)*

## MECHANISMS OF ECONOMIC RESPONSIBILITY AND QUANTIFICATION OF QUALITY STANDARDS OF WATER BODY

© *A.V. Korosteleva, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

Статья анализирует два метода количественного определения качественного состояния водного объекта. Первый предполагает вычисление квадратных корней отклонений математических величин, второй – сложение абсолютных отклонений параметров объекта. Оба метода могут быть использованы, чтобы определить критерии качества водных ресурсов.

**Ключевые слова:** экономическая ответственность, уровень безопасности, состояние системы, количественная оценка, водные ресурсы.

The article analyses two methods of quantification of quality standards of water body. The first method assumes the calculation of square roots of mathematical values deviations, the second one implies summing up absolute deviations of the object parameters. Both methods can be applied to define criteria of water resources quality.

e-mail: [anna-korostelyova@yandex.ru](mailto:anna-korostelyova@yandex.ru)

Развитие рыночных отношений в России обусловило интенсивное использование водных ресурсов, способствовало росту их загрязнения и снижению потребительских свойств. Структурные изменения, происходящие в настоящее время в экономике, и сложившаяся экологическая ситуация требуют принципиально нового подхода к государственному регулированию вопросов использования, воспроизводства и охраны водных объектов в целях достижения рационального водопользования. Водные ресурсы являются одним из важнейших факторов жизнеобеспечения, от количества, качества и экономической ценности которых зависят условия существования настоящих и будущих поколений. Ухудшение качества воды, связанное с антропогенной нагрузкой в результате функционирования многоотраслевого водохозяйственного комплекса, включающего в себя все виды водопользования, современное и перспективное развитие которого на базе ограниченных водных ресурсов порождает целый ряд экологических проблем.

Действенным фактором обеспечения населения и хозяйственной деятельности экологически чистыми водными ресурсами должен стать механизм рационального водопользования. В этой связи вопросы совершенствования экономических условий обеспечения региона экологически чистыми водными ресурсами представляются весьма актуальными [10, с. 117 – 125].

Обеспечение предприятием определенного уровня безопасности требует определенных затрат. В условиях крайнего дефицита средств и тяжелого экономического положения многих российских предприятий маловероятно, что угроза чрезвычайной ситуации заставит предприятие тратить деньги на снижение риска. Это подтверждается и существующей практикой.

Поэтому необходимы механизмы прямого воздействия уровня безопасности (риска) на экономику предприятия таким образом, чтобы снижение риска обеспечивало предприятию экономический эффект в рассматриваемом периоде так же, как и мероприятия, связанные с повышением эффективности производства. К таким механизмам и относятся экономические механизмы [3, с. 55 – 60, 5, с. 108 – 120].

Существуют следующие механизмы экономической ответственности: механизмы платы за риск, механизмы ограничения риска (квот), механизмы налогообложения, механизмы распределения централизованных фондов.

Для применения любого из механизмов необходимо установить критерии качества водных ресурсов, с этой точки зрения очень интересным становится метод количественной оценки загрязнения водного объекта [2, с. 98 – 103].

При определении качества воды существующие показатели значений параметров (результаты химических или биохимических анализов воды и т.д.) оцениваются путем сравнения значения каждого параметра со значением, принятым за норму. При этом каждый показатель рассматривается более или менее изолированно от остальных. Например, за превышением ПДК по какому-либо химическому соединению следуют соответствующие выводы и природоохранные мероприятия; но если в той же самой воде показатели сразу по нескольким соединениям близки к предельным, состояние системы считается нормальным и суммарная нагрузка на состояние системы практически не учитывается.

Полученные таким образом результаты позволяют качественно оценить состояние системы (содержание всех химических соединений укладывается в ПДК или есть нарушения по каким-то показателям), но не позволяют количественно оценить чистоту воды или сравнить состояние двух (или более) водных объектов. Для получения такой оценки необходимо количественно учитывать изменение всех показателей одновременно.

Будем рассматривать описываемое состояние гидросферы в данный момент времени как точку  $x(t_1, t_2, \dots, t_n)$  в пространстве  $R^n$ , где  $t_i$ ,  $(i = \overline{1, n})$  – параметры, описывающие рассматриваемую систему. В качестве таких параметров при исследовании химического состава воды могут выступать количественные данные содержания примесей.

Нормальное состояние системы описывается как некоторая точка  $x^0(t_1^0, t_2^0, \dots, t_n^0) \in R^n$ , где  $t_i^0$  – количественные данные о содержании химических элементов в исследуемом объекте. Отклонение от нормы при ра-

боте системы, нормальное состояние которой может быть описано точкой, можно определить как расстояние между двумя точками пространства  $R^n$ :

$$r = \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta t_i^2},$$

где  $\Delta t_i = t_i - t_i^0$  – отклонения от нормы значений параметров.

Такое представление состояния системы соответствует принятым в теории вероятностей и математической статистике понятиям математического ожидания значения некоторой величины и её среднеквадратическому отклонению.

Второй метод количественного описания водного объекта заключается в следующем: рассматриваем описываемое состояние гидросферы в данный момент времени как точку  $x(t_1, t_2, \dots, t_n)$ , где  $t_i, (i = \overline{1, n})$  – параметры, описывающие рассматриваемую систему.

Нормальное состояние системы описывается как некоторая точка  $x^0(t_1^0, t_2^0, \dots, t_n^0) \in R^n$ , где  $t_i^0$  – количественные данные о содержании химических элементов в исследуемом объекте. Отклонение от нормы при работе системы, нормальное состояние которой может быть описано точкой, можно определить как сумму абсолютных отклонений параметров:

$$r = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\Delta t_i}{t_i} \right|,$$

где  $\Delta t_i = t_i - t_i^0$  – отклонения от нормы значений параметров [1, с. 350 – 363, 4, с. 209 – 215, 6, с. 632 – 635, 7, с. 188 – 195, 8, с. 375 – 381].

Для наглядного представления механизма работы предложенных методов возьмем конкретный объект – ОАО “Пензхиммаш” и его схему биохимической очистки сточных вод. Процесс очистки основан на деятельности анаэробных бактерий, использующих в качестве источника питания органические загрязнения сточных вод и ряд анионов. Сравнив усредненный качественный состав сточных вод, поступающих на биохимическую очистку, и после каждой ступени этой очистки, можно сделать вывод об улучшении качественного состава воды [9, с. 9 – 11].

Совершенно очевидно, что каждому составу будет соответствовать некоторое конкретное число и что оно будет зависеть не только от конкретного объекта исследования, но и от принятой нормы. Очевидно также, что каждому конкретному объекту (и результатам измерений) ставится в соответствие некоторое, вполне определённое число. Это даёт возможность сравнивать между собой не только качественно, но и количественно степень чистоты (или загрязнения) различных водных объектов.

Проведём сравнение двух критериев количественной оценки состояния водного объекта (рис. 1).

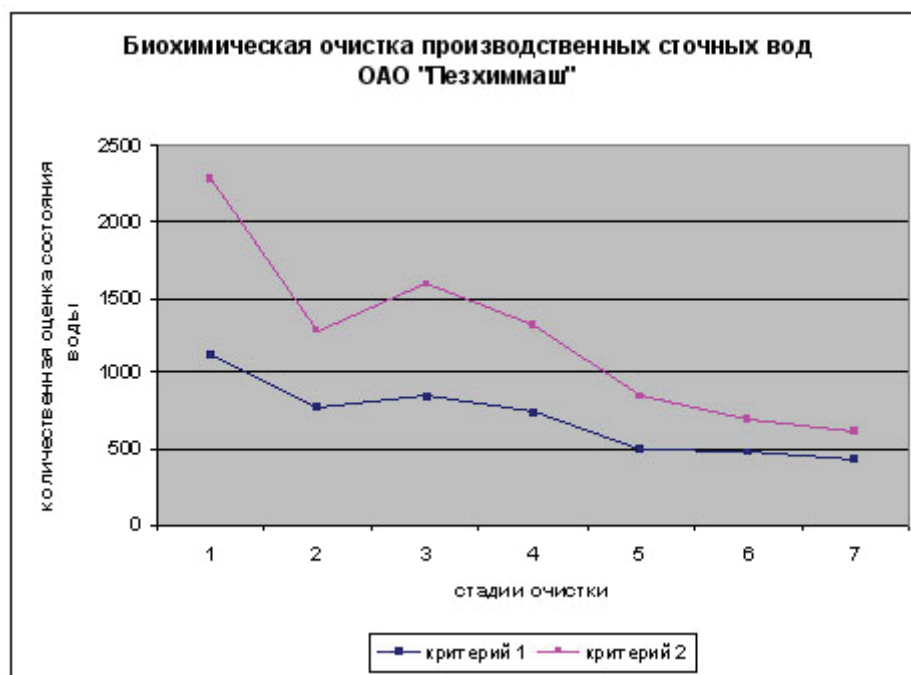


Рисунок 1 – Количественная оценка состояния водного объекта

Итак, обе модели являются достоверными, т.е. производить количественную оценку водного объекта можно по любой из приведённых методик, но незначительное преимущество имеет модель с усреднением значений, т.к. происходит сглаживание данных из-за соответствия модели естественной метрике нашего пространства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бонштейн И.Н., Семендяев К.А. *Справочник по математике*. М. : Наука, 1974. 608 с.
2. Боске Б. *Экологизация налоговой системы в России*. М. : Русский университет, 2001 г. 116 с.
3. Бурков В.Н., Щепкин А.В. *Экологическая безопасность*. М. : ИПУ РАН, 2003. 92 с.
4. Веников В.А. *Теория подобия и моделирования*. М. : ВШ, 1976. 479 с.
5. Годуб А.А., Струкова Е.Б. *Экономические методы управления природопользованием*. М. : Наука, 1993.
6. Корн Г., Корн Т. *Справочник по математике*. М. : Наука, 1974. 832 с.
7. Марчук Г.И. *Математическое моделирование в проблеме окружающей среды*. М. : Наука, 1982. 320 с.
8. Марчук Г.И. *Некоторые проблемы охраны окружающей среды // Комплексный анализ и его приложения*. М. : Наука, 1978. С. 375 – 381.
9. Чернышов Н.В., Жегневская Л.В., Цуриков С.П. *Рециркуляция протоктов гальванопроизводства // Экология Поволжья*. 2005. № 1. С. 9 – 11.

10. *Экология, охрана природы, экологическая безопасность : Учебное пособие для системы профессиональной переподготовки и повышения квалификации госслужащих, руководителей и специалистов промышленных предприятий и организаций / Под общ. ред. проф. А.Т. Никитина, проф. МНЭПУ С.А. Степанова. М. : МНЭПУ, 2000. 648 с.*

УДК 502.05:502.055

## ЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗАДАЧ

© *А.В. Ганичева, Тверская государственная сельскохозяйственная академия (г. Тверь, Россия)*

© *С.А. Фирсов, ФГУ ГЦАС "Тверской" (г. Тверь, Россия)*

## LOGICAL METHOD OF AGRICULTURAL PROBLEMS SOLVING

© *A.V. Ganicheva, Tver State Agricultural Academy (Tver, Russia)*

© *S.A. Firsov, Federal State Institution (FSI) State Center of Agrochemical Service (SCAS) "Tverskoy" (Tver, Russia)*

На материале анализа различных факторов, влияющих на урожайность овощей, показано, что логический метод позволил сделать качественную оценку отобранных для социально-экономического анализа факторов. Сделан вывод, что булевы уравнения можно использовать и при решении экономических задач производства сельскохозяйственной продукции и характеризовать особенности формирования технологии выпуска продукции.

**Ключевые слова:** задачи, технология выпуска, производство сельскохозяйственной продукции, математическое моделирование, оценка, социально-экономический анализ.

Based on the analysis of different factors influencing the productivity of vegetables the authors prove that logical method allows to accomplish the qualitative assessment of the factors chosen for social and economic analysis. The authors draw the conclusion that Boolean equations can be used to solve economic problems of agricultural production and to define the peculiarities of output technology formation.

**Key words:** problems, output technology, agricultural production, mathematical modeling, assessment, social and economic analysis.

e-mail: alexej.ganichev@yandex.ru

Изучение производства сельскохозяйственной продукции вызывает необходимость анализа факторов, которые оказывают влияние на экономическую эффективность этого процесса, т.к. эти факторы могут служить объясняющими переменными той или иной стратегии поведения производителей, а следовательно, характеризовать особенности формирования технологий выпуска продукции.

Удобной математической моделью для описания различного рода экономических зависимостей являются булевы уравнения и их системы, решение которых основано на логическом методе из [1], базирующемся на понятии изображающих чисел булевых функций (высказываний).

Булева функция считается заданной, если можно указать значения истинности этой функции при всех возможных комбинациях значений истинности входящих в неё элементов. Таблицу, которая представляет все возможные комбинации значений истинности некоторого набора элементов  $A, B, C, \dots$ , называют базисом, а строки базиса – изображающими числами соответствующих элементов и обозначают приписыванием слева от элемента знака #. Базис для элементов  $A, B, C, \dots$ , обозначается через  $b$   $[A, B, C, \dots]$ , причем порядок элементов в квадратных скобках совпадает с порядком строк базиса.

Так, для одного элемента  $A$  базисом будет

$$\begin{array}{c} 01 \\ \#A=01, \end{array}$$

здесь верхняя строка указывает номера разрядов, начиная с нулевого.

Для двух  $X, Y$  и трех элементов  $A, B, C$  базисы будут иметь соответственно вид:

$$\begin{array}{ccc} 0123 & & 01234567 \\ \#X=0101 & \text{и} & \#A=01010101 \\ \#Y=0011 & & \#B=00110011 \\ & & \#C=00001111 \end{array}$$

Известно, что изображающее число дизъюнкции двух элементов равно сумме изображающих чисел слагаемых, причем сложение осуществляется поразрядно по правилу:  $0+0=0, 0+1=1, 1+0=1, 1+1=1$ . Изображающее число конъюнкции двух элементов определяется как произведение изображающих чисел сомножителей, причем умножение выполняется поразрядно по правилу:  $0 \times 0=0, 0 \times 1=0, 1 \times 0=0, 1 \times 1=1$ . Изображающее число отрицания “А” получается из изображающего числа  $A$  заменой в каждом разряде 0 на 1 и 1 на 0.

Булевым уравнением с неизвестными  $X$  и  $Y$  называется уравнение, связывающее данные высказывания  $A, B, C, \dots$  и неизвестные булевы функции  $X=X(A, B, C, \dots), Y=Y(A, B, C, \dots)$  при помощи логических операций: конъюнкции, дизъюнкции, отрицания. При этом в работе будем обозначать символом „ $\times$ “ конъюнкцию, символом „ $+$ “ дизъюнкцию, отрицание утверждения  $A$  будем обозначать через  $\bar{A}$ .

Решение булева уравнения осуществляется по следующему алгоритму. Пусть  $A, B, C$  – известные, а  $X, Y$  – неизвестные высказывания, определяющие данное булево уравнение. В базисе  $X, Y$  определяются изображающие числа  $X$  и  $Y$ , а в базисе  $A, B, C$  – изображающие числа  $A, B, C$ .

Затем для левой и правой части булева уравнения находятся изображающие числа комбинаций неизвестных функций и коэффициентов при неизвестных функциях. Изображающие числа неизвестных для каждой части уравнения располагаются в строки матрицы, а коэффициенты – в столбцы матрицы. В левой и правой части уравнения матрица из изображающих чисел коэффициентов умножается на матрицу изображающих чисел неизвестных.

После этого происходит поэлементное сравнение элементов матриц – произведений для левой и правой части. Если для строки с номером  $i_0$  и

столбца с номером  $j_0$  соответствующие элементы совпадают, то в разряд  $i_0$  изображающего числа неизвестного  $X$  ставим цифру первой строки базиса  $b[X, Y]$ , соответствующую разряду с номером  $j_0$ , а для  $Y$  – соответствующую цифру второй строки. Изображающие числа решения  $X$  и  $Y$  представляют собой различные комбинации из нулей и единиц, причем из каждого разряда берется по одной цифре; если для  $X$  в  $i$ -м разряде это будет  $k$ -ая (считая слева направо) цифра, то в  $i$ -м разряде для  $Y$  это тоже будет  $k$ -ая цифра.

Затем происходит восстановление  $X$  и  $Y$  по изображающим числам в виде комбинаций из  $A, B, C$ .

Рассмотрим следующую типовую задачу о влиянии на урожайность овощей различных факторов, которую можно решить с применением логического метода.

Для выяснения вопроса о степени влияния факторов на урожайность овощей был произведён опрос жителей двух хозяйств. Систематизация результатов показала следующее:

1) одна группа работников хозяйства заявила, что кроме химических удобрений они используют компост;

2) представители другой группы высказали мнение, что помимо химических удобрений и навоза они уделяют большое внимание поливу;

3) третья группа жителей заявила, что основное внимание они уделяют использованию компоста либо организации частых прополок и окучиванию.

Ответы работников 2-го района можно объединить в следующие группы:

1) первая группа заявила, что не используют компост;

2) другие сказали, что предпочитают химические удобрения, но не используют компост;

3) третьи заявили, что предпочитают исключительно химические удобрения;

4) четвертые отдают предпочтение химическим удобрениям, поливу, прополкам и используют также компост.

На основании этих данных требуется установить, следует ли принимать во внимание мнение опрошенных работников о влиянии отдельных факторов на урожайность овощей или же их представление об этом может быть вызвано комбинированным действием на урожайность всех перечисленных факторов.

Для решения данной задачи будем использовать логический метод. Введём следующие высказывания:

$A$  – использование компоста,

$B$  – применение навоза,

$C$  – организация прополок и окучивание,

$X$  – использование минеральных удобрений,

$Y$  – другие факторы.

Тогда результаты опроса работников двух хозяйств можно представить в виде следующего булева уравнения

$$A \times Y + B \times X \times Y + A + C = \bar{A} \times \bar{X} + B \times Y \times \bar{X} + Y + Y \times C \times A. \quad (1)$$

Используем выражение  $Y+Y \times C \times A=Y \times (I+C \times A)=Y \times I$ , где  $I$  – тавтология. Тогда уравнение (1) преобразуется к виду

$$A \times Y+B \times X \times Y+A+C=\bar{A} \times \bar{X}+B \times Y \times \bar{X}+Y \times I. \quad (2)$$

Решение поставленной задачи сводится к определению возможности разрешить уравнение (2) относительно неизвестных  $X$  и  $Y$  и выразить их как функции от элементов  $A, B, C$ . Если решение  $X(A, B, C)$  и  $Y(A, B, C)$  существует и, кроме того,

$$X \neq \bar{A} \times \bar{B} \times \bar{C}, \quad Y \neq \bar{A} \times \bar{B} \times \bar{C}, \quad (3)$$

то представление о ценах на продукты питания и предметы длительного пользования связано с комбинированным действием на бюджет семьи цен на одежду, обувь, лекарства и т.д.

Если решения, отличного от (3), не существует, то можно сделать вывод о влиянии структуры цен на приобретение предметов длительного пользования и продуктов питания в семейном бюджете.

Согласно алгоритму из [1], составляем 4 матрицы следующим образом. Матрица  $\alpha$  представляет собой матрицу размерности  $8 \times 3$ , составленную из изображающих чисел коэффициентов при неизвестных функциях  $X=X(A, B, C)$  и  $Y=Y(A, B, C)$ , включая свободный член, по отношению к трехэлементному базису  $b[A, B, C]$  для левой части уравнения (2); при этом первый столбец матрицы представляет собой изображающее число коэффициента  $A$  при неизвестном  $Y$ , равное 01010101, второй столбец представляет собой изображающее число коэффициента  $B$  при произведении неизвестных  $X \times Y$ , равное 00110011, третий столбец соответствует изображаемому числу свободного члена  $A+C$ , равное 01011111.

Таким образом,

$$\alpha = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Матрица  $\beta$  представляет собой матрицу размерности  $3 \times 4$ , строки которой являются изображающими числами комбинаций неизвестных функций по отношению к базису  $b[X, Y]$  для левой части уравнения (2). Первая строка этой матрицы представляет собой изображающее число переменной  $Y$ , вторая – изображающее число произведения  $X \times Y$ , третья – изобража-



жающее число коэффициента I при свободном члене A+C, т.е.

$$\beta = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Матрица  $\gamma$  – это таблица размерности  $8 \times 3$ , столбцы которой представляют собой изображающие числа коэффициентов при неизвестных (включая свободный член) в базисе  $b[A, B, C]$  для правой части уравнения (2). А именно: первый столбец этой матрицы является изображающим числом коэффициента “A при неизвестном  $\bar{X}$ , равное 10101010, второй столбец представляет собой изображающее число коэффициента B в произведении  $Y \times \bar{X}$ , равное 00110011, третий столбец – изображающее число I при неизвестном Y, равное 11111111.

Следовательно, матрица  $\gamma$  имеет вид

$$\gamma = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Определим матрицу  $\delta$  из изображающих чисел, неизвестных в базисе  $b[X, Y]$ , для правой части уравнения (2). Первая строка этой матрицы представляет собой изображающее число для  $\bar{X}$ , вторая – изображающее число для  $Y \times \bar{X}$ , третья – для Y.

Таким образом,

$$\delta = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Все матрицы  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  – булевы, т.к состоят из нулей и единиц. Произведение булевых матриц определяется по правилам обыкновенного мат-

ричного умножения, с той только разницей, что операция суммирования произведений строк и столбцов заменяется логическим сложением.

Найдем произведения  $\alpha \times \beta$  и  $\gamma \times \delta$ . Имеем:

$$\alpha \times \beta = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Аналогично

$$\gamma \times \delta = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Нумерация строк в матрицах  $\alpha \times \beta$  и  $\gamma \times \delta$  идет сверху вниз, начиная с нулевой строки ( $i = 0$ ) и кончая седьмой ( $i = 7$ ), нумерации столбцов – слева направо, начиная с нулевого столбца ( $j = 0$ ) и кончая третьим столбцом ( $j = 3$ ). Будем обозначать элементы матрицы  $\alpha \times \beta$  через  $c_{ij}$ , элементы матрицы  $\gamma \times \delta$  – через  $d_{ij}$ .

Проводим сравнение соответствующих элементов  $c_{ij}$  и  $d_{ij}$ . Если, например, для некоторых  $i = i_0$  и  $j = j_0$   $c_{i_0 j_0} = d_{i_0 j_0}$ , то в разряд  $i_0$  изображающего числа неизвестного  $X$  ставим цифру первой строки базиса  $b[X, Y]$ , соответствующую разряду с номером  $j_0$ ; аналогично в разряд  $j_0$  изображающего числа неизвестного  $Y$  ставим цифру второй строки базиса  $b[X, Y]$ , соответствующую разряду с номером  $j_0$ .

Для рассматриваемых матриц будем иметь:

$$c_{01} = d_{01}, c_{12} = d_{12}, c_{13} = d_{13}, c_{21} = d_{21}, c_{23} = d_{23}, c_{32} = d_{32}, c_{33} = d_{33}, c_{40} = d_{40}, c_{42} = d_{42}, \\ c_{43} = d_{43}, c_{52} = d_{52}, c_{53} = d_{53}, c_{60} = d_{60}, c_{62} = d_{62}, c_{63} = d_{63}, c_{72} = d_{72}, c_{73} = d_{73}.$$

Рассмотрим последовательно полученные равенства.

Поскольку  $c_{01} = d_{01}$ , то в первом (слева направо) разряде изображающих чисел для  $X$  и  $Y$  будет стоять цифра второго (считая слева направо) столбца базиса  $b[X, Y]$  из первой строки для  $X$ , из второй строки – для  $Y$ . Таким образом, в первом разряде изображающего числа  $X$  будет стоять цифра 1, а у  $Y$  – цифра 0.

Рассмотрим два следующих равенства:

$$c_{12} = d_{12} \text{ и } c_{13} = d_{13}. \text{ Из этих равенств следует, что во втором (считая}$$

слева направо) разряде изображающих чисел для X и Y может стоять либо 1 для X и 0 для Y, либо 0 для X и 1 для Y. Аналогично из равенств  $c_{21}=d_{21}$  и  $c_{23}=d_{23}$  вытекает, что в следующем (третьем, считая слева направо) разряде изображающих чисел либо у X – 1, у Y – 0, либо у X – 1 и у Y – 1.

Совершенно так же анализируются все другие равенства. Результаты можно представить в виде следующей таблицы:

**Таблица 1**

Изображающие числа	Номер разряда							
	0	1	2	3	4	5	6	7
#X	1	0,1	1,1	0,1	0,0,1	0,1	0,0,1	0,1
#Y	0	1,1	0,1	1,1	0,1,1	1,1	0,1,1	1,1

Согласно этой таблице имеется  $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 = 288$  различных пар решений уравнения (2). Например, если взять числа, стоящие первыми в каждом разряде ( $i = \overline{1,7}$ ) таблицы результатов, то получим

$$\#X = 10100000 = \#(\overline{A} \times \overline{B} \times \overline{C} + \overline{A} \times B \times \overline{C}),$$

$$\#Y = 01010101 = \#(A \times \overline{B} \times \overline{C} + A \times B \times \overline{C} + A \times \overline{B} \times C + A \times B \times C).$$

Отсюда

$$X = \overline{A} \times \overline{B} \times \overline{C} + \overline{A} \times B \times \overline{C},$$

$$Y = A \times \overline{B} \times \overline{C} + A \times B \times \overline{C} + A \times \overline{B} \times C + A \times B \times C.$$

При переходе от изображающих чисел X и Y к их выражению через высказывания A, B, C был применен алгоритм из [1] восстановления булевой функции по изображающему числу, заключающийся в следующем. За основу берутся изображающие числа элементарных произведений, представленных в таблице 2. Далее руководствуются правилом: нужно суммировать элементарные произведения, изображающие числа которых имеют единицы в тех же разрядах, что и изображающее число булевой функции.

**Таблица 2**

Изображающее число	Элементарное произведение
10000000	$\overline{A} \times \overline{B} \times \overline{C}$
00100000	$\overline{A} \times B \times \overline{C}$
00001000	$\overline{A} \times \overline{B} \times C$
00000010	$\overline{A} \times B \times C$
01000000	$A \times \overline{B} \times \overline{C}$
00010000	$A \times B \times \overline{C}$
00000100	$A \times \overline{B} \times C$
00000001	$A \times B \times C$

Таким образом, представление о цене на предметы длительного пользования  $X$  либо не связано с влиянием на бюджет семьи цен на одежду и обувь  $A$ , а также товары повседневного спроса  $B$  и лекарства  $C$ , либо зависит от цен товаров повседневного спроса.

Представление о цене на продукты питания  $Y$  либо связано только с ценами на одежду и обувь  $A$ , либо кроме этого также с ценами на товары повседневного спроса  $B$ , либо зависит от цен на одежду и обувь  $A$ , а также от цен на лекарства  $C$ , либо зависит от цен на одежду, обувь  $A$ , товары повседневного спроса  $B$  и лекарства  $C$ .

Таким образом, логический метод позволил сделать качественную оценку отобранных для социально-экономического анализа факторов.

В заключение отметим, что булевы уравнения можно использовать и при решении экономических задач, в которых по известным зависимостям  $f_1, f_2, \dots, f_k$  между высказываниями  $A, B, C, \dots$  и  $A^1, B^1, C^1, \dots$  требуется установить, имеет ли место зависимость  $g(A, B, C, \dots, A^1, B^1, C^1, \dots)$ .

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

*1. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. М. : Высшая школа, 1984.*

**УДК 111.11:141.32**

**ББК 63.3**

### **ИНДЕКСНЫЙ МЕТОД В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

- © *А.В. Ганичева, Тверская государственная сельскохозяйственная академия (г. Тверь, Россия)*
- © *А.С. Карпунина, Тверская государственная сельскохозяйственная академия (г. Тверь, Россия)*
- © *С.А. Фирсов, ФГУ ЦАС "Тверской" (г. Тверь, Россия)*

### **METHOD OF INDEX NUMBERS FOR AGRICULTURE**

- © *A.V. Ganicheva, Tver State Agricultural Academy (Tver, Russia)*
- © *A.S. Karpoonina, Tver State Agricultural Academy (Tver, Russia)*
- © *S.A. Firsov, Federal State Institution (FSI) State Center of Agrochemical Service (SCAS) "Tverskoy" (Tver, Russia)*

Рассмотрена модификация индексного метода (биологический индекс) как инструмента классификации применительно к сельскому хозяйству в условиях определённости и неопределённости, позволяющего сравнивать и объединять разнородные совокупности, сравнивать уживаемость сельскохозяйственных культур и т.д.

**Ключевые слова:** оценка эффективности производства, математические методы, сельскохозяйственные культуры, уживаемость.

## ИНДЕКСНЫЙ МЕТОД В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

A variation of the method of index numbers - biological index - was considered as a classification instrument for agriculture in conditions of determinacy and indeterminacy. This method allows to compare and connect heterogeneous population, to compare compatibility, etc.

**Key words:** production efficiency assessment, mathematical methods, cultivated plants, compatibility.

e-mail: alexej.ganichev@yandex.ru

Важными задачами оценки эффективности сельского хозяйства являются задачи анализа уживаемости сельскохозяйственных культур, видов скота и т.д., а также определения влияния составляющих ингредиентов на показатели роста, качества и т.п. Можно рассматривать растения, зерновые, птицу, плодово-ягодные деревья и кустарники, а также соответствующую продукцию: овощи, ягоды, крупы, мясо, яйца. Группы этих объектов исследования (о.и.) могут быть как однородные, так и неоднородные. В статистике, социологии широко используется индексный метод [1, 2]. В данной работе будет рассмотрена модификация этого метода применительно к сельскому хозяйству в условиях определённости и неопределённости.

Индексом называется относительный показатель, характеризующий изменение какого-либо явления, состоящего из соизмеримых элементов, во времени, пространстве или по сравнению с любым эталоном. В статье используется понятие *биологического индекса* как инструмента классификации, сравнения и измерения, конструируемого на основе логического и аналитического комбинирования эмпирических индикаторов. Можно различать *биометрические индексы* и *индексы состава*, речь о которых пойдёт ниже.

Количественная обработка исходных биоматриц в разработанном методе помогает в выявлении лидеров групп, формировании жизнестойких представителей, в оценке их биологического “микrokлимата”, т.е. “уживаемости”. Уживаемость о.и.  $X$  с о.и.  $Y$  заключается в отсутствии негативного воздействия со стороны  $Y$  на  $X$ . Можно рассмотреть случаи: 1) позитивной уживаемости  $X$  с  $Y$ , когда  $Y$  положительно влияет на  $X$ ; 2) нейтральной уживаемости  $X$  с  $Y$ , при которой  $Y$  безразличен к  $X$  и не оказывает на  $X$  никакого воздействия; 3) негативной уживаемости (неуживаемости)  $X$  с  $Y$ , когда  $Y$  отрицательно действует на  $X$ .

Пример уживаемости о.и. друг с другом показан в таблице 1. Здесь под уживаемостью понимается влияние на урожайность овощей их соседство друг с другом. В данной таблице приняты следующие обозначения:  $X_1$  – горох,  $X_2$  – капуста,  $X_3$  – картофель,  $X_4$  – огурцы,  $X_5$  – помидоры,  $X_6$  – чеснок. Под уживаемостью в широком смысле понимается взаимодействие объектов на любом расстоянии и в любом промежутке времени. Например, возможность посадки одной культуры после другой.

В таблице 1 знак “+” (“–”) в столбце  $j$  ( $j = \overline{1,6}$ ) означает, что  $X_j$  позитивно уживается (не уживается) с  $X_i$  ( $i = \overline{1,6}$ ), рефлексивное отношение уживаемости  $X_i$  с  $X_i$  обозначено “\*”, а пустая клетка  $(i, j)$  соответствует безразличному отношению (нейтральной уживаемости)  $X_j$  к  $X_i$ .

Таблица 1

	С кем уживается						Всего		
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	+	-	±
X <sub>1</sub>	*		+	+	-	-	2	2	4
X <sub>2</sub>		*	+		-		1	1	2
X <sub>3</sub>	+	+	*	-	-	+	3	2	5
X <sub>4</sub>	+	+	-	*	-		2	2	4
X <sub>5</sub>	-	+	-	-	*		1	3	4
X <sub>6</sub>	-		+		+	*	2	1	3
+	2	3	3	1	1	1	11		
-	2	0	2	2	4	1		11	
±	4	3	5	3	5	2			22

Результаты предварительной обработки по строкам позволяют оценить *биологический статус* членов группы, а по столбцам – их *биологическую экспансию*. Так, в рассмотренном примере самый низкий показатель уживаемости у членов группы с о.и. X<sub>2</sub> (с капустой) и с о.и. X<sub>5</sub> (с помидорами). Определённые выводы об этих характеристиках можно сделать по числам, приведённым в таблице, но более действенным будет использование биометрических индексов, которые подразделяются на персональные и групповые. Персональные индексы, в свою очередь, можно подразделить на индексы биологического статуса, индексы биологической экспансии. Групповые биоиндексы объединяют индексы связности, взаимосвязанности (сплочённости), уживаемости. Рассмотрим введённые индексы подробнее. Через  $v_i^+$  будем обозначать суммарный положительный показатель уживаемости с  $i$ -м о.и. остальных членов. Через  $v_i^-$  – суммарный показатель неуживаемости с  $i$ -м о.и. остальных членов,  $v_i^0$  – показатель безразличного отношения к  $i$ -му о.и. других членов (будем называть его нулевой показатель).

Индексы биологического положительного, отрицательного и нулевого статуса  $i$ -го о.и. (из общего числа  $N$ ) оцениваются как отношения  $C_i^+$ ,  $C_i^-$ ,  $C_i^0$  соответственно числа положительных  $v_i^+$ , отрицательных  $v_i^-$  и нулевых  $v_i^0$  показателей уживаемости членов группы с  $i$ -м о.и. к числу выборов  $N - 1$ :

$$C_i^+ = v_i^+ / (N - 1); C_i^- = v_i^- / (N - 1); C_i^0 = v_i^0 / (N - 1). \quad (1)$$

Данные индексы характеризуют соответственно степени позитивного, негативного и безразличного отношения группы о.и. к  $i$ -му о.и. Степень преобладания позитива или негатива в этом отношении характеризует индекс  $C_i^+$ :

$$C_i^{+-} = C_i^+ - C_i^- = (v_i^+ - v_i^-) / (N-1). \quad (2)$$

Аналогично степень преобладания позитива или безразличия и негатива или безразличия характеризуется соответственно индексами:

$$C_i^{+0} = C_i^+ - C_i^0 \quad \text{и} \quad C_i^{0-} = C_i^0 - C_i^- . \quad (3)$$

Индекс общего биологического статуса  $C_i$  характеризует степень не безразличия группы о.и. по отношению к  $i$ -му о.и., т.е. степень позитивной уживаемости или неуживаемости с ним:

$$C_i = C_i^+ + C_i^- = (v_i^+ + v_i^-) / (N-1). \quad (4)$$

Для рассмотренного примера данные индексы показаны в таблице 2.

Из формул следует, что индексы биологического статуса представляют собой относительные частоты тех или иных выборов.

По аналогии с индексами биологического статуса могут использоваться индексы биологической экспансии (активности)  $\mathcal{E}_i^+, \mathcal{E}_i^-, \mathcal{E}_i^{+0}, \mathcal{E}_i^0, \mathcal{E}_i^{0-}, \mathcal{E}_i^-$ , характеризующие соответственно положительную, отрицательную, безразличную, преобладающую ((6) – (8)) и общую активность (9)  $i$ -го о.и. по выражению его отношения к остальным представителям группы. Расчёт индексов биологической экспансии производится по следующим формулам:

$$\mathcal{E}_i^+ = \mu_i^+ / (N-1); \quad \mathcal{E}_i^- = \mu_i^- / (N-1); \quad \mathcal{E}_i^0 = \mu_i^0 / (N-1), \quad (5)$$

$$\mathcal{E}_i^{+-} = \mathcal{E}_i^+ - \mathcal{E}_i^- = (\mu_i^+ - \mu_i^-) / (N-1), \quad (6)$$

$$\mathcal{E}_i^{+0} = \mathcal{E}_i^+ - \mathcal{E}_i^0 = (\mu_i^+ - \mu_i^0) / (N-1), \quad (7)$$

$$\mathcal{E}_i^{0-} = \mathcal{E}_i^0 - \mathcal{E}_i^- = (\mu_i^0 - \mu_i^-) / (N-1), \quad (8)$$

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_i^+ + \mathcal{E}_i^- = (\mu_i^+ + \mu_i^-) / (N-1). \quad (9)$$

Здесь  $\mu_i^+$ ,  $\mu_i^-$  и  $\mu_i^0$ , соответственно, – число позитивной уживаемости, неуживаемости и безразличия  $i$ -го о.и. к представителям группы. В таблице 2 представлены результаты расчёта персональных биоиндексов по данным таблицы 1.

Таблица 2

О.и.	Индексы биологического статуса							Индексы биологической экспансии						
	$C_i^+$	$C_i^-$	$C_i^0$	$C_i^{+-}$	$C_i^{+0}$	$C_i^{0-}$	$C_i$	$\mathcal{E}_i^+$	$\mathcal{E}_i^-$	$\mathcal{E}_i^0$	$\mathcal{E}_i^{+-}$	$\mathcal{E}_i^{+0}$	$\mathcal{E}_i^{0-}$	$\mathcal{E}_i$
X <sub>1</sub>	0,4	0,4	0,2	0,0	0,2	-0,2	0,8	0,4	0,4	0,2	0	0,2	-0,2	0,8
X <sub>2</sub>	0,2	0,2	0,6	0,0	-0,4	0,4	0,4	0,6	0,0	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
X <sub>3</sub>	0,6	0,4	0,3	0,1	0,3	-0,1	1,0	0,6	0,4	0,0	0,2	0,6	-0,4	1,0
X <sub>4</sub>	0,4	0,4	0,2	0,0	0,2	-0,2	0,8	0,2	0,4	0,4	-0,2	-0,2	0,0	0,6
X <sub>5</sub>	0,2	0,6	0,2	-0,4	0,0	-0,4	0,8	0,2	0,8	0,0	-0,6	0,2	-0,8	1,0
X <sub>6</sub>	0,4	0,2	0,4	0,2	0,0	0,2	0,6	0,2	0,2	0,6	0,0	-0,4	0,4	0,4

Из анализа таблицы следует:

1)  $X_3$  (картофель) – признанный лидер по уживаемости с ним других представителей (максимальный положительный индекс  $C_i^+$ );

2)  $X_1$  (помидоры) – “изгой” группы, т.к. с ним не уживается наибольшее число членов группы (максимальный отрицательный индекс  $C_i^- = 0,6$ );

3)  $X_3$  (картофель) – самый активный и популярный представитель из группы: максимальная уживаемость его с другими и других с ним (максимальные индекс активности и биоиндекс статуса);

4)  $X_1$  (горох),  $X_4$  (огурцы),  $X_5$  (помидоры) имеют максимальный индекс  $C_i$ , т.е. наибольшую степень безразличия к ним других представителей;

5)  $X_3$  (картофель) и  $X_5$  (помидоры) биологически наиболее активны (максимальный биоиндекс  $\Xi_i$ );

6)  $X_2$  (капуста) и  $X_3$  (картофель) оказывают наиболее сильное положительное действие на других представителей (макс. положительный индекс  $\Xi_i^+$ );

7) данная группа недостаточно устойчива, т.к. есть отрицательные индексы  $\Xi_4^+$ ,  $\Xi_5^+$ , что говорит о преобладании негатива в отношении  $X_4$  (огурцов) и  $X_5$  (помидоров) к остальным членам.

*Групповой индекс связанности*  $\Gamma_c$  характеризует степень безразличного отношения представителей группы друг к другу. Количественно он определяется как отношение суммарного числа показателей позитивной уживаемости и неуживаемости  $S = \sum_{i=1}^N (v_i^+ + v_i^-)$  к потенциальному числу выборов  $N(N-1)$ :

$$\Gamma_c = S / [N(N-1)], \quad (10)$$

здесь  $N(N-1)$  получено как число элементов биоматрицы  $N^2$  минус число диагональных элементов  $N$ . Из формул (3), (4) и (7) следует, что индекс  $\Gamma_c$  представляет собой среднее арифметическое общих индексов  $C_i$  или  $\Xi_i$ ,  $i = \overline{1, N}$ :

$$\Gamma_c = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Xi_i. \quad (11)$$

*Индекс взаимосвязанности (сплоченности)*  $\Gamma_b$  характеризует степень взаимного позитивного отношения членов группы друг к другу. Количественно он определяется как отношение суммарного числа положительных показателей  $v_i^+$  к потенциальному числу выборов  $N(N-1)$ :

$$\Gamma_b = \sum_{i=1}^N v_i^+ / [N(N-1)] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i^+. \quad (12)$$

*Индекс уживаемости*  $\Gamma_y$  – частный случай индекса взаимосвязанности. Количественно индекс  $\Gamma_y$  отличается от индекса  $\Gamma_b$  тем, что в знамена-



теле вместо потенциального числа выборов стоит общая сумма  $S$  положительных и отрицательных показателей уживаемости:

$$\Gamma_y = \sum_{i=1}^N v_i^+ / S. \quad (13)$$

Поскольку  $S \leq N(N-1)$ , то  $\Gamma_y \geq \Gamma_B$ . Поэтому число  $1 - \Gamma_y$  характеризует ситуацию, когда не все положительные индексы взаимны. В нашем примере из таблицы 1 имеем:

$$N = 6, S = 22, \sum_{i=1}^6 v_i^+ = 11, \sum_{i=1}^6 v_i^- = 11, \Gamma_C = 22/30 = 0,73;$$

$$\Gamma_B = 11/30 = 0,37; \Gamma_y = 11/22 = 0,5.$$

Аналогичный результат можно получить и из таблицы 2 с учётом формул (11) и (12) соответственно:

$$\Gamma_C = (0,8 + 0,4 + 0,8 + 0,8 + 0,6 + 0) / 6 = (0,8 + 0,6 + 1 + 0,6 + 1 + 0,4) / 6 = 0,73;$$

$$\Gamma_B = (0,4 + 0,2 + 0,6 + 0,4 + 0,2 + 0,4) / 6 = 0,37.$$

Таким образом, исследуемая группа примерно связана на 73 % ( $\Gamma_C = 0,73$ ), т.е. существует примерно 73 % возможных связей (влияний) между членами группы. Степень сплоченности группы составляет 37 %, причем 50 % положительных связей ( $1 - \Gamma_y$ ) уничтожаются. Групповые индексы в данном примере свидетельствуют о том, что представители группы в борьбе за существование в достаточной степени подавляют друг друга.

Конечно, возможны ситуации, когда от опыта к опыту уживаемость изменяется порой от позитивной до негативной, т.е. имеем условия неопределённости. Поэтому в общем случае целесообразно говорить о статистической вероятности уживаемости  $X_j$  с  $X_i$ , которая определяется из статистических данных. Будем использовать для неё обозначение:  $P^+(i,j)$  – для позитивной уживаемости  $X_j$  с  $X_i$ ,  $P^-(i,j)$  – для негативной уживаемости,  $P^0(i,j)$  – для нейтральной уживаемости. Каждому о.и.  $X_j$  при фиксированном  $i$  ставится в соответствие вектор  $(X_j^+, X_j^-, X_j^0)$ , у которого  $X_j^+ = 1$ , если  $X_j$  позитивно уживается с  $X_i$ , и  $X_j^+ = 0$ , если это не так;  $X_j^- = 1$ , если  $X_j$  негативно уживается с  $X_i$ ,  $X_j^- = 0$  в противном случае;  $X_j^0 = 1$ , если  $X_j$  нейтрально уживается с  $X_i$ ,  $X_j^0 = 0$  в противном случае. В таблице 1 каждой клетке  $(i,j)$  соответствует вектор вероятностей  $(P^+(i,j), P^-(i,j), P^0(i,j))$ , при этом  $P^+(i,j) + P^-(i,j) + P^0(i,j) = 1$ .

Соответствующие индексы биологического статуса и биологической экспансии будем обозначать со знаком “~” сверху и определять по формулам, аналогичным формулам (1) – (9), но без знаменателя и с той разницей, что вместо  $v_i^+$ ,  $v_i^-$ ,  $v_i^0$  стоят соответственно суммы вероятностей  $P^+(i,j)$ ,

$P^-(i,j)$ ,  $P^0(i,j)$  по строкам, а вместо  $\mu_j^+$ ,  $\mu_j^-$ ,  $\mu_j^0$  – соответствующие суммы по столбцам. Например, пусть для некоторого о.и., взаимодействующего с пятью другими о.и.,  $P^+(1,1)=1$ ;  $P^+(1,2)=0,4$ ;  $P^-(1,2)=0,6$ ;  $P^+(1,3)=0,7$ ;

$P^0(1,3)=0,3$ ;  $P^+(1,4)=0,5$ ;  $P^-(1,4)=0,5$ ;  $P^-(1,5)=0,8$ ;  $P^0(1,5)=0,2$ ;  $P^0(1,6)=0,9$ ;  $P^+(1,6)=0,1$ .

Соответствующие показатели биологического статуса запишутся в виде:

$$\begin{aligned} \tilde{C}_1^+ &= 0,4+0,7+0,5+0,1 = 1,7; \quad \tilde{C}_1^- = 0,6+0,5+0,8 = 1,9; \quad \tilde{C}_1^0 = 0,3+0,2+0,9 = 1,4; \\ \tilde{C}_1^{+-} &= 1,7-1,9 = -0,2; \quad \tilde{C}_1^{+0} = 1,7-1,4 = 0,3; \quad \tilde{C}_1^{-0} = 1,9-1,4 = 0,5; \quad \tilde{C}_1 = 1,7+1,9 = \\ &= 3,6. \end{aligned}$$

Как нетрудно видеть, индексы  $\tilde{C}_i^+$ ,  $\tilde{C}_i^-$ ,  $\tilde{C}_i^0$  ( $\tilde{\mathfrak{C}}_i^+$ ,  $\tilde{\mathfrak{C}}_i^-$ ,  $\tilde{\mathfrak{C}}_i^0$ ) играют роль средних арифметических числа соответственно позитивной, негативной и нейтральной уживаемости с  $X_i$  ( $X_i$  с остальными).

Индекс связанности определяется в этом случае как сумма средних значений индексов биологического положительного и отрицательного статуса по всем  $i = \overline{1, N}$ . Индекс сплочённости  $\tilde{F}_g$  совпадает со средним арифметическим индексов биологического положительного статуса по всем  $i = \overline{1, N}$ , индекс уживаемости  $\tilde{F}_g$  представляет собой частное  $\tilde{F}_g / \tilde{F}_g$ .

Аналитические индексы состава определяются аналогично экономическим индексам.

При производстве сельхозпродукции главная задача заключается в выращивании продукции высокого качества с заданными свойствами. Прежде всего это связано с нормативными показателями содержания (количества) белка, жиров, углеводов, витаминов, микроэлементов – компонентов данного о.и. Количество каждого из этих показателей будем называть *объёмом данного показателя (компонента)* в о.и. В то же время каждый из этих показателей имеет вес, характеризующий степень его положительного (отрицательного) влияния на соответствующего потребителя (человека, животное, растение и т.д.). *Вес* – характеристика важности данного показателя (белка, углевода, минерального элемента и т.п.) – для разных организмов в общем случае будет разным. Вес является аналогом цены для экономических индексов, определяется на основе статистических данных. Это либо безразмерная величина, составленная на основе приоритетов, либо в качестве веса можно рассматривать полезность данного показателя для рассматриваемого о.и. *Важность* компонента будем определять как произведение его объёма на вес.

Индексы состава в сельском хозяйстве можно подразделить: 1) по охвату элементов совокупности на а) индивидуальные, б) общие; 2) по способу построения на а) количественные, качественные и б) средние.

*Индивидуальные индексы объёма*  $i_q = q_1/q_0$  характеризуют отношение объёма данного показателя в о.и. в текущем и базисном периодах. *Индивидуальные индексы веса*  $i_p = p_1/p_0$  представляют собой отношение веса единицы показателя в текущем и базисном периодах. *Индивидуальные индексы важности показателя* определяются как отношение  $i_{qp} = q_1 p_1 / q_0 p_0$ . *Общие индексы*  $I_{qp}$  дают относительную оценку изменения явления по всей разно-

## ИНДЕКСНЫЙ МЕТОД В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

составной совокупности и представляют собой отношение суммарных важностей различных показателей в текущем и базисном периодах.

Количественные индексы (для одного фактора) – отношение суммарных важностей при фиксированном значении веса, качественные индексы (для одного фактора) – отношение суммарных важностей при фиксированном объёме. Для двух факторов эти индексы совпадают с общими индексами.

Средний арифметический индекс определяется по формуле

$$I_q = \frac{\sum_{j=1}^n i_q^j q_0^j p_0^j}{\sum_{j=1}^n q_0^j p_0^j}, \quad (14)$$

где  $n$  – число компонентов в данном о.и.

В таблице 3 во втором столбце приведены данные о сбалансированном содержании азота, фосфора и калия в яблоках (значения  $q_{0н}^j$  нормативного объема в % на сухой вес по Н.Д. Спиваковскому [3]). В третьем столбце указаны соответствующие средние статистические объемы.

**Таблица 3**

Компоненты	Значение $q_{0н}^j$	Значение $q_0^j$	Вес $p_0^j$	Важность компонента $q_0^j p_0^j$	Изменение важности ком- понента $i_q^j$
Азот	0,6	0,3	0,5	0,15	+15%
Фосфор	0,15	0,21	0,4	0,08	-8%
Калий	1,2	1	0,17	0,17	без изменения

Вес  $p_0^j$  можно определить либо как результат оценки экспертов, либо как относительное отклонение объема компонента от соответствующего объема при сбалансированном содержании составляющих, т.е. в этом случае  $p_0^j = \left| q_{0н}^j - q_0^j \right| / q_{0н}^j, j = \overline{1,3}$ . Эти веса указаны в четвертом столбце. В пятом и шестом столбцах соответственно приведены важности компонентов и их изменения. Надо определить, на сколько процентов изменится важность в целом по совокупности данных компонентов.

$$\text{Вычислим } I_q = \frac{0,15 \cdot 1,15 + 0,08 \cdot 0,92 + 0,17}{0,15 + 0,08 + 0,17} = 1,042, \text{ или } 104,2 \%, \text{ т.е.}$$

важность увеличилась на 4,2 %.

Можно привести и другие примеры индексного метода в сельском хозяйстве. Таким образом, индексный метод даёт возможность сравнивать и объединять разнородные совокупности, сравнивать уживаемость сельскохозяйственных культур и т.д.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганичев А.В., Ганичева А.В. Прикладная статистика : Учебное пособие. Тверь : ТФ РГСУ, 2009.
2. Гухман В.Б. Введение в компьютерную обработку социологических данных. Тверь : ТГТУ, 2004.
3. Сергеев В.И. Справочник по садоводству. М. : Московский рабочий, 1977.

УДК 66.06:66.067

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

- © **Т.Г. Крылова**, Государственное научное учреждение “Всероссийский научно-исследовательский институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка” (ГНУ ГОСНИТИ) Россельхозакадемии  
(г. Москва, Россия)
- © **В.С. Григорьев**, Государственное научное учреждение “Всероссийский научно-исследовательский институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка” (ГНУ ГОСНИТИ) Россельхозакадемии  
(г. Москва, Россия)

### INVESTIGATING PESTICIDE DETOXICATION PROCESSES IN SUPERCRITICAL FLUID

- © **T.G. Krylova**, State Scientific Institution (SSI) All-Russia Research Institute of Repair and Maintenance of Machine-and-Tractor Fleet of Russian Agricultural Academy (Moscow, Russia)
- © **V.S. Grigoriev**, State Scientific Institution (SSI) All-Russia Research Institute of Repair and Maintenance of Machine-and-Tractor Fleet of Russian Agricultural Academy (Moscow, Russia)

На основании экспериментальных исследований процессов обезвреживания пестицидов предложен механизм реакции детоксикации карбофоса при сверхкритических параметрах воды до экологически безопасных продуктов.

**Ключевые слова:** обезвреживание, пестицид, класс производных тиофосфорной кислоты.

The mechanism of reaction of malathion detoxication in terms of supercritical water parameters was suggested on the basis of experimental study of pesticide detoxication processes. The result of detoxication is receiving environmentally friendly products.

**Key words:** detoxication, pesticide, thiophosphoric acid derivatives class.

e-mail: laboratory5@list.ru

#### 1. Выбор модельного химического вещества

В качестве модельного химического вещества для исследования процессов его разложения в сверхкритической водной среде выбран карбофос – пестицид, относящийся к классу производных тиофосфорной кислоты.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ...

Этот инсектоакарицид широкого спектра действия относится к фосфорорганическим пестицидами (ФОП) средней токсичности, среднесмертельная доза которых лежит в пределах  $LD_{50}$  500-2500 мг/кг (табл. 1).

**Таблица 1**

$LD_{50}$ , мг/кг		
Введение в желудок		Нанесение на кожу
крысы	мышь	кролики
900	650	1100

Летучесть карбофоса составляет 2,26 мг/м<sup>3</sup> при температуре 20 °С, т.е. он относится к веществам с относительно высокой летучестью (1-10 мг/м<sup>3</sup>), но обладает слабой степенью кумуляции.

Об уровне поступления некоторых ФОП в организм человека можно судить по данным таблицы 2.

**Таблица 2**

Пестицид	Частота определения, %	Ежедневное поступление в организм с продуктами, мг
ДДТ	37,3-55,6	0,015-0,041
Карбофос	1,9-11,1	0,003-0,013
Тиофос	0,6-5,0	0,0005-0,001

Уровень поступления зависит от продолжительности распада пестицидов в растениях и в организме насекомых.

Основным гигиеническим критерием для оценки безопасности пищевых продуктов является величина допустимых остаточных количеств (ДОК) пестицидов в них (табл. 3).

**Таблица 3**

ФОП	Наименование продукта	ДОК, мг/кг
Карбофос	Овощи, фрукты, другие продукты (зерно, крупа)	1,0
Хлорофос	Зелень, фрукты	0,1
Тиофос	Все пищевые продукты	не допускается

ПДК(мг/мл) в воде водоёмов составляют: карбофос – 0,05; тиофос – 0,0003, хлорофос – 0,05. Разложение карбофоса в почве происходит в основном химическим путем. Карбофос термически малостоек и при повышении температуры интенсивно разрушается с образованием в начале более токсичного тиолового изомера. В кислой и щелочной средах препарат гидролизуеться.

Образующиеся соединения малотоксичны для живых организмов. Под влиянием окислителей карбофос превращается в соответствующий Р=О

аналог (малаоксон) с большой физиологической активностью. Высокая токсичность карбофоса для вредителей обусловлена именно тем, что в организме насекомого он превращается в более токсичный малаоксон, а процессы гидролиза карбофоса протекают значительно медленнее [2, 6].

## 2. Определение остаточных количеств токсичных химических веществ в реакционной среде методом газовой хроматографии

Хроматографические методы определения следов токсичных химических веществ (ТХВ) основаны на измерении количества анализируемых веществ в отбираемых пробах реакционной смеси.

Чувствительность определения ТХВ методом газовой хроматографии составляет  $1 \cdot 10^{-11}$  -  $1 \cdot 10^{-12}$  г (при объеме инжестируемой пробы от 0,1 до 1 мкл).

Количество ТХВ в пробах определяли по калибровочным кривым, затем рассчитывали концентрацию анализируемого вещества ( $C_{\text{ТХВ}}$ ) по формуле

$$C_{\text{ТХВ}} = M_{\text{ТХВ}} / V_{\text{пр}}$$

где  $M_{\text{ТХВ}}$  – масса анализируемого вещества, г;

$V_{\text{пр}}$  – объем пробы, вводимой в хроматограф, мл.

Условия газохроматографического определения пестицидов представлены в таблице 4 (определяемый минимум составляет  $1 \cdot 10^{-12}$  г при инжестируемом объеме 0,1-1 мкл). Следует отметить, что хроматографические колонки со свежеприготовленной насадкой перед началом анализа необходимо предварительно кондиционировать не менее 2-х часов при температуре 290 °С и затем провести насыщение колонки анализируемыми пестицидами.

Таблица 4

ТХВ	Температурный режим, °С			Скорость N <sub>2</sub> мл/мин	Время удерживания
	Т кол.	Т исп.	Т дет.		
Линдан	190	190	260	60	1 мин
Карбофос	195	220	270	65	2 мин
ДДТ	210	190	260	60	6 мин
Хлорофос	190	220	260	65	50 сек

## 3. Исследование кинетики и механизма реакции уничтожения модельного вещества (карбофоса) в реакторе сверхкритического водного окисления

Условия проведения эксперимента

Объект исследования – карбофос (Aldrich, чистота 98 %).

Реагенты:

- пероксид водорода марки Б-6, массовая доля H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – 30 %, ОСТ 301-02-205-99 (окислитель);

- вода дистиллированная;

- едкий натрий, ч.д.а. (чистота 99 %).

Метод анализа – газохроматографический.

Испытания проводились на лабораторно-стендовой макетной установке автоклавного действия, схема которой представлена на рисунке 1.

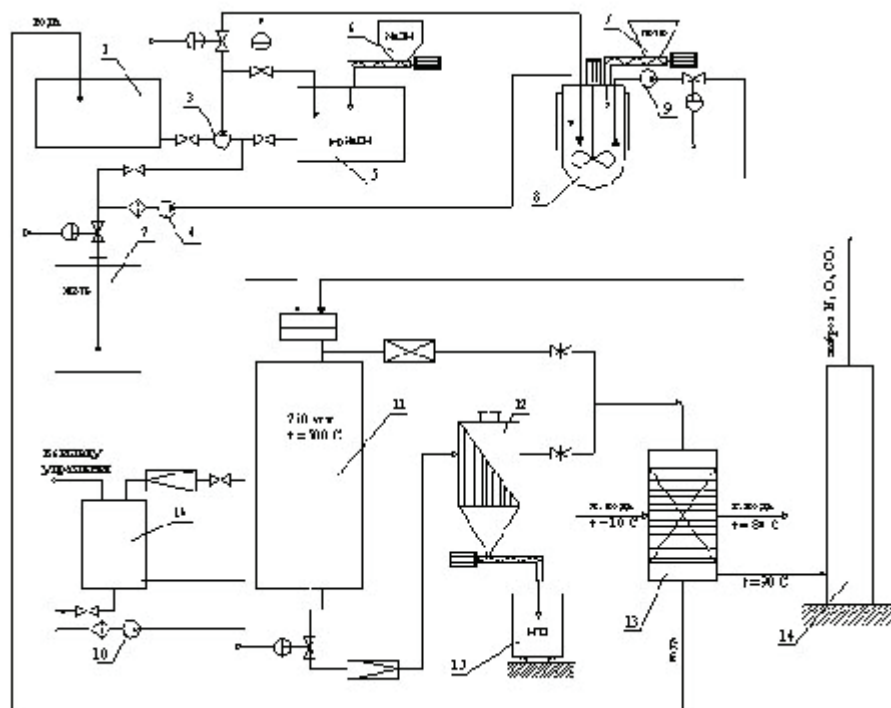


Рисунок 1 – Технологическая схема установки СКВО

В качестве окислителя использована 30 %-ая перекись водорода. Температура реакции варьировалась в диапазоне 400-600 °С. Время пребывания в реакторе СКВО измерялось от 5 до 90 секунд. Фиксированные параметры включали номинальное давление 250 атм., исходную концентрацию карбофоса – 100 мг/л, расход на входе  $H_2O_2$ : карбофос равное 3:1, для связывания водорастворимых анионов (образующихся оксидов и солей в результате разложения карбофоса) использовали NaOH.

Стационарное состояние процесса при минимальных измерениях в условиях реактора, т.е. в температуре  $\pm 2,5$  %, достигалось стабилизацией температуры на входе и выходе из реактора, использованием системы отсечных клапанов и настройкой редуктора давления 250 атм. Внешним энергетическим подогревателем с помощью автоматизированной системы управления и контроля процессом обеспечивали поддержание постоянной температуры. Отбор пробы осуществлялся клапаном отбора флюэленга, который дважды промывался перед очередным отбором пробы.

При проведении испытаний было обнаружено, что при дополнительном применении NaOH исходная концентрация карбофоса снижается на 25-30 %. Это можно объяснить образованием водонерастворимых продуктов реакции уже на этапе предварительного разогрева реагентов. С целью устранения влияния аккумуляции образующихся солей на процесс СКВО был использован дополнительный ввод концентрированной суспензии непосредственно в реактор. Расход суспензии (500 мг/л) карбофоса поддерживался на уровне 25 см<sup>3</sup>/мин, обеспечивая после смешивания в реакторе концен-

трацию 100 мг/л. Такая модификация позволяла осуществлять окисление карбофоса во время смешения и минимизировать влияние образования и отложения солей. Для гарантии от ошибок были проведены повторные испытания при тех же самых условиях отбора проб, но проведённые в другие дни. Результаты, полученные в этих экспериментах по усреднённым данным, представлены в таблице и на графиках (рис. 2 и 3).

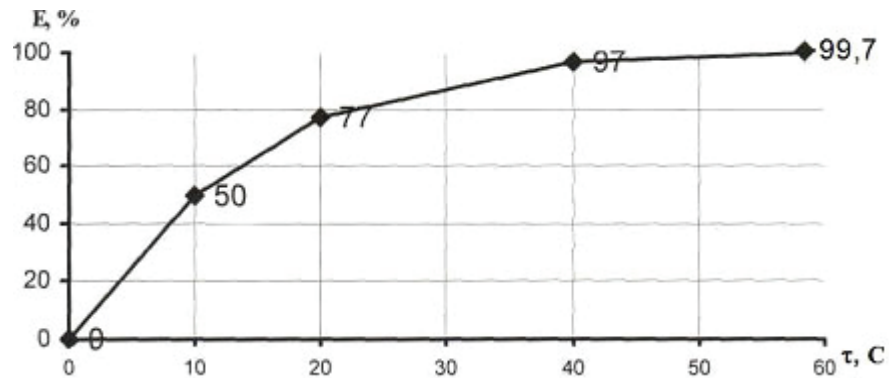


Рисунок 2 – Зависимость эффективности разложения карбофоса от времени (температура – 500 °C, давление – 250 атм)

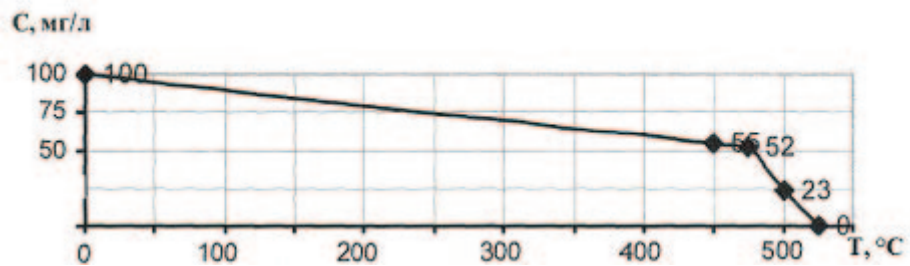
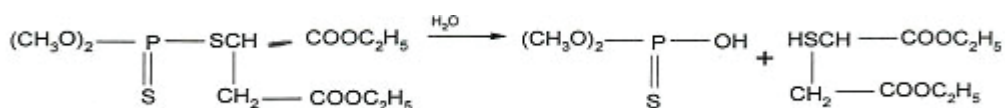


Рисунок 3 – Кинетика разложения карбофоса методом СКВО (давление – 250 атм, время – 60 секунд)

Результаты исследований показывают, что при данных начальных условиях сверхкритического водного окисления карбофоса 100%-ое его разложение достигается при фиксированном давлении 250 атм и при температуре в реакторе  $> 525$  °C за время  $20 \pm 2$  с.

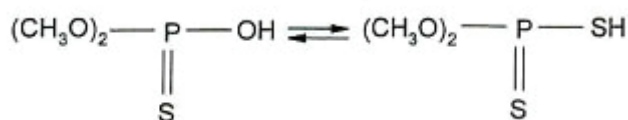
Химизм протекающих реакций, исходя из обнаруженных методом газовой хроматографии следовых количеств промежуточных продуктов в реакционных смесях в различные периоды времени пребывания в реакторе СКВО, можно представить следующим образом. Уже через 10 секунд наряду с исходным карбофосом были идентифицированы два других соединения: 0,0-диметилтиофосфорная кислота и меркаптан, что свидетельствует о прохождении реакции разложения карбофоса (0,0-диметил-8-1,2-дикарбоэтоксиэтил-дитиофосфат) путем гидролиза.



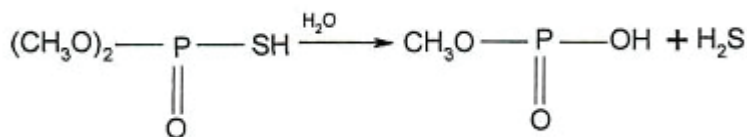


Через 20 секунд, кроме исходного карбофоса (30 %) обнаружены 0,0-диметилтиофосфорная кислота (18-24 %), 0,0-диметилфосфорная кислота (20-24 %) и небольшое количество 0-метилфосфорной кислоты (8 %).

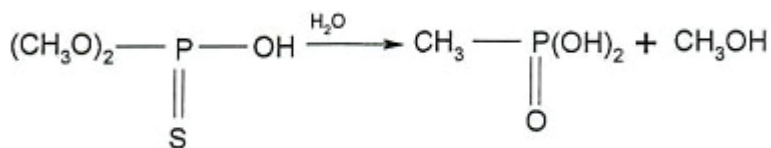
Последовательность превращений выглядит следующим образом: вначале протекает тион-тиольная изомеризация 0,0-диметилтиофосфоната:



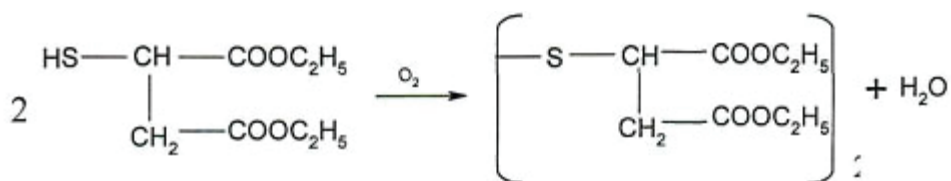
а затем гидролиз сульфгидрильной группы с образованием диметилфосфоната:



В дальнейшем идет отщепление метоксигруппы:



Следует отметить, что в этих пробах не обнаружено меркаптана, а вместо этого в следовых количествах найден его дисульфид. Это подтверждает протекание процесса окисления меркаптана:

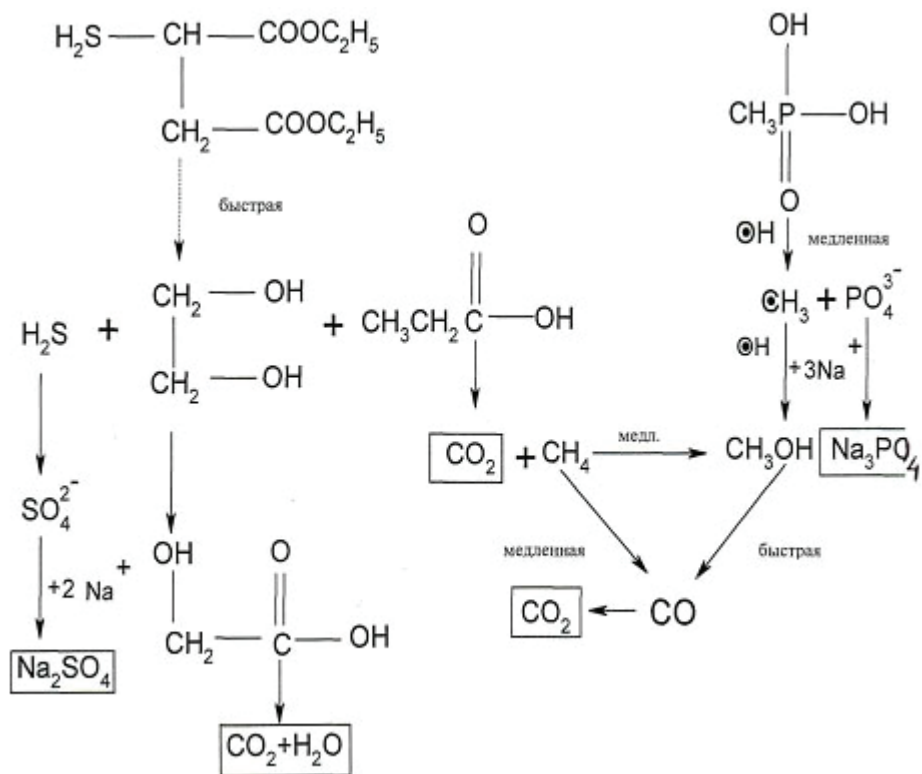


При времени пребывания 40 секунд ( $t = 500^\circ\text{C}$ ) содержание карбофоса в пробах падает до 3 %, а содержание кислых фосфатов возрастает: 0,0-диметилтиофосфата – 22-23 %, 0,0-диметилфосфата – 30-31 %, 0-метилфосфата – 26-27 % и фосфорной кислоты до 15 %.

В пробах через 60 секунд найдена лишь фосфорная кислота  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и соли  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

Таким образом, было показано, что первоначальными реакциями разложения карбофоса являются гидролитическое отщепление тиоэфирной группы, которая придаёт токсичность всей молекуле, с последующим окислением до фосфорной кислоты.

Естественно, что предложенные схемы разложения карбофоса базируются на основании идентифицированных соединений. В то же время условия и свойства сверхкритической воды, наличие быстропротекающих параллельных реакций деструкции молекул, малое время жизни переходных комплексов и радикалов, анализ образующихся неорганических окислов и солей позволяют предложить и такие пути реакции:



Конечными продуктами разложения карбофоса являются экологически безопасные  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$  и соли  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

## ВЫВОДЫ

1. Экспериментальными исследованиями кинетики разложения карбофоса (как модельного образца фосфоросодержащих пестицидов) и анализа продуктов его распада методом газовой хроматографии установлено наличие целого ряда промежуточных соединений гидролиза и окисления карбофоса.

2. Экспериментально установлено, что конечными продуктами разложения карбофоса в сверхкритической водной среде при температуре  $250\text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $500\text{ атм}$  в присутствии щелочи (едкого натра) являются соли  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , а в парогазовой фазе –  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

Предложен механизм реакции детоксикации карбофоса при сверхкритических параметрах воды до экологически безопасных продуктов.

3. На основании результатов исследований предложена схема и аппаратное оформление стадии предварительной подготовки исходных пестицидов и их смесей до подачи в реактор сверхкритического водного окисления.

Настоящая работа выполнена по заказу Федерального агентства по науке и инновациям в рамках федеральной целевой программы “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 – 2012 годы” по государственному контракту с Министерством сельского хозяйства РФ № 1891/13 от 04.12.2008 г.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заявка на патент 2010136063 от 31.08.2010 г. Способ и устройство для уничтожения пестицидов методом СКВО / Черноиванов В.И., Мазалов Ю.А., Берш А.В., Шошмин А.Г., Захаров А.А.
2. Каган Ю.С. Токсикология фосфорорганических пестицидов. М. : Медицина, 1977.
3. Мазалов Ю.А., Соловьев Р.Ю., Сороковиков А.В. Перспективы применения технологии сверхкритического водного окисления для уничтожения высокотоксичных веществ // МТС. 2004. № 5.
4. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология, применение. М. : Химия, 1987.
5. Передовые зелёные технологии – в сельское хозяйство / Мазалов Ю.А. [и др.] // МТС. 2010. № 2.
6. Справочник по пестицидам / Мельников Н.Н. [и др.] М. : Химия, 1985.
7. Экологическая безопасность и экотерроризм [и др.] // МТС. 2010. № 3.

УДК 537.84

### РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛА В МЕЖЭЛЕКТРОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

© *Е.Г. Красная, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*

### THE DISTRIBUTION OF POTENTIAL AND STRENGTH IN THE INTERELECTRODE SPACE

© *E.G. Krasnaya, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

**Ключевые слова:** электрогидродинамические устройства, моделирование, электрические поля, численный метод.

**Key words:** electro-hydrodynamical devices, modeling, electric field, numerical method.

e-mail: krasna-elena@mail.ru

В последнее время все большее внимание уделяется изучению процессов электрогидродинамических течений [1, 2, 4, 6 – 9], а в частности, численным методам [10 – 12], позволяющим моделировать процессы в межэлектродном промежутке и получать информацию, необходимую для оптимизации конструкций электрогидродинамических устройств.

В работе рассмотрены численные методы расчета потенциала электрического поля. Сравнение полученных результатов с опубликованными результатами экспериментального определения потенциала электрического поля между плоскими электродами позволяет сделать вывод об адекватности рассчитанных полей.

Известно, что прямой метод вычисления потенциала электрического поля  $\Phi(x, y, z)$  в электростатических задачах состоит в решении уравнения Лапласа

$$\Delta\Phi(x, y, z) = \frac{\partial^2\Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\Phi}{\partial z^2} = 0 \quad (1)$$

и уравнения Пуассона

$$\Delta\Phi(x, y, z) = \frac{\partial^2\Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\Phi}{\partial z^2} = -\rho(x, y, z). \quad (2)$$

Уравнения (1) и (2) относятся к классу дифференциальных уравнений в частных производных эллиптического типа. Для решения двухмерных уравнений эллиптического типа Пуассона и Лапласа в MathCAD [3, 5], предназначена функция  $relax(a, b, c, d, e, f, u, rjac)$ , реализующая метод релаксации. В этой функции  $a, b, c, d, e$  – квадратные матрицы одного и того же размера, содержащие коэффициенты дифференциального уравнения;  $f$  – квадратная матрица, содержащая значения правой части уравнения в каждой точке внутри квадрата;  $u$  – квадратная матрица, содержащая граничные значения функции на краях области, а также начальное приближение решения во внутренних точках области;  $rjac$  – параметр, управляющий сходимостью процесса релаксации или спектральный радиус итераций Якоби. Параметр Якоби управляет сходимостью алгоритма релаксации. Оптимальное значение  $R$  зависит от параметров задачи и выбирается в пределах  $0 < R < 1$ .

Фактически, эту функцию можно использовать для решения эллиптического уравнения общего вида

$$A \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2B \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + C \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + a \frac{\partial u}{\partial x} + b \frac{\partial u}{\partial y} + cu = F(x, y),$$

когда  $D = AC - B^2 > 0$ .

В этом случае дифференциальное уравнение в частных производных может быть сведено к уравнению в конечных разностях

$$a_{i,j}u_{i+1,j} + b_{i,j}u_{i-1,j} + c_{i,j}u_{i,j+1} + d_{i,j}u_{i,j-1} + e_{i,j}u_{i,j} = f_{i,j}.$$

Для уравнения Пуассона для равномерной сетки размером  $N3 := 50$  и для постоянного значения электропроводности коэффициенты  $A, B, C, D$  имеют единичные значения.

$$i3 := 0..N3 \quad j3 := 0..N3$$

$$A_{i3,j3} := 1 \quad B_{i3,j3} := 1 \quad C_{i3,j3} := 1 \quad D_{i3,j3} := 1$$

Коэффициент  $E_{i3,j3} := -(4 + \beta)$  вычисляется с учетом электроотдачи  $\beta := 0.0005$

Расположение внутренних источников, а также граничные условия задаются в виде квадратной матрицы, содержащей значения правой части уравнения в точках области, в которой ищется решение:

$$\text{Source}_{i3,j3} := \begin{cases} -10000 & \text{if } (j3 = 5) \cdot (5 < i3 < 45) \\ 10000 & \text{if } (j3 = 45) \cdot (5 < i3 < 45) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Квадратная матрица, содержащая значения функции на границе области и начальное приближение внутри области, имеет вид

$$Fiinit_{i3,j3} := 0$$

Метод релаксации сходится достаточно медленно, так как фактически он использует разностную схему с максимально возможным для двумерного случая шагом  $\tau = \frac{h^2}{4}$ .

Функция  $Z := \text{relax}(A, B, C, D, E, \text{Source}, Fiinit, 0.999)$  возвращает квадратную матрицу, в которой расположение элемента в матрице соответствует его положению внутри квадратной области.

*relax*

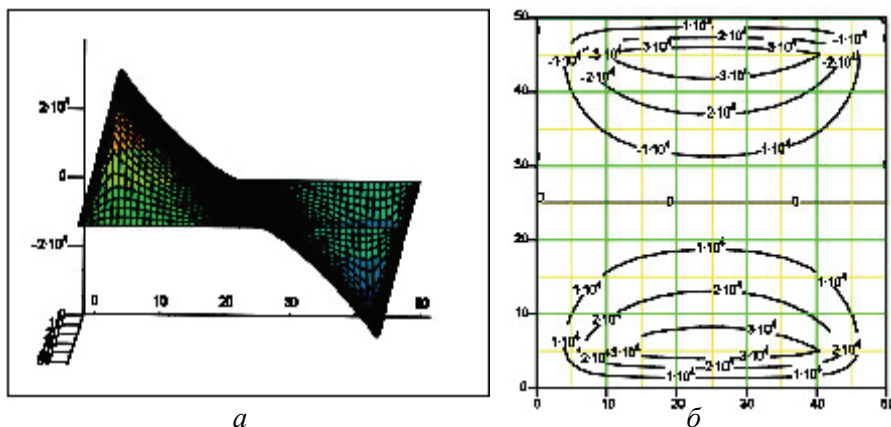


Рисунок 1 – Графики распределения потенциала. Расчёт произведён с использованием функции : а – трёхмерный график; б – линии уровня

Для расчета распределения потенциала можно использовать другой метод численного решения общего уравнения (2). Алгоритм, содержащий решение, выглядит следующим образом:

- 1) задание функции, реализующей итерационную процедуру,



$$\phi_1 := \frac{N1^2}{2} \cdot \text{iterationD}(N1, \text{max\_iter}, \omega, \mu, Bi, \phi_f)0;$$

б) построение карты эквипотенциальных уровней (рис. 2).

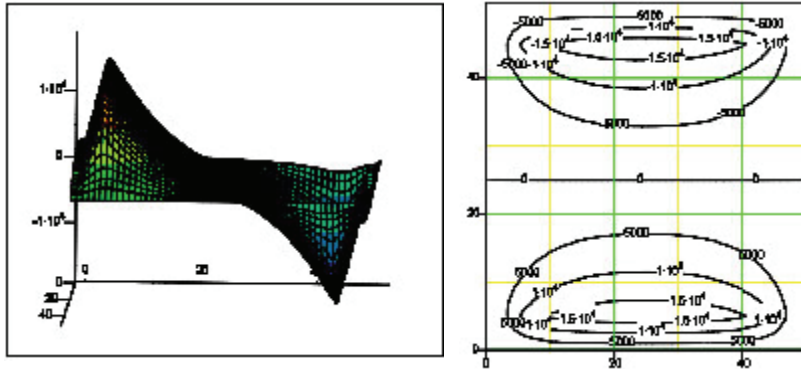


Рисунок 2 – Графики распределения потенциала. Расчёт произведён с использованием итерационной процедуры: а – трёхмерный график; б – линии уровня

Решение двумя способами даёт близкие результаты. Отличия заметны по линии, соответствующей значениям потенциала между пластинами, поскольку процедуры построены несколько различным образом.

Для функции *relax* имеется четкая линейная зависимость, отвечающая аналитическому решению данной задачи.

Для программы  $\phi$  1 линейная зависимость получается при числе итераций гораздо больше 100, и при равной величине сеток время на расчет гораздо большее.

Встроенная функция позволяет реализовать сетку с большим числом ячеек, достаточную для расчёта относительно грубых форм, для которых объём вычислений невелик, а затем экстраполировать полученные решения на более мелкую сетку и использовать эти значения в качестве начального приближения для последующих итераций.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 1813485 СССР. Горизонтальный электродегидратор / Л.А. Дритов, А.М. Раззорилов, К.В. Таранцев. Оубл. 07.05.93. Бюл. № 17.
2. Дритов Л.А., Мещеряков А.С., Таранцев К.В. Процесс электрогидродинамического диспергирования при получении топливных эмульсий // Электронная обработка материалов. 1992. № 2. С. 30 – 33.
3. Очков В.Ф. *MathCAD 8 Pro для студентов и инженеров*. М. : КомпьютерПресс, 1999. 381 с.
4. Пат. 1780822 РФ. Электрогидродинамический диспергатор / В.В. Бутков, К.В. Таранцев. Оубл. 12.03.93. Бюл. № 46.
5. Поршнев С.В. *Методика использования пакета Mathcad для изучения итерационных методов решения краевых задач для двумерных эллипти-*

ческих уравнений, *Вычислительные методы и программирование*, 2 Раздел 3 (2001) 714 // Интернет-журнал: <http://num-meth.srcc.msu.su>.

6. Таранцев К.В., Таранцева К.Р. Алгоритм расчета электрогидродинамического эмульгатора // *Химическое и нефтегазовое машиностроение*. 2001. № 11. С. 7 – 9.

7. Таранцев К.В., Таранцева К.Р. Конструкции электрогидродинамических эмульгаторов // *Химическое и нефтегазовое машиностроение*. 2002. № 8. С. 7 – 9.

8. Таранцев К.В., Таранцева К.Р. Оптимизация параметров электрогидродинамических эмульгаторов // *Химическое и нефтегазовое машиностроение*. 2002. № 10. С. 6 – 8.

9. Электрогидродинамические течения и их влияние на процесс диспергирования / Анфельбаум М.С. [и др.] // *Электронная обработка материалов*. 1995. № 1. С. 53 – 56.

10. *Electrostatic and electrokinetic contributions to the elastic moduli of a driven membrane*, D. Lacoste, G. I. Menon, M. Z. Bazant, and J. F. Joanny, *European Physical Journal E* 28, 243-264 (2009).

11. *Breaking symmetries in induced-charge electro-osmosis and electrophoresis*, T. M. Squires and M. Z. Bazant, *J. Fluid Mech.* 560, 65-101 (2006).

12. *Ultrafast high-pressure AC electro-osmotic micropumps for portable biomedical microfluidics*, C. C. Huang, M. Z. Bazant, and T. Thorsen, *Lab on a Chip* 10, 80-85 (2010).

**УДК 338.43**

**ББК 65**

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕЛИ В ЗЕРНОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

© *Н.Р. Амирова, Пензенский государственный университет  
(г. Пенза, Россия)*

## **ENVIRONMENTAL ASPECTS OF INNOVATIVE MODEL IN THE GRAIN SECTOR**

© *N.R. Amirova, Penza State University (Penza, Russia)*

Статья рассматривает необходимость формирования инновационной модели воспроизводства зернового земледелия. Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии составляют основу данной модели. Она тесно связана с ухудшением глобальной экономической ситуации, включая проблемы окружающей среды.

The article considers the necessity of forming an innovative model of grain farming reproduction. Resource-saving and environmentally friendly technologies are the basis of this new model. It is all closely linked to the worsening of global economic issues, including the environmental problems.

e-mail: [naylya-amirova@mail.ru](mailto:naylya-amirova@mail.ru)

Одной из важнейших проблем в современном мире является проблема взаимоотношений производства и природы. В хозяйственный оборот вовлекаются огромные природные ресурсы, которые в значительной степени явля-



ются невосполнимыми. Растёт разрушительное воздействие человека на природу. Высокими темпами развиваются такие отрасли, как химия, нефтехимия, энергетика. Всё это загрязняет окружающую среду, обостряя экологические проблемы. Сущность экологических проблем заключается во всё углубляющемся противоречии между производительной деятельностью человечества и стабильностью природной среды обитания. Разрушающее воздействие на природу оказывает вся хозяйственная деятельность человека. Корни этого воздействия уходят в далекое прошлое, когда закладывались основы действующей индустриальной модели общества. В то время господствующей была концепция покорения человеком природы: человек – хозяин всей планеты.

Сегодня перед обществом резко встала проблема формирования экологически чистой модели воспроизводства, хотя окончательный переход к ней нелёгок и займёт много времени. Уже сейчас в развитых странах широко применяются безотходные и малоотходные технологии, основанные на утилизации (переработке) вредных побочных продуктов. Замкнутые циклы водопотребления обеспечивают, например, существенное сокращение, а в дальнейшем полное исключение загрязнения водных ресурсов. Хорошие результаты даёт замена традиционных источников энергии такими новыми источниками, как энергия солнца, ветра, морских приливов, глубинного тепла земли и т.д.

Современный этап в развитии мирового сообщества характеризуется углублением наряду с экологической проблемой ряда других проблем энергетического, социального, политического, демографического характера. Очевидно, мировая цивилизация должна двигаться к качественно иной форме общества, которое называют ноосферным, открытым, постиндустриальным, информационным, эпохой гуманизма, обществом с устойчивым развитием. Осуществляя очередной виток в развитии научно-технического прогресса в виде биотехнологической революции и информатизации, в ряде стран уже формируется общество нового социально-экономического типа. Каковы же перспективы стран с экономикой, подобной России?

Столкновение традиционных и техногенных обществ породило процессы догоняющей модернизации, основанной на заимствовании традиционными обществами технологий и техногенной культуры. Однако идеология догоняющей модернизации для России, как считают некоторые экономисты и социологи, бесперспективна. Чтобы разрешить существующую продовольственную проблему, Россия, обладающая гигантским природно-ресурсным потенциалом, с учетом того, что продовольствие на мировом рынке становится всё более стратегическим товаром по мере роста населения Земли, прежде всего должна совершить скачок в области агротехнологий. Однако не по догоняющей схеме, копирующей пройденные варианты других стран, а по опережающей, с учётом прошлого опыта российских первопроходцев и новейших достижений научно-технического прогресса.

В современных экономических условиях резкого недостатка государственных и частных инвестиций ресурсосбережение выступает в качестве одного из важнейших направлений в структурной перестройке методов ве-

дения сельскохозяйственного производства. Ограниченность невосполнимых энергетических затрат, возрастание их доли в структуре себестоимости продукции диктуют необходимость перехода на менее трудоёмкие ресурсосберегающие технологии возделывания.

На основе многолетних исследований, накопленного производственного опыта, последних достижений в сельскохозяйственном машиностроении и разработке средств защиты растений сложились объективные условия для массового перехода на новые технологии, основанные на принципах ресурсосбережения.

Неудачи с внедрением малозатратных технологий в прошлом связаны во многом с отсутствием системного подхода к их разработке и освоению. Поэтому речь должна вестись не просто о технологиях и отдельных приёмах, а о целых технологических комплексах возделывания сельскохозяйственных культур. Главными предпосылками освоения таких технологических комплексов являются:

- возрастающие потребности рынка в удовлетворении спроса на зерновую продукцию при обеспечении максимальной окупаемости вкладываемых в производство средств интенсификации;
- новые подходы к формированию основных элементов систем земледелия, основанных на принципах природоохранного землепользования, ресурсосбережения и экологической безопасности;
- имеющиеся возможности в разработке и освоении новых машин, орудий и комбинированных агрегатов, способных обеспечить в массовом порядке переход на ресурсосберегающие способы обработки почвы, посева и ухода за посевами.

В последнее время в большинстве хозяйств техника пришла почти полностью в негодность – она устарела не только физически, но и морально. Поэтому возникла необходимость быстрого обновления парка сельскохозяйственных машин. Износ основных видов техники достигает 70 %. В 2009 г. коэффициент обновления тракторов составлял 2 %, зерноуборочных комбайнов – 4,3, что более чем в 2-3 раза ниже потребности [1]. При этом отечественное машиностроение находится фактически в упадке.

Техническое переоснащение сельскохозяйственного производства необходимо не только из-за морального старения, ненадежности и примитивности имеющейся техники, но и из-за несоответствия современным научным агротехническим требованиям. В современных условиях сельскохозяйственные предприятия начинают самостоятельно ориентироваться на рекомендации сельскохозяйственной науки, используют собственный опыт, выбирая технологии производства сельскохозяйственных культур, машины и орудия, которые отвечают требованиям по производительности и надежности, исходя из экономических возможностей хозяйств. В пределах отдельных хозяйств структура посевных площадей может значительно отличаться. Однако номенклатура базовых машин для обработки почв, посева, ухода за растениями, уборки и послеуборочной обработки основных сельскохозяйственных культур подвержена меньшим изменениям, хотя и далека от со-

вершенства, и может быть принята как основа для применения ресурсосберегающих почвозащитных технологий с дальнейшими дополнениями отдельными машинами и орудиями в зависимости от специализации, почвенно-климатических, производственных и других особенностей. Нужна национальная политика в области тракторного и сельскохозяйственного машиностроения, где должны быть прописаны поставщики тех или иных видов техники, источники финансирования заказов, система контроля за использованием средств.

Ресурсосбережение отвечает также требованиям природоохранного земледелия. Основными элементами ресурсосберегающего технологического комплекса являются:

- полевые зернопаровые и зернопаропропашные севообороты короткой ротации с оптимальным удельным весом чистых паров;
- минимальная обработка почвы в сочетании с использованием комбинированных посевных агрегатов;
- высокоэффективные способы применения удобрений с широким использованием биологических методов воспроизводства почвенного плодородия;
- экологически безопасные интегрированные методы защиты растений от вредителей, болезней и сорняков;
- наиболее приспособленные сорта, устойчивые к болезням и вредителям, с гарантированно высоким качеством зерна.

По сути, речь идет об освоении новой системы земледелия, основанной на энерго- и ресурсосбережении во всех ее элементах при сохранении высокой продуктивности пашни и почвенного плодородия.

Внедрение новых технологий, оснащение хозяйств современной техникой – это капиталоемкий процесс, для которого необходимо активное привлечение государственных ресурсов не только на региональном, но и на федеральном уровнях, а также эффективное сочетание рыночных механизмов и мер государственной поддержки. Именно государство может и должно оказать серьезное влияние на процесс сращивания аграрного производства с промышленным, что характерно для развитых стран Запада и широко ранее практиковалось в нашей стране. Это в конечном итоге полностью разрешает принципы многофункциональности сельской местности: социально-демографический (места занятости, источники дохода, поддержание процесса воспроизводства населения и его численности в пределах, обеспечивающих заселенность местности), экономический (сохранение агроландшафтов, на формирование которых ушли тысячелетия упорной работы предшествующих поколений).

Однако в настоящее время участие государства в стратегических мерах по развитию сельского хозяйства нельзя признать удовлетворительным. Так, в расходной части федерального бюджета сельскому хозяйству отведено менее 1 %, в то время как до рыночных реформ этот уровень составлял 18-20 %. Это не способствует модернизации сельского хозяйства. Вместе с тем АПК дает 8,5 % ВВП, в том числе сельское хозяйство – 4,4 % [2, с. 86].

Тем не менее, невзирая на имеющиеся проблемы, в рамках старой воспроизводственной системы сельского хозяйства идёт постепенное формирование новой – инновационной – модели, базисом которой являются ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтухов А. Риски и возможности их преодоления в сельском хозяйстве // *Экономист*. 2010. № 9. С. 28 – 36.
2. Фигуровская Н. Экономическая стратегия аграрного развития // *Экономист*. 2010. № 8. С. 82 – 86.

УДК 504.75.05

ББК 20.1

#### АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОЦЕНКИ ЭКСПОЗИЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКСИКАНТОВ В ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

- © *Н.В. Безручко, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)*
- © *Г.К. Рубцов, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)*
- © *О.А. Куликова, Пензенская государственная технологическая академия (г. Пенза, Россия)*

#### ALGORITHM OF IDENTIFICATION AND ESTIMATION OF TOXICANTS EXPOSITION IN HUMAN ECOLOGY

- © *N.V. Bezroochko, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*
- © *G.K. Rubtsov, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*
- © *O.A. Kulikova, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

Статья анализирует структуру идентификации и оценки экспозиционного воздействия токсикантов на экологию человека. Доказана методология анализа реакции организма человека на загрязнение окружающей среды. Авторы описывают технологию оценки факторов риска для здоровья в экологии человека и стадии ее практической реализации.

**Ключевые слова:** токсиканты, идентификация, оценка экспозиции, экология человека.

The article analyses the structure of identification and estimation of toxicants exposition in human ecology. Methodology of analyzing human organism reaction on pollution is proved. The authors describe the technology of estimation of risk factors for people's health in human ecology and stages of its practical realization.

**Key words:** toxicants, identification, exposition estimation, human ecology.

В настоящее время в экологии человека самостоятельным направлением выделяется оценка факторов риска для здоровья и окружающей среды [1 – 4, 11].

Общие положения методологии оценки факторов риска для здоровья человека в настоящее время в достаточной степени обоснованы и норма-

тивно подтверждены [10]. Разработаны методические приёмы и подобран инструментарий обеспечения выполнения работ по оценке здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Всё это позволяет говорить о практической применимости концепции оценки риска для выделения приоритетных проблем при управлении качеством окружающей среды и состоянием здоровья населения.

**Цель** работы – проанализировать основные составляющие алгоритма идентификации и оценки экспозиционного воздействия токсикантов в экологии человека.

Поиск ранних, предпатологических изменений в организме при идентификации неблагоприятных факторов (в том числе воздействия токсикантов) на этапе, когда только ещё создаются условия для формирования патологии, актуален для прогноза донозологических состояний [6].

Определение степени воздействия фактора риска, например, химического загрязнения воздуха, представляет собой количественную характеристику экспозиции. К прямым методам анализа экспозиции относится использование биологических маркеров – “биомаркеров”, под которыми подразумеваются результаты измерений, отражающих взаимодействие между биологической системой и факторами окружающей среды [7].

Показана значимость для оценки факторов риска изучения биомаркеров, позволяющих изучить измеренный ответ биологической системы на воздействие окружающей среды. Этот ответ может быть выражен параметрами, описывающими различные уровни функционирования биологической системы.

Считается, что одной из существенных проблем, препятствующих более широкому использованию медико-биологических показателей в оценке экологически обусловленных рисков здоровью, является традиционная схема проведения обследований состояния здоровья населения. На обследуемой территории выбирают две зоны, максимально различающиеся по уровням экспозиции, и проводят сравнение соответствующих двух выборок населения с расчетом достоверности межгрупповых различий по используемым медико-биологическим показателям. Комплексные показатели загрязнения окружающей среды, используемые при этом в качестве оценок экспозиции, играют в анализе полученных данных пассивную роль – их абсолютные величины в расчётах не используются, и выделить вклад отдельных загрязнителей окружающей среды в выявленные изменения невозможно. Иногда к двум максимально различающимся территориальным зонам добавляется еще одна-две с промежуточными уровнями экспозиции, но это обычно не меняет привычного алгоритма анализа данных. В то же время оценка риска базируется на установлении количественных регрессионных зависимостей экспозиции отдельными химическими соединениями – эффект и требует первичных данных с максимально возможным (но не меньше 3-5) количеством уровней экспозиции [8].

В структуре основных компонентов здоровья выделяют маркеры воздействия (внутренняя и биологическая доза токсических веществ и их мар-

керов) и маркеры эффекта. Показателями маркеров эффекта могут служить активность иммунитета (иммунологический метод диагностики), состояние антиоксидантной защиты и микроэлементного гомеостаза (биохимический метод диагностики), состояние красной крови, лимфограмма, белки теплового шока (гематологический, биохимический метод диагностики) [5, 9].

Проблема применения биохимических критериев в оценке факторов риска для здоровья человека на сегодняшний день остаётся актуальной. Разработка информационных критериев комплексной биохимической характеристики здоровья населения и оценки влияния на организм токсикантов окружающей среды – одна из приоритетных задач современной экологии человека.

Одним из методологических подходов к изучению биологических маркеров эффекта может служить оценка риска интоксикации у лиц, проживающих на определённой территории или работающих в конкретных производственных условиях.

Таким образом, при проведении оценки факторов риска для здоровья населения используются методические подходы к изучению биологических маркеров, являющихся проявлением реакции биологической системы на влияние окружающей среды. Биохимические исследования взаимосвязи состояния здоровья населения и качества окружающей среды базируются на определении маркеров эффекта.

Основными составляющими алгоритма идентификации и оценки экспозиционного воздействия токсикантов в экологии человека могут служить следующие:

- 1) выбор методов идентификации и оценки экспозиции токсикантов;
- 2) определение биомаркеров в случае применения прямых методов оценки экспозиции токсикантов;
- 3) анализ маркеров воздействия;
- 4) изучение биологических маркеров эффекта, например биохимических тестов интоксикации организма человека;
- 5) оценка полученных результатов с позиций экологии человека.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безручко Н.В., Келина Н.Ю., Рубцов Г.К. Концепция оценки факторов риска для здоровья человека и окружающей среды: технологии практического применения и перспективы развития // *Окружающая среда и здоровье : сборник статей VI Международной научно-практической конференции*. Пенза : ПГСХА, 2009. С. 13 – 17.

2. Безручко Н.В., Келина Н.Ю., Рубцов Г.К. Технологии оценки факторов риска для здоровья человека и их биохимическое обоснование // *Наука и технологии. Итоги диссертационных исследований. Том 2. Избранные труды российской школы*. М. : РАН, 2009. С. 171 – 181.

3. Исаков А.Ж., Боев В.М., Засорин Б.В. Оценка риска для здоровья населения факторов окружающей среды // *Гигиена и санитария*. 2009. № 1. С. 4 – 5.

4. Келина Н.Ю., Безручко Н.В., Рубцов Г.К. Составляющие модели критериев экспозиции химического загрязнения атмосферы и биохимических параметров здоровья в оценке факторов риска // Вестник Международной академии наук (русская секция). Специальный выпуск. Материалы Международной конференции “Экологические проблемы глобального мира”. М. : МГГУ им. М.А. Шолохова, 2009. С. 84 – 87.

5. Медицинские аспекты защиты здоровья населения от вредного воздействия факторов окружающей среды / Ушаков И.Б. [и др.] // Гигиена и санитария. 2005. № 6. С. 29 – 34.

6. Несмеянова Н.Н., Соседова Л.М. Доклиническая оценка резистентности организма при воздействии токсических веществ // Клиническая лабораторная диагностика. 2009. № 2. С. 16-18.

7. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Онищенко Г.Г. [и др.]; под ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. М. : НИИ ЭЧиГОС, 2002. 408 с.

8. Разработка подходов к использованию показателей оксидантного равновесия организма для оценки рисков здоровью от загрязнений атмосферного воздуха / Хрипач Л.В. [и др.] // Гигиена и санитария. 2006. № 5. С. 37 – 41.

9. Рахманин Ю.А., Мухамбетова Л.Х., Пинигин М.Х. Исследование влияния химического загрязнения окружающей среды на состояние здоровья детского населения методами неинвазивной биохимической диагностики // Гигиена и санитария. 2004. № 3. С. 6 – 9.

10. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.

11. Структура риска здоровью при воздействии комплекса химических факторов окружающей среды / Дунаев В. Н. [и др.] // Гигиена и санитария. 2008. № 6. С. 67 – 71.

УДК 504.75.05

ББК 20.1

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ФАКТОРОВ РИСКА В ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

© *Н.Ю. Келина, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*

© *С.Н. Чичкин, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*

© *Т.Ю. Мамелина, Пензенская государственная технологическая академия  
(г. Пенза, Россия)*

## MODELING COMPONENTS OF THE SYSTEM ANALYZING RISK FACTORS IN HUMAN ECOLOGY

© *N.Yu. Kelina, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

© *S.N. Chichkin, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

© *T.Yu. Mamelina, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

Статья посвящена моделированию компонентов системы анализа факторов риска в экологии человека. Показаны модели воздействия химических элементов, влияющих на окружающую среду, на здоровье человека. Авторы делают вывод о том, что эта программа приведет к снижению риска до определённого уровня.

**Ключевые слова:** анализ факторов риска, экология человека.

The article deals with modeling components of the system analyzing risk factors in human ecology. Models of environmental chemicals influence on human health are revealed. The authors come to the conclusion that this program will lead to reducing risk to some definite level.

**Key words:** analyzing risk factors, human ecology.

e-mail: nukelina@yandex.ru

Современное и перспективное направление в экологии человека – оценка факторов риска для здоровья населения [1, 5, 10, 11].

**Цель работы** – выявить методологические подходы к моделированию системы анализа факторов риска применительно к экологии человека.

Для адекватного применения классической модели оценки риска требуются следующие основные условия [2]:

1. Исследуемые факторы должны быть конкретизированы, чтобы для каждого возможно было подобрать адекватную статистическую или биокинетическую модель (например, это должны быть определённые загрязнители окружающей среды – свинец, диоксины, сернистый ангидрид и др.).

2. Сравниваемые факторы должны иметь сопоставимый уровень изученности, чтобы к ним возможно было подобрать сходные по точности модели.

3. Контингенты воздействия должны быть сопоставимы во избежание влияния существенных, но скрытых параметров и характеристик.

Решение проблем медико-экологического характера опирается на классическую триаду [7]:



- изучение на популяционном уровне закономерностей и механизмов взаимодействия окружающей среды с организмом человека (суть понятия “экология человека”);

- научное обоснование общих принципов и подходов к оздоровлению условий жизнедеятельности, защите и укреплению здоровья населения в непрерывно изменяющихся условиях окружающей среды (суть понятия “гигиена окружающей среды”);

- использование современных методов клинической диагностики в интересах изучения характера и степени нарушения здоровья населения от факторов окружающей среды с целью оценки достоверности связей в системе “окружающая среда – организм человека” и разработки методов ранней диагностики нарушений здоровья (суть понятия “медицина окружающей среды”).

Термин “медицина окружающей среды” представляет собой раздел медицины, специализирующийся на изучении заболеваний или дисфункций у человека, развивающихся вследствие воздействия факторов окружающей среды, и разрабатывающий методы диагностики, предупреждения и контроля заболеваний, связанных с окружающей средой. Вместе с тем до начала возникновения и развития патологии организм человека проходит стадию донозологических состояний, распознавание которых занимает приоритетное место в современной профилактической медицине, поскольку их диагностика является основой первичной профилактики болезней и предупреждения перехода предболезни в болезнь [4, 6].

Анализ риска из сугубо практического инструмента, первоначально разработанного для обоснования управленческих решений, трансформировался в один из важнейших элементов оценки не только неблагоприятного воздействия и гигиенического нормирования факторов окружающей среды, но и всей экологии человека как интегрирующей, междисциплинарной науки о взаимосвязях человека со средой обитания, а также формирующейся медицины окружающей среды [8, 9].

Система оценки здоровья населения предусматривает определение клинических форм его нарушения, донозологическую диагностику, особенно при проведении эколого-эпидемиологических исследований проблемных территорий, а также оценку риска для здоровья. В системе оценки состояния здоровья населения базовым уровнем служит оценка состояния регуляторных, метаболических и барьерных систем организма [3].

Гигиеническая диагностика компонентов здоровья предполагает установление донозологических состояний, являющихся основой для возникновения и развития болезней. В сферу интересов медицины окружающей среды должны быть включены методологические и методические проблемы выявления стадии предболезни в условиях воздействия абиотических факторов окружающей среды [6].

В предыдущих наших работах было показано, что изучение проблем экологии человека и оценки факторов риска для здоровья населения и окружающей среды на основе информационных технологий и моделирования весьма перспективно, в том числе при анализе воздействия токсикантов

как химических факторов риска. Вместе с тем необходимо в большей степени адаптировать методологию анализа факторов риска в экологии человека к потребностям практики.

Так, проблема оценки воздействия химического загрязнения окружающей среды как фактора риска для здоровья человека может быть рассмотрена как с теоретических, так и с практических позиций. Теоретические аспекты этой проблемы сводятся к концептуальным представлениям оценки факторов риска для здоровья населения: выделению методологических подходов к изучению информативных параметров реакции организма человека на воздействие окружающей среды, теоретическое обоснование наблюдаемых эффектов, в том числе биологических маркеров. В практическом плане эта проблема одним из ведущих аспектов имеет особенности применения алгоритма и методик оценки факторов риска для населения в различных экологических условиях региона, применительно к решению конкретных задач экологии человека [5].

Таким образом, составляющие оценки факторов риска в экологии человека могут быть реализованы как модель, в которой оценочные критерии риска для здоровья населения могут выступать в качестве её базовых величин.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безручко Н.В., Келина Н.Ю., Рубцов Г.К. Концепция оценки факторов риска для здоровья человека и окружающей среды: технологии практического применения и перспективы развития // *Окружающая среда и здоровье : сборник статей VI Международной научно-практической конференции*. Пенза : ПГСХА, 2009. С. 13 – 17.
2. Белоног А.А. Методика количественной оценки степени значимости гигиенических проблем государственного уровня // *Гигиена и санитария*. 2004. № 3. С. 8 – 9.
3. Медицинские аспекты защиты здоровья населения от вредного воздействия факторов окружающей среды / Ушаков И.Б [и др.] // *Гигиена и санитария*. 2005. № 6. С. 29 – 34.
4. Орлов В.А. Донозологический контроль соматического здоровья населения : Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М. 2008. 48 с.
5. Оценка воздействия химического загрязнения окружающей среды как фактора риска для здоровья человека (аналитический обзор) / Келина Н.Ю. [и др.] // *Вестник Томского государственного педагогического университета*, 2010. № 3. С. 156 – 161.
6. Проблема гигиенической диагностики здоровья в медицине окружающей среды / Захарченко М.П. [и др.] // *Гигиена и санитария*. 2005. № 6. С. 67 – 70.
7. Рахманин Ю.А., Мухамбетова Л.Х., Пинигин М.Х. Исследование влияния химического загрязнения окружающей среды на состояние здоровья детского населения методами неинвазивной биохимической диагностики // *Гигиена и санитария*. 2004. № 3. С. 6 – 9.
8. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Румянцев Г.И. Пути совершенствования методологии оценки риска здоровью от воздействия факторов окружающей среды // *Гигиена и санитария*. 2006. № 2. С. 3 – 6.

9. Ревич Б.А. Об особенностях эколого-эпидемиологического изучения специфических экологически обусловленных изменений состояния здоровья человека // Гигиена и санитария. 2001. № 5. С. 49 – 53.

10. Gurvich V.B. Individual and environmental risk factors influencing pregnancy course, delivery outcomes, newborn status and health of during the first year of life in three industrial townships of the middle Urals, Russia / B.A. Katsnelson, S.V. Kuzmin, L.I. Privalova, J.J.K. Jaakkola, O.L. Malykh, A.V. Porovitsina, T.A. Oboskalova, V.B. Gurvich // *European Epimarker: The Newsletter of the International Center for Studies and Research in Biomedicine, Luxemburg*. 2006. Vol. 10, №. 3. P. 8.

11. Stepanova N. Handbook of Industrial and Hazardous Wastes Treatment / S. Selivanovskaya, N. Stepanova, V.Z. Latypova, Yung-Tse Hung / Second Edition, 2004. Eds.: Lawrence K Wang, Yung-Tse Hung, Howard H. Lo, Constantine Yapijakis Marcel Dekker, Inc., New York, ISBN: 0-8247-4114-5, 2004. 74 p.

УДК 541.18

## МИГРАЦИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ЛЕГКОПРОНИЦАЕМЫХ МАТЕРИАЛАХ

© **О.В. Воробьева**, Институт глобального климата и экологии  
Росгидромета (г. Москва, Россия)

### OIL PRODUCTS TRAVEL IN EASILY PERMEABLE MATERIALS

© **O.V. Vorob'yova**, Institute of Global Climate and Ecology of Federal Service  
for Hydrometeorology and Ecology Monitoring (Moscow, Russia)

Моделирование капиллярного поглощения грунтами экотоксикантов – нефтепродуктов позволяет определять величину ущерба окружающей среде при авариях с опасными жидкими грузами. Получены алгебраические уравнения, позволяющие проводить расчёты объёма поглощённого нефтепродукта, форму и размеры загрязнённой области, что актуально для организации эффективной очистки грунта от нефтепродуктов.

**Ключевые слова:** нефтепродукт, миграция, ущерб окружающей среде, очистка грунта.

Modeling soils capillary absorption of ecotoxicants - oil products - is aimed at assessing environmental damage after a harmful liquid goods mishap. The author introduces algebraic equations for calculating the volume of oil product absorbed and for determining the shape and size of polluted area. They are important for organizing effective soil disinfection.

**Key words:** oil product, travel, environmental damage, soil disinfection.

e-mail: vorobyevaov79@mail.ru

Актуальность моделирования капиллярного поглощения грунтами опасных жидкостей обусловлена, с одной стороны, практическими приложениями – определением объёма загрязнённого грунта при аварийном разливе и ущерба окружающей природной среды при авариях с жидкими опасными грузами, с другой – правильной организацией очистки грунтов от нефти и нефтепродуктов.

Капиллярное поглощение пористыми средами однокомпонентных и многокомпонентных жидкостей представляет собой сложный физико-хи-

мический процесс. Одновременно с капиллярным поглощением в объеме и на поверхности пор грунта протекает взаимная диффузия паров влаги и молекул экотоксичной жидкости, наблюдается растекание экотоксичной жидкости по поверхности грунтовых вод. Отмечаются адсорбционные явления, неизотермическое растворение и диффузия молекул экотоксичной жидкости в грунтовые воды, может происходить защемление воздуха в поровом пространстве грунта в виде газовых пузырей, а также вытеснение из порового пространства грунта одной несмешивающейся жидкости другой.

Процесс капиллярного поглощения относится к динамическим задачам физико-химической гидродинамики 1, то есть к таким задачам, в которых искомые переменные зависят не только от времени, но и от объёмных координат рассматриваемой точки.

В связи с поставленной проблемой для изотермических условий будет разработана динамика поглощения нефтепродуктов грунтами:

1) при поглощении экотоксичной жидкости из ограниченного по массе источника опасного груза (ёмкость или цистерна) в отсутствие грунтовых вод и с водоупором;

2) для однородных изотропных хорошо проницаемых грунтов (неуплотнённые пески и щебень) и неоднородных (с прослоями, проницаемость которых в десять и более раз превышает проницаемость основного объёма грунта). К легко проницаемым грунтам относятся рыхлые пески с проницаемостью выше  $5 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2$ .

К примеру, имеется пористая среда и в эту среду под действием капиллярных сил и избыточного давления поступает поток экотоксичной жидкости. Движение жидкостей в легко проницаемых грунтах из-за малости капиллярного давления происходит в основном под действием силы тяжести. Подробно теория фильтрации жидкости (воды) и её приложения в гидроэнергетике и мелиорации – задачи движения подземных вод под действием гравитации – рассмотрены в фундаментальной монографии [2].

**Приближенные решения.** Решения в виде рядов по степеням (Калинин, Полубаринова-Кочина [2]) следует рассматривать как приближенные, так как удаётся вычислить лишь три-четыре первых члена ряда. Можно искать решение в виде рядов по степеням некоторого параметра. Ю.П. Виноградов [2] этим методом рассмотрел движение в вертикальной плоскости в случаях круга и полосы со скважинами. Н.Н. Кочиной [2] дан пример применения этого метода к задаче о пространственных периодических буграх.

**Движение по вертикали** относится к числу простейших движений в случае несжимаемой жидкости при полном насыщении пор грунта. Считая, что отлична от нуля лишь вертикальная составляющая скорости  $u(z, \tau)$ , зависящая только от вертикальной координаты, из уравнения Буссинеска найдем, что  $u_z$  является функцией только времени.

Если над поверхностью земли поддерживается слой воды высотой  $H(\tau)$ , причем почва обладает высотой капиллярного поднятия  $h_k$ , то для глубины промачивания грунта (ось  $z$  направлена по вертикали вниз) имеет место уравнение [2]:

$$\beta \frac{dz}{d\tau} = \frac{\rho g K}{\eta} \cdot \frac{H(\tau) + z + h_*}{z}, \quad (1)$$

где  $\beta$  – пористость грунта, отношение свободного объема к объему твердого скелета грунта, безразмерная величина;  $\tau$  – время, прошедшее с момента контакта жидкости с пористой средой;  $\rho$  – плотность жидкости;  $g$  – ускорение свободного падения;  $K$  – проницаемость грунта, м<sup>2</sup>;  $\eta$  – сдвиговая вязкость жидкости, Па·с.

Для  $H(\tau) = \text{const}$  простым интегрированием находится решение данной задачи. Ряд других случаев – налива на единицу площади определённого количества воды, постепенного наполнения площадки ( $H(\tau) = a\tau$ ) – рассмотрен в [2]. Там же приводится случай двухслойного грунта с постоянными значениями коэффициента фильтрации в каждом слое.

Для вытекания воды из канала в грунт – крайнего случая рассматриваемых в монографии [3] движений – получено решение одномерного уравнения Буссинеска:

$$\frac{\partial h}{\partial \tau} = \frac{\rho g K}{2\beta\eta} \cdot \frac{\partial^2 h^2}{\partial x^2}, \quad (2)$$

где  $h$  – высота слоя жидкости в канале, функция времени и координаты  $x$ , в виде ряда по степеням автомодельной переменной

$$\begin{aligned} v = \frac{h(x, \tau)}{H_2} &= -\xi_{\phi} (\xi - \xi_{\phi}) - \frac{1}{4} (\xi - \xi_{\phi})^2 - \frac{1}{72\xi_{\phi}} (\xi - \xi_{\phi})^3 - \\ &- \frac{1}{576\xi_{\phi}^2} (\xi - \xi_{\phi})^4 - \frac{11}{86400} (\xi - \xi_{\phi})^5 - \frac{1}{115200} (\xi - \xi_{\phi})^6 - \dots \end{aligned} \quad (3)$$

$$\xi = \frac{x\sqrt{\beta\eta}}{\sqrt{2\rho g K H_2 \tau}}, \xi_{\phi} = 1,143, x_{\phi} = 1,62 \sqrt{\frac{\rho g K H_2 \tau}{\beta\eta}},$$

где  $H_2$  – уровень жидкости, поддерживаемый в канале,  $\xi_{\phi}$  – значение автомодельной переменной на фронте растекания жидкости,  $x_{\phi}$  – координата фронта растекания.

Уравнение (3) описывает растекание жидкости по обе стороны канала с поддерживаемым уровнем  $H_2$ . На границе растекания возникает разрыв плотности второго рода.

В случае осевой симметрии для уравнения Буссинеска

$$\frac{\partial h}{\partial \tau} = \frac{\rho g K}{\beta\eta r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r h \frac{\partial h}{\partial r} \right) \quad (4)$$

имеются автомодельные решения, полученные Баренблаттом [3].

Отметим два простых решения для мгновенного источника массы жидкости, полученные Баренблаттом [3]:

для уравнения (2)

$$h(x, \tau) = \frac{\beta\eta}{6\rho g K \tau} (x_{\tau}^2 - x^2), \quad x_{\tau} = \left( \frac{9\rho g K \Omega \tau}{2\beta\eta} \right)^{1/3}, \quad (5)$$

где  $\Omega = V_0 / L_0$ ,  $V_0$  – объём разлившейся жидкости,  $L_0$  – длина канала.

для уравнения (4)

$$h(r, \tau) = \frac{\beta}{8\rho g K \tau} (r_{\tau}^2 - r^2), \quad r_{\tau} = \left( \frac{16\rho g K V_0 \tau}{\pi\beta} \right)^{1/4}. \quad (6)$$

Уравнения (5), (6) описывают растекание жидкости по непроницаемому водоупору бугра грунтовых вод – плоского или осесимметричного, когда мгновенно выливаются в грунт объём воды  $\Omega$  (на единицу длины пласта) в плоском случае или объём  $V_0$  в осесимметричном.

Вышеприведённые решения задач подземной гидродинамики будут служить основой для построения решений поглощения экотоксичных жидкостей легко проницаемыми грунтами – земляным полотном.

Проникновение экотоксичной жидкости вглубь легко проницаемого грунта под действием силы гравитации рассматривается при следующих условиях:

- пропитываемая экотоксичная жидкость не испаряется;
- твёрдая фаза не растворяется и не набухает при контакте с экотоксичной жидкостью;
- влажность грунта близка к нулю или постоянна по глубине грунта;
- давление воздуха не зависит от глубины  $Z$  и равно атмосферному;
- температура грунта падает по глубине, но в соответствии с оценками, приведёнными в [1], тепловым эффектом можно пренебречь.

Расчёт проникновения нефти или нефтепродукта проводится для двух видов поверхности контакта жидкости и грунта:

- точечный контакт в виде круга диаметром 0,5-1,0 м (истечение жидкости из отверстия в цистерне или ёмкости);
- площадь контакта – прямоугольник (истечение жидкости из отверстия движущейся цистерны).

1. Изменение объёма экотоксичной жидкости, поглощаемой грунтом во времени, для точечного источника находим из уравнения (1) при  $H(\tau) = 0$  и  $h_k = 0$ :

$$V(\tau) = \frac{\pi\beta\hat{S}r_0^2 K\rho g}{\eta} \tau, \quad (7)$$

где  $r_0$  – радиус области втекания экотоксичной жидкости в грунт,  $\hat{S}$  – доля порового пространства грунта, занятого заземлённым воздухом. Для легко проницаемых грунтов  $\hat{S} = 0,5$  [2].

Вид области грунта, занятого жидкостью, представляет собой цилиндр радиусом  $r_0$  и высотой  $h(\tau) = \rho g K \tau / \eta$ .

Изменение объёма загрязнённого грунта во времени для точечного источника экотоксичной жидкости можно определить из уравнения

$$V_r(\tau) = \frac{V(\tau)}{\beta} = \frac{\pi r_0^2 K \hat{S} \rho g}{\eta} \tau. \quad (8)$$

Время полного поглощения из точечного источника экотоксичной жидкости грунтом определяется из уравнения (8) при  $V_r(\tau) = V_0$ :

$$\tau_{II} \cong \frac{\eta V_0}{\pi \beta r_0^2 K \hat{S} \rho g}. \quad (9)$$

После того как жидкость в источнике закончилась, поглощённая экотоксичная жидкость в виде цилиндра продолжает двигаться вниз, пока не достигнет водоупора или уровня грунтовых вод. Далее процесс растекания цилиндрического жидкого бугра описывается уравнением (6).

Растекание идет до тех пор, пока гидростатическое давление не станет равным капиллярному  $\rho g h = Pk$ . Минимальная координата, до которой опустится жидкий цилиндр, составит

$$Z_{\min} = \Delta Z_1 - \frac{\sigma_{жг} b_1 \cos \theta_0}{\rho g \sqrt{\frac{2K}{\beta}}} = \Delta Z_1 - \frac{4\sigma_{жг}}{\rho g \sqrt{\frac{2K}{\beta}}}. \quad (10)$$

Форма экотоксичной жидкости на конечной стадии растекания будет

близка к шаровому сегменту высотой  $4\sigma_{жг} / \rho g \sqrt{\frac{2K}{\beta}}$  и объёмом  $V_0$ . Если

по каким-либо причинам форма жидкой области отличается от сферической поверхности, появятся капиллярные силы, приложенные к периметру жидкости, благодаря действию которых форма области приблизится к сферической. Действие капиллярных сил на конечной стадии растекания жидких бугров в теории фильтрации воды [2] не учитывается.

Полный объём загрязнённого грунта рассчитывается по формуле

$$V_r = \pi r_0^2 Z_{\min} + V_0. \quad (11)$$

Учитывая значительную скорость поглощения экотоксичной жидкости легко проницаемым грунтом, можно не рассчитывать кинетику поглощения, а определить полный объём загрязнённого грунта по формуле (11) и его геометрию: высоту сегмента и его диаметр.

Для маловязких жидкостей, таких как ацетон и бензин, с помощью уравнений (7) – (11) можно только грубо оценивать времена поглощения из-за быстрого испарения этих жидкостей.

Дальнейшее распространение загрязнения в грунте происходит за счёт диффузии в газовой фазе порового пространства грунта. Учитывая низкую скорость диффузионной миграции молекул экотоксичной жидкости в грунтах, процесс диффузионного распространения в настоящей работе не рассматривается.

2. При движении цистерны или ёмкости с опасным грузом со скоростью  $V_{II}$  и истечении экотоксичной жидкости из отверстия площадью  $s = \pi r_0^2$  на земляное полотно со скоростью  $V_{II}$  образуется полоса длиной  $V_{II} \tau$ , шириной  $2r_0$  и высотой  $\pi r_0 V_{II} \tau / 2V_{II}$ . Изменение объёма загрязнённого грунта для прямоугольного источника находят по формуле

$$V_r(\tau) = \frac{2r_0 V_{II} \tau K \rho g}{\eta} \tau. \quad (12)$$

Изменение объёма экотоксичной жидкости, поглощаемой грунтом во времени, площадью находим из уравнения (12) при  $H(\tau) = 0$  и  $h_k = 0$ :

$$V(\tau) = \frac{2r_0 V_{II} \tau K \beta \hat{S} \rho g}{\eta} \tau, \quad (13)$$

где  $r_0$  – радиус области втекания экотоксичной жидкости в грунт,  $\hat{S}$  – доля порового пространства грунта, занятого заземлённым воздухом.

Вид области грунта, занятого жидкостью, представляет собой полуцилиндр радиусом  $r_0$  и высотой  $h(\tau) = \rho g K \tau / \eta$ .

Время полного поглощения из точечного источника экотоксичной жидкости грунтом определяется из уравнения (13) при  $V_r(\tau) = V_0$ :

$$\tau_{II} \cong \frac{\eta V_0}{2\beta r_0 V_{II} \tau K \hat{S} \rho g}. \quad (14)$$

После того как жидкость в источнике закончилась, поглощённая экотоксичная жидкость в виде параллелепипеда продолжает двигаться вниз, пока не достигнет водоупора или уровня грунтовых вод. Далее процесс растекания жидкого бугра в виде параллелепипеда описывается уравнением (5).

Растекание идет до тех пор, пока гидростатическое давление не станет равным капиллярному  $\rho g h = P_k$ . Минимальная координата, до которой опустится жидкий цилиндр, определяется из уравнения (10).

Форма области, занятой экотоксичной жидкостью, на конечной стадии растекания будет близка к полуцилиндру высотой  $V_{II} \tau$ , радиусом

$4\sigma_{жг} / \rho g \sqrt{\frac{2K}{\beta}}$  и объёмом  $V_0$ ,  $\sigma_{жг}$  – поверхностное натяжение экотоксичной жидкости, дж/м<sup>2</sup> или н/м.

Полный объём загрязнённого грунта рассчитывается по формуле



$$V_T = 2r_0 V_{II} \tau_{II} Z_{\min} + V_0. \quad (15)$$

Для маловязких жидкостей, таких как ацетон и бензин, с помощью уравнений (12) – (15) можно только грубо оценивать время поглощения из-за быстрого испарения этих жидкостей.

Дальнейшее распространение загрязнения в грунте происходит за счёт диффузии в газовой фазе порового пространства грунта.

При наличии в земляном полотне геотекстиля между слоем щебня и песчаной подушкой появляется непроницаемый слой для экотоксичной жидкости. В этом случае вытекающий опасный груз, проникая через слой щебня, с большой скоростью растекается во все стороны, попадает в лотки и далее в поверхностный водоём.

### ВЫВОДЫ

1. Из решений трёхмерных задач миграции экотоксиканта – нефтепродукта в щебёночных и песчаных материалах земляного полотна следует, что движущей силой процесса являются не капиллярные, а гравитационные силы. Граница загрязнения достигает слоя геотекстиля или поверхности грунтовых вод, далее распространяется только горизонтально.

2. Моделирование проникновения нефти или нефтепродукта в верхнее строение пути показал, что при истечении жидкости из отверстия в стоящей цистерне фигура загрязнённой области – цилиндр, с увеличивающимся во времени радиусом и высотой; при истечении жидкости из отверстия в движущейся цистерне фигура загрязнённой области – криволинейный параллелепипед с увеличивающимися во времени сторонами.

3. Получены алгебраические уравнения, позволяющие проводить расчеты объёма поглощенного нефтепродукта, форму и размеры загрязнённой области в объёме земляного полотна и показывающие изменения этих характеристик во времени.

4. Разработана динамическая модель, которая позволяет определять величину ущерба окружающей среде при авариях с опасными жидкими грузами более точно, чем по существующей методике [1], а по форме и размерам загрязнённой области верхнего строения пути организовать эффективную очистку земляного полотна от нефтепродуктов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бельков В.М. *Новые методы исследования и математическое моделирование капиллярной протитки пористых сред* : Дисс... докт. физ.-мат. наук, 1993. 449 с.
2. *Развитие исследований по теории фильтрации в СССР (1917 – 1967)*. М. : Наука, 1969. 545 с.

УДК 631.4: 631.42

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА РЕПЕРНЫХ УЧАСТКАХ

© Н.А. Комарова, ФГУ ЦАС "Владимирский" (г. Владимир, Россия)

© В.И. Комаров, ФГУ ЦАС "Владимирский" (г. Владимир, Россия)

© Т.А. Беликова, ФГУ ЦАС "Владимирский" (г. Владимир, Россия)

## AGRO-ECOLOGICAL MONITORING OF REFERENCE GROUNDS

© N.A. Komarova, Vladimir State University (Vladimir, Russia)

© V.I. Komarov, Vladimir State University (Vladimir, Russia)

© T.A. Belikova, Federal State Institution (FSI) Center of Agrochemical Service (CAS) "Vladimirsky" (Vladimir, Russia)

На основании многолетних данных мониторинга показано, что определяющими факторами, влияющими на поступление токсикантов в растения, являются тип и гранулометрический состав почвы и физиологические особенности растений.

**Ключевые слова:** серые лесные почвы, пойменные почвы, дерново-подзолистые почвы, тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды.

Based on the analysis of long-term monitoring the authors proved that the most important factors influencing the absorption of toxicants by plants are soil type, its grain-size distribution and physiological characteristics of plants.

**Key words:** grey forest soils, alluvial derno-podzolic soil, heavy metals, radionuclids, pesticide.

e-mail: a99@vtsnet.ru

В связи с ростом техногенного загрязнения природных сред различного рода токсикантами, в том числе тяжелыми металлами (ТМ), радионуклидами, возникает необходимость в изучении их поведения в почвенно-растительном покрове региона. Информация по этим вопросам поможет прогнозировать накопление токсикантов в продуктах растительного и животного происхождения, нормировать их поступление в трофические цепи миграции и разработать мероприятия по ограничению этого поступления с целью производства экологически чистого продовольствия.

С 1994 года на реперных участках производится отбор проб почвы, растительной продукции, воды и снега, определяется уровень гамма-фона. Проведенный нами анализ в рамках агроэкологического мониторинга на территории области показал в основном стабильную безопасную экологическую обстановку. Содержание определяемых тяжелых металлов (никель, свинец, кадмий, медь, цинк, кобальт, марганец) находится в пределах 1 группы значительно ниже ПДК по этим элементам (табл. 1).

**Таблица 1**
**Содержание валовых форм ТМ в почвах реперных участков  
(среднее за 10 лет)**

Почвы	Содержание ТМ, мг / кг						
	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Co	Mn
Серые лесные и пойменные	10,5	36,9	0,41	9,7	17,3	8,4	526
Дерново-подзол. суглинистые	4,9	25,1	0,26	7,1	8,8	5,8	430
Дерново-подзол. супесчаные	3,1	16,1	0,19	4,5	5,0	3,2	248

Оценка опасности загрязнения почв ( $Z_c$ ) находится в пределах 0 – 4,77, т.е. относится к 1 категории степени загрязнения (16 баллов), максимальная величина выявлена для пойменных почв тяжелого механического состава, коэффициент загрязнения ( $K_z$ ) равен нулю.

При загрязнении почв ТМ из атмосферы происходит увеличение их концентрации в пахотном горизонте почв, и возможна дальнейшая их миграция в нижележащие слои. В связи с этим ежегодно определялось содержание ТМ по горизонтам в метровом слое почв. Анализ содержания ТМ в почвенном профиле по слоям 20 см показал, что количество в подпахотном горизонте несколько ниже, чем в пахотном, затем на глубине 40-60 см несколько повышается или остаётся примерно на том же уровне, что и в подпахотном. Ни в одном из слоёв почв не обнаружено превышения токсических концентраций элементов, т.е. миграция металлов невелика. При этом различия фоновых уровней обусловлены в основном типом почв: максимум – в пойменно-луговых и серых лесных, минимум – в дерново-подзолистых супесчаных и песчаных.

Проводимая оценка почв по системе почвенно-экологического индекса (ПЭИ), служащего показателем уровня плодородия почв, выявила устойчивую тенденцию к снижению: агрохимический показатель (А) за шесть лет снизился с 1,31 до 1,25, величина ПЭИ – с 57,8 до 54,0 %, что можно объяснить резким падением объемов внесения органических, известковых и минеральных удобрений. За годы исследований были определены в среднем показатели плодородия и загрязнения для всех типов почв (табл. 2).

**Таблица 2**
**Показатели плодородия и загрязнения почв (среднее за 10 лет)**

Почвы	А	ПЭИ	$Z_c$	$K_z$
Серые лесные и пойменные	1,19	61,3	1,14	0
Дерново-подзолистые суглинистые	1,33	61,3	1,28	0
Дерново-подзолистые супесчаные	1,30	48,6	1,22	0

Корреляционный анализ результатов по содержанию тяжелых металлов в растениях и величине рН почвенной среды показал, что содержание ТМ тесно связано с реакцией почвы, однако эта связь имеет нелинейный характер. Теснота связи различна в разных интервалах кислотности: наибольшая в слабокислом и нейтральном интервалах (0,49 – 0,65).

Степень возможного загрязнения аэрозольными частицами определялась по анализу снега (табл. 3) и дождевой воды на реперных участках. Кислотность анализируемых сред колебалась в пределах 5,8 – 7,2. По результатам анализа проб снега рассчитано суммарное количество тяжелых металлов, выпадающих за сезон. Выявлено, что на каждый гектар реперного участка выпадает (в среднем по области): хлоридов – 1,017 кг, сульфатов – 1,232 кг, никеля – 25 г, свинца – 8 г, железа – 12 г, кадмия – 2 г, меди – 4 г, цинка – 42 г, кобальта – 4 г, марганца – 8 г. Наибольшее количество сульфатов в снежном покрове Суздальского района. Вероятно, сказалось влияние Владимирской ТЭЦ при господствующих ветрах юго-западного направления в зимний период.

Отмечается значительное выпадение ТМ (никеля, кадмия, свинца, меди, цинка) в южной части Гусь-Хрустального района. Так, максимальное выпадение со снегом кадмия составляет 4 г/га.

**Таблица 3**

**Аккумуляция загрязняющих веществ в снежном покрове реперных участков, кг/га**

Показатели	Годы						
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
рН	5,3	6,5	6,5	6,9	6,2	6,2	6,5
Сульфаты	1,23	1,44	2,6	1,84	1,23	1,20	2,68
Нитраты	0	1,17	2,7	2,05	1,6	2,53	2,05
Хлориды	1,02	1,6	1,0	1,14	2,41	3,0800	1,7400
Свинец	0,008	0,0019	0,0015	0,0014	0,0017	0,0020	0,0074
Цинк	0,042	0,019	0,0187	0,028	0,0143	0,0217	0,0179
Никель	0,025	0,004	0,0207	0,0038	0,0090	0,0078	0,008
Железо	0,050	0,060	0,119	0,044	0,102	0,1470	0,1010
Медь	0,004	0,006	0,0031	0,0016	0,0020	0,0033	0,0018
Марганец	0,008	0,003	0,0096	0,005	0,0050	0,0066	0,0077
Кобальт	0,004	0,0009	0,0023	0,0012	0,0013	0,0025	0,0021
Кадмий	0,002	0,0004	0,0004	0,0002	0,0002	0,0007	0,0005

С дождевыми осадками в почву поступает: Cu – 0,006, Zn – 0,019, Pb – 0,0054, Cd – 0,0002 мг/л, а содержание таких элементов, как Hg, As, F, Sr не обнаружено.

Важной задачей в рамках мониторинга содержания накопления тяжелых металлов является определение степени накопления изучаемых элементов в различных видах растениеводческой продукции. Контроль показывает, что наибольшей способностью к накоплению тяжелых металлов характеризуются овощные культуры, особенно кормовая свекла, а также многолетние и однолетние бобовые травы. Высокой устойчивостью к загрязнению обладают картофель, яблоки, зерновые культуры.

Сельскохозяйственные растения, выращенные на более плодородных серых лесных почвах, содержат большее количество тяжелых металлов, чем те же виды растений на дерново-подзолистых почвах, однако коэффициен-

ты биологического поглощения ниже на плодородных почвах тяжёлого гранулометрического состава. Морфологические исследования показывают, что основное количество тяжелых металлов накапливается в вегетативных частях растений, в генеративных органах содержание их значительно ниже.

Т.о., определяющими факторами, влияющими на поступление ТМ в растения, являются тип и гранулометрический состав почв и физиологические особенности растений. При содержании ТМ в корнеобитаемом слое в количествах, не превышающих ПДК, растения накапливают ТМ согласно видовому составу, и за все годы исследований не было обнаружено загрязнения продукции тяжелыми металлами (табл. 4).

**Таблица 4**

**Содержание ТМ в сельскохозяйственных культурах (1993 – 2009 гг.)**

Культуры	Cu	Zn	Pb	Cr	Cd	Ni
	Содержание, мг/кг					
Озимая рожь (зерно)	3,2	24,1	0,18	0,34	0,07	0,6
Озимая пшеница (зерно)	3,8	32,0	0,32	0,40	0,08	0,6
Яровая пшеница (зерно)	3,3	24,0	0,24	0,31	0,07	0,6
Ячмень (зерно)	4,2	28,2	0,24	0,41	0,06	0,6
Овес (зерно)	2,9	28,7	0,32	0,33	0,07	0,8
Однолет. травы (з/м)	1,1	8,4	0,25	0,20	0,05	0,5
Многолет. травы (з/м)	1,4	6,8	0,27	0,20	0,06	0,5
Карт офель	0,7	3,6	0,12	0,17	0,02	0,2
Кукуруза (з/м)	0,7	6,0	0,12	0,15	0,02	0,2
Подсолнечник (з/м)	1,6	6,0	0,24	0,19	0,05	0,4
Яблоки	0,5	2,3	0,06	0,06	0,02	0,1

На основании многолетних данных мониторинга были рассчитаны для каждой культуры коэффициент биологического поглощения тяжёлых металлов (КБП): наиболее высокие его значения у однолетних трав, наименьшие – у яблок. Коэффициенты перехода тяжёлых металлов из почвы в растения более высокие на легких по механическому составу почвах.

По радиологическим показателям мощность дозы гамма-излучения не превышает естественных природных значений и составляет 3,5-12 мкР/час, что характеризуется как безопасный уровень. Почвы тяжелого механического состава имеют радиоактивных элементов больше, чем почвы легкого гранулометрического состава. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пахотном слое почвы составило в среднем 6,54 Бк/кг,  $^{90}\text{Sr}$  – 2,34 Бк/кг. Почвы Владимирской области по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  относятся к 1 группе. Средний коэффициент накопления  $^{137}\text{Cs}$  для зерновых культур составил: в зерне 0,41, соломе – 0,51, многолетних травах – 0,38,  $^{90}\text{Sr}$  соответственно в зерне – 0,74, соломе – 0,51, многолетних травах – 3,01.

Многолетнее использование пестицидов, особенно стойких хлорорганических, приводит к загрязнению окружающей среды. Для определения их остаточных количеств были отобраны пробы почв по почвенному профилю. Проведённые исследования по определению содержания метаболи-

тов – ДДТ (ДДД, ДДЭ), симазина, гексахлорана – показали, что значимых остаточных количеств пестицидов не обнаружено или их содержание во много раз меньше предельно допустимых концентраций.

В пробах воды, отобранных в зоне реперных участков, определяли следующие показатели: кислотность воды, содержание хлоридов, сульфатов, нитратов, аммиачного азота, фосфора, калия, цинка, никеля, кобальта, меди, свинца, марганца, железа, кадмия.

Выявлено, что содержание аммиачного азота в водах на реперных участках, расположенных около животноводческих комплексов, превышает ПДК в 1,5-2 раза. Уровень содержания всех определяемых тяжёлых металлов находился в пределах норм хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

---

## **ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПРОИЗАСТАЮЩЕЙ НА СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

© **Е.К. Еськов**, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, зав. кафедрой экологии и охотоведения

**М.Д. Еськова**, кандидат биологических наук, доцент, зав. аналитической лабораторией экологического мониторинга

**Н.П. Короткова**, аспирант Российский государственный аграрный заочный университет (РГАЗУ, г. Балашиха, Россия)

e-mail: ekeskov@yandex.ru

### **ВОПРОСЫ ИЗВЕСТКОВАНИЯ КИСЛЫХ ПОЧВ**

© **И.А. Шильников**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Н.И. Аканов**, доктор биологических наук, профессор

**Н.А. Зеленов**, кандидат сельскохозяйственных наук ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (г. Москва)

e-mail: info@vniia-pr.ru

### **О КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА КОЛЬСКОМ СЕВЕРЕ**

© **В.И. Костюк**, доктор биологических наук, Полярно-альпийский ботанический сад-институт Кольского НЦ РАН

**Е.Е. Кислых**, доктор биологических наук, Кольский филиал Петрозаводского государственного университета

### **СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЁБ В ПОЙМЕННОМ ЭКОТОНЕ**

© **Е.А. Малышева**, аспирант

**Ю.А. Мазей**, доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии и экологии Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)

e-mail: yurimazei@mail.ru

### **ДИНАМИКА ФОСФАТНОГО РЕЖИМА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА**

© **О.Д. Шафронов**, доктор сельскохозяйственных наук, ФГУ ЦАС "Нижегородский"

**В.Н. Темников**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Московского государственного агроинженерного университета им. В.П. Горячкина г. Москва, Россия

e-mail: 123kirill@bk.ru

---

**СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЕБ В ПОЧВАХ  
НА СКЛОНЕ ПИКА ЧЕРСКОГО  
(ХРЕБЕТ ХАМАР-ДАБАН, ПРИБАЙКАЛЬЕ)**

© **О.В. Марфина**, аспирант  
**В.А. Чернышов**, кандидат биологических наук, лаборант,  
**Ю.А. Мазей**, доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии и экологии Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)  
e-mail: yurimazei@mail.ru

**ЗАВИСИМОСТЬ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ТЕЛА ДИКИХ УТОК  
ОТ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В МЕСТАХ  
ОБИТАНИЯ**

© **Е.К. Еськов**, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, зав. кафедрой экологии и охотоведения  
**В.М. Кирьякулов**, кандидат биологических наук, доцент Российского государственного аграрного заочного университета (г. Балашиха, Россия)  
e-mail: ekeskov@yandex.ru

**МОНИТОРИНГ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ И СЕРЫХ ЛЕСНЫХ  
ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ  
(НА ПРИМЕРЕ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ)**

© **В.И. Комаров**, кандидат сельскохозяйственных наук, директор  
**Н.А. Комарова**, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии ВлГУ, зав. отделом  
**А.В. Гришина**, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом ФГУ ЦАС "Владимирский" (г. Владимир)  
e-mail: komarova\_nadezhd@inbox.ru

**ВНУТРИПАРЦЕЛЛЯРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАКОВИННЫХ  
АМЕБ В СОСНОВЫХ И ДУБОВЫХ ЛЕСАХ**

© **Ю.В. Блинохватова**, аспирант  
**Е.А. Ембулаева**, кандидат биологических наук, научный сотрудник  
**Ю.А. Мазей**, доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии и экологии Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского (г. Пенза, Россия)  
e-mail: yurimazei@mail.ru

**ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НАКОПЛЕНИЕ В ПЛОДАХ ИРГИ  
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

© **Е.А. Лаксаева**, аспирант Российского государственного аграрного заочного университета (г. Балашиха, Россия)  
e-mail: ekeskov@yandex.ru



---

**СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАГНИТНОЙ  
ВОСПРИИМЧИВОСТИ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН  
ГОРОХА ОВОЩНОГО (PISUM SATIVUM L.)**

© **Ю.А. Родионов**, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и охотоведения Российского государственного аграрного заочного университета (г. Балашиха, Россия)

e-mail: [ekeskov@yandex.ru](mailto:ekeskov@yandex.ru)

**ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И МАТРИКАЛЬНОЙ  
РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТИ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ  
СЕМЯН**

© **С.В. Зиновьев**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель

**А.А. Блинохватов**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (г. Пенза, ПГТА)

e-mail: [zinoviev.ser@yandex.ru](mailto:zinoviev.ser@yandex.ru)

**ДИНАМИКА КИСЛОТНОСТИ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ  
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА**

© **С.В. Кизинёк**, кандидат сельскохозяйственных наук, директор ФГУП РПЗ "Красноармейский" им. А.И. Майстренко

e-mail: [rgpzkr@mail.kuban.ru](mailto:rgpzkr@mail.kuban.ru)

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ  
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

© **С.В. Зиновьев**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель (г. Пенза, ПГТА)

e-mail: [zinoviev.ser@yandex.ru](mailto:zinoviev.ser@yandex.ru)

**МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЁМНЫХ  
ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ**

© **С.В. Кизинёк**, кандидат сельскохозяйственных наук, директор ФГУП РПЗ "Красноармейский" им. Майстренко Россельхозакадемии

e-mail: [rgpzkr@mail.kuban.ru](mailto:rgpzkr@mail.kuban.ru)

**ИЗУЧЕНИЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ГОРОДСКИХ  
ЭКОСИСТЕМ**

© **Е.Г. Куликова**, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии ФГОУ ВПО "Пензенская ГСХА" (г. Пенза, Россия)

e-mail: [kuleg@mail.ru](mailto:kuleg@mail.ru)

---

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

© **Е.А. Полянскова**, аспирант, преподаватель

**Е.А. Парфенова**, аспирант, преподаватель

**С.Ю. Шаркова**, доктор биологических наук, доцент кафедры "Биотехнологии и техносферная безопасность" Пензенской государственной технологической академии (г. Пенза, Россия)

e-mail: s\_sharkova@mail.ru

## АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ОАО "ПЕНЗДИЗЕЛЬМАШ" С РАЗРАБОТКОЙ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

© **О.Г. Курочкина**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры "Биотехнологии и техносферная безопасность" ГОУ ВПО Пензенская государственная технологическая академия (Россия, г. Пенза)

e-mail: kog@pgta.ru

## ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

© **О.А. Куликова**, старший преподаватель кафедры биологии, биохимии и экологии Пензенской государственной технологической академии

**Т.Ю. Мамелина**, старший преподаватель кафедры биологии, биохимии и экологии Пензенской государственной технологической академии (г. Пенза, Россия)

e-mail: kulichochik@rambler.ru

секция 2

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В СОВРЕМЕННЫХ УЛОВИЯХ

© **Н.А. Комарова**, кандидат биологических наук, зав. отделом

**В.И. Комаров**, кандидат сельскохозяйственных наук, директор ФГУ ЦАС "Владимирский" (г. Владимир, Россия)

e-mail: komarova\_nadezhd@inbox.ru

## ВЫБОР МЕТОДА УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА И УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД НА ПЕНЗЕНСКОЙ ТЭЦ-2

© **Ю.А. Фаюстова**, соискатель уч.ст. к.т.н., инженер технолог ТЭЦ-2 Пензенского филиала ОАО "ТГК-6" (г. Пенза, Россия)

e-mail: ylechkaf@mail.ru

---

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК МИКРОУДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ**

© **Л.С. Федотова**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. лабораторией биохимии картофеля

**А.В. Кравченко**, аспирант лаборатории

**Н.А. Тимошина**, кандидат сельскохозяйственных наук, ст. н. сотрудник. лаборатории

**Тучин С.С., Гаврилов А.Н.** - аспиранты лаборатории ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха (г. Москва)

e-mail.: ldfedotova@gmail.com

## **ПРИМЕНЕНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР И БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

© **Н.В. Корягина**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и экологии ФГОУ ВПО "Пензенская ГСХА" (г. Пенза, Россия)

e-mail.: liza.tania@mail.ru

## **РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА И БИОПРЕПАРАТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ**

© **О. Миронова**, студентка агрономического факультета

**Н.В. Корягина**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и экологии, ФГОУ ВПО "Пензенская ГСХА" (г. Пенза, Россия)

e-mail.: liza.tania@mail.ru

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ СТОЛОВОЙ МОРКОВИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ**

© **Н.Г. Садовников**, аспирант

**Ю.В. Корягин**, кандидат сельскохозяйственных наук

**В.А. Иванова**, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии ФГОУ ВПО "Пензенская ГСХА" (г. Пенза, Россия)

e-mail.: liza.tania@mail.ru

## **ВЛИЯНИЕ "АКВАМИКСА" НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ АМАРАНТА МЕТЕЛЬЧАТОГО**

© **В.А. Иванова**, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии

**К.В. Лягул**, студентка Пензенской государственной сельскохозяйственной академии (г. Пенза, Россия)

e-mail.: liza.tania@mail.ru

---

## **ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ**

© **Д.Н. Стихарева**, аспирант

**В.А. Иванова**, кандидат биологических наук

**Ю.В. Корягин**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и экологии Пензенской сельскохозяйственной академии (г. Пенза, Россия)

e-mail: liza.tania@mail.ru

**ПРИМЕНЕНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ**

© **А.В. Золоторева, Ю.Н. Дмитриева**, студенты агрономического факультета

**Ю.В. Корягин**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и экологии ФГОУ ВПО "Пензенская ГСХА" (г. Пенза, Россия)

e-mail: liza.tania@mail.ru

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

© **О.И. Двойникова**, аспирантка Пензенской ГСХА, ООО "Биофабрика" (г. Пенза, Россия)

e-mail: N\_Akanova@mail.ru

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ПЕСТИЦИДОВ ПРИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИИ ЗЕРНА ЖИДКИМИ ИНСЕКТИЦИДАМИ**

© **Ю.Е. Ключков**, соискатель ученой степени канд. технических. наук, ВНИИ механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства, инженер ЗАО "ФМРус" (г. Москва)

E-mail: barsevich@mail.ru

## **ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ГИС-ТЕХНОЛОГИЯХ**

© **В.А. Макаров**, доктор технических наук, зам. директора ВНИИ механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства

e-mail: gnu@vnims.ryazan.ru

**В.Н. Темников**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Московского государственного агроинженерного университета им. В.П. Горячкина

**К.В. Темников**, аспирант Московского государственного агроинженерного университета им. В.П. Горячкина

e-mail: 123kirill@bk.ru

---

## **ТЕХНОЛОГИИ БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВЫРАЖЕННОСТИ**

### **ИНТОКСИКАЦИИ ОРГАНИЗМА В ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА**

© **Н.Ю. Келина**, доктор биологических наук,  
заведующий кафедрой "Биология, биохимия и экология" Пензенской  
государственной технологической академии,

Н.В. Безручко, доктор биологических наук, профессор кафедры "Био-  
логия, биохимия и экология" Пензенской государственной технологической  
академии, 2011 (г. Пенза, Россия)

E-mail.: nukelina@yandex.ru

Секция 3

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

© **С.Ю. Ефремова**, доктор биологических наук, доцент

**Т.А. Шарков**, соискатель кафедра "Биотехнологии и техносферная бе-  
зопасность" Пензенской государственной технологической академии (г. Пен-  
за, Россия)

e-mail: s\_sharkova@mail.ru

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА**

© **А.А. Горячева**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Е.А. Полянскова**, аспирант, преподаватель кафедры "Биотехнологии  
и техносферная безопасность" Пензенской государственной технологичес-  
кой академии (г. Пенза, Россия)

e-mail: ecolog81@rambler.ru

### **МЕХАНИЗМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА**

© **А.В. Коростелева**, ассистент кафедры "Биотехнологии и технос-  
ферная безопасность" Пензенской государственной технологической акаде-  
мии (г. Пенза, Россия)

e-mail: anna-korostelyova@yandex.ru

---

## ЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗАДАЧ

© **А.В. Ганичева**, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующая кафедрой "Математика" Тверской государственной сельскохозяйственной академии

**С.А. Фирсов**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор ФГУ ГЦАС "Тверской"  
e-mail: alexej.ganichev@yandex.ru

## ИНДЕКСНЫЙ МЕТОД В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

© **А.В. Ганичева**, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующая кафедрой "Математика"

**А.С. Карпунина**, кандидат сельскохозяйственных наук, Тверская государственная сельскохозяйственная академия

**С.А. Фирсов**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор ФГУ ГЦАС "Тверской"  
e-mail: alexej.ganichev@yandex.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

© **Т.Г. Крылова**, аспирант

**В.С. Григорьев**, ведущий научный сотрудник, доктор технических наук, кандидат химических наук, профессор

Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка (ГНУ ГОСНИТИ) Россельхозакадемии.

e-mail: laboratory5@list.ru

## РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛА В МЕЖЭЛЕКТРОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ЭЛЕКТРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

© **Е.Г. Красная**, ассистент кафедры "Биотехнологии и техноферная безопасность" Пензенской государственной технологической академии (г. Пенза, Россия)

e-mail: krasna-elena@mail.ru

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕЛИ В ЗЕРНОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ

© **Н.Р. Амирова**, кандидат экономических наук, доцент кафедры "Экономическая теория и мировая экономика" Пензенского государственного университета (г. Пенза, Россия)

e-mail: naylya-amirova@mail.ru

---

## АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОЦЕНКИ ЭКСПОЗИЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКСИКАНТОВ В ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

© **Н.В. Безручко**, доктор биологических наук, профессор кафедры "Биология, биохимия и экология" Пензенской государственной технологической академии

**Г.К. Рубцов**, старший преподаватель кафедры "Биология, биохимия и экология" Пензенской государственной технологической академии

**О.А. Куликова**, старший преподаватель кафедры "Биология, биохимия и экология" Пензенской государственной технологической академии (г. Пенза, Россия)

e-mail: Bnv1976@rambler.ru

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ФАКТОРОВ РИСКА В ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

© **Н.Ю. Келина**, доктор биологических наук, заведующая кафедрой "Биология, биохимия и экология" Пензенской государственной технологической академии

**С.Н. Чичкин**, доцент кафедры "Биология, биохимия и экология" Пензенской государственной технологической академии

**Т.Ю. Мамелина**, старший преподаватель кафедры "Биология, биохимия и экология" Пензенской государственной технологической академии (г. Пенза, Россия)

E-mail.: nukelina@yandex.ru

## МИГРАЦИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ЛЕГКО ПРОНИЦАЕМЫХ МАТЕРИАЛАХ

© **О. В. Воробьева**, соискатель

Институт глобального климата и экологии Росгидромета (г. Москва)

Email: vorobyevaov79@mail.ru

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА РЕПЕРНЫХ УЧАСТКАХ

© **Н.А. Комарова**, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии ВлГУ, зав. отделом

**В.И. Комаров**, кандидат сельскохозяйственных наук, директор

**Т.А. Беликова**, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГУ ЦАС "Владимирский" (г. Владимир, Пенза)

e-mail: a99@vtsnet.ru

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**XXI век: итоги прошлого  
и проблемы настоящего** *плюс*



Редактор Л.Ю. Горюнова

Компьютерная верстка Д.Б. Фатеева, Е.В. Рязановой

Сдано в производство 25.08.11. Формат 70x108 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Бумага типогр. № 1. Печать трафаретная. Шрифт Times New Roman Суг.  
Усл. печ. л. 19, 6. Уч.-изд. л. 15,45. Заказ № 2043. Тираж 118.

---

Пензенская государственная технологическая академия.  
440605, Россия, г. Пенза, пр. Байдукова/ ул. Гагарина, 1<sup>а</sup>/11.