

# Вестник

Курской государственной  
сельскохозяйственной  
академии

Теоретический  
и научно-практический журнал

Основан в 2008 г.

№ 7 · 2019

Периодичность издания – 9 номеров в год

**Учредитель:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова» (ФГБОУ ВО Курская ГСХА)

ISSN 1997-0749

DOI 10.18551/issn 1997-0749.2019-07

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-36682 от 30 июня 2009 г.

Индекс журнала по каталогу «Газеты. Журналы» АО Агентство «Роспечать» - 82460.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Полные тексты статей доступны на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>.

Плата с аспирантов за публикацию не взимается.

Подписано в печать 25.10.19.

Дата выхода журнала в свет 31.10.19.

Тираж 500 экз. Свободная цена.

Отпечатано в типографии издательства ФГБОУ ВО Курская ГСХА.

Адрес редакции, издателя, типографии: 305021, г. Курск, ул. К. Маркса, 70.  
Тел. (4712) 50-05-92;  
8 (952) 493-60-00.

E-mail: [vestnik-kgsha-2018@yandex.ru](mailto:vestnik-kgsha-2018@yandex.ru).

Официальный сайт: [journal-kgsha.ru](http://journal-kgsha.ru)

Дизайн и компьютерная верстка  
Перельгиной Е.П.

© ФГБОУ ВО Курская ГСХА, 2019

Журнал «Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии», в соответствии с распоряжением Минобрнауки России от 28 декабря 2018 г. № 90-р на основании рекомендаций Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки России (далее – ВАК), с учетом заключений профильных экспертных советов ВАК, входит в список изданий, которые считаются включенными в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, по научным специальностям и соответствующим им отраслям науки:

## Агрономия

06.01.01 - Общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки);

06.01.02 - Мелиорация, рекультивация и охрана земель (сельскохозяйственные науки);

06.01.04 - Агрохимия (сельскохозяйственные науки);

06.01.05 - Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки);

06.01.07 - Защита растений (сельскохозяйственные науки)

## Ветеринария и Зоотехния

06.02.01 - Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных (ветеринарные науки);

06.02.02 - Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология (ветеринарные науки);

06.02.04 - Ветеринарная хирургия (ветеринарные науки);

06.02.07 - Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных (сельскохозяйственные науки);

06.02.08 - Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов (сельскохозяйственные науки);

06.02.10 - Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)

## Экономика

08.00.05 - Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки)\*

\*1. Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами.

1.1 Промышленность

1.2 АПК и сельское хозяйство

1.3 Строительство

1.4 Транспорт

1.5 Связь и информатизация

1.6 Сфера услуг

2. Управление инновациями.

3. Региональная экономика.

4. Логистика.

5. Экономика труда.

6. Экономика народонаселения и демография.

7. Экономика природопользования.

8. Экономика предпринимательства.

9. Маркетинг.

10. Менеджмент.

11. Ценообразование.

12. Экономическая безопасность.

13. Стандартизация и управление качеством продукции.

14. Землеустройство.

15. Рекреация и туризм.

## Главный редактор

**Солошенко В.М.**, д.с.-х.н., проф., главный редактор издательства, профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Курская ГСХА (г. Курск)

## Члены редакционной коллегии

**Алтухов А.И.**, акад. РАН, д.экон.н., проф., заведующий отделом ФГБНУ «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства» (г. Москва)

**Бобро М.А.**, д.с.-х.н., проф., чл.-корр. Национальной академии аграрных наук Украины, профессор кафедры растениеводства Харьковского национального аграрного университета им. В.В. Докучаева (Украина, г. Харьков)

**Герасимчук В.А.**, д.вет.н., проф., заведующий кафедрой болезней мелких животных и птиц учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» (Республика Беларусь, г. Витебск)

**Дубовик Д.В.**, д.с.-х.н., проф. РАН, и.о. директора ФГБНУ «Курский научно-исследовательский институт агропромышленного производства» (г. Курск)

**Евглевский Ал.А.**, д.вет.н., проф., заведующий лабораторией «Ветеринарная медицина» ФГБНУ «Курский научно-исследовательский институт агропромышленного производства» (г. Курск)

**Елисеев А.Н.**, д.вет.н., проф., профессор кафедры хирургии и анатомии ФГБОУ ВО Курская ГСХА (г. Курск)

**Енгашев С.В.**, д.вет.н., проф., чл.-корр. РАН, генеральный директор ООО «Научно-внедренческий центр Агроветзащита» (г. Москва)

**Заворотин Е.Ф.**, чл.-корр. РАН, д.экон. н., проф., директор ФГБНУ «Поволжский НИИ экономики и организации агропромышленного комплекса» (г. Саратов)

**Закшевский В.Г.**, акад. РАН, д.экон.н., проф., директор ФГБНУ «НИИ экономики и организации АПК Центрально-Черноземного района РФ» (г. Воронеж)

**Засорина Э.В.**, д.с.-х.н., проф., профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Курская ГСХА (г. Курск)

**Зволинский В.П.**, акад. РАН, д.с.-х.н., научный руководитель ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия» (Астраханская обл.)

**Ильин А.Е.**, д.экон.н., проф., заведующий кафедрой экономических и финансовых дисциплин ФГБОУ ВО Курская ГСХА (г. Курск)

**Кибкало Л.И.**, д.с.-х.н., проф., профессор кафедры частной зоотехнии ФГБОУ ВО Курская ГСХА (г. Курск)

**Концевая С.Ю.**, д.вет.н., проф., профессор кафедры незаразной патологии, руководитель Центра инновационной ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ (г. Белгород)

**Коцарева Н.В.**, д.с.-х.н., проф., профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ (г. Белгород)

**Кульчикова Ж.Т.**, д.экон.н., профессор кафедры «Учета и социальных наук» Костанайского инженерно-экономического университета (Республика Казахстан, г. Костанай)

**Масютенко Н.П.**, д.с.-х.н., проф., зам. директора ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр – Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии» (г. Курск)

**Наумов М.М.**, д.вет.н., профессор кафедры физиологии и химии ФГБОУ ВО Курская ГСХА (г. Курск)

**Пигорев И.Я.**, д.с.-х.н., проф., заведующий кафедрой растениеводства, селекции и семеноводства, проректор по научной работе и инновациям ФГБОУ ВО Курская ГСХА (г. Курск)

**Походня Г.С.**, д.с.-х.н., проф., профессор кафедры общей и частной зоотехнии ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ (г. Белгород)

**Привало О.Е.**, д.с.-х.н., проф., профессор кафедры общей зоотехнии ФГБОУ ВО Курская ГСХА (г. Курск)

**Рядчиков В.Г.**, акад. РАН, д.биол.н., проф., заведующий кафедрой физиологии и кормления сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ (г. Краснодар)

**Святова О.В.**, д.экон.н., доц., профессор кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита ФГБОУ ВО «Курский государственный университет» (г. Курск)

**Семыкин В.А.**, д.с.-х.н., проф., ректор ФГБОУ ВО Курская ГСХА (г. Курск)

**Сироткина Н.В.**, д.экон.н., проф., профессор кафедры экономики и управления организациями Воронежского государственного университета (г. Воронеж)

**Солошенко Р.В.**, д.экон.н., доц., профессор кафедры экономических и финансовых дисциплин ФГБОУ ВО Курская ГСХА (г. Курск)

**Сорокопудов В.Н.**, д.с.-х.н., проф., ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства» (г. Москва)

**Турусов В.И.**, акад. РАН, д.с.-х.н., директор ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева» (Воронежская обл.)

**Фомин О.С.**, д.экон.н., доц., профессор кафедры экономических и финансовых дисциплин ФГБОУ ВО Курская ГСХА (г. Курск)

**Шабунин С.В.**, акад. РАН, д.вет.н., профессор, директор ГНУ Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии (г. Воронеж)

**Швецов Н.Н.**, д.с.-х.н., проф., профессор кафедры общей и частной зоотехнии ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ (г. Белгород)

### **Editor-in-Chief**

**Soloshenko V.M.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Editor-in-Chief of the Publishing House, Professor, Department of Plant Growing, Breeding and Seed Production Kursk State Agricultural Academy (Kursk)

### **Members of the Editorial Board**

**Altukhov A.I.**, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of Department, Federal Research Center for Agrarian Economics and Social Development of Rural Territories – All-Russian Research Institute of Agricultural Economics (Moscow)

**Bobro M.A.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Professor of the Department of plant growing, Kharkiv National Agricultural University named after V.V. Dokuchaev (Ukraine, Kharkiv)

**Gerasimchuk V.A.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Small Animals and Bird Diseases of the Educational Establishment "Vitebsk Order of the Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine "(Republic of Belarus, Vitebsk)

**Dubovik D.V.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences (RAS), acting Director, Kursk Research Institute of Agro-industrial Production (Kursk)

**Evglevsky A.I.A.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Laboratory «Veterinary Medicine», Kursk Research Institute of Agro-industrial Production (Kursk)

**Eliseev A.N.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Professor of the Department of Surgery and Anatomy, Kursk State Agricultural Academy (Kursk)

**Engashev S.V.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, General Director of LLC "Research and development center Agrovetzaschita» (Moscow)

**Zavorotin E.F.**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (RAS), Doctor of Economic Sciences, Professor, Director, Povolzhsky Research Institute of Economics and Organization of the Agro-Industrial Complex (Saratov)

**Zakchevsky V.G.**, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Doctor of Economic Sciences, Professor, Director, Research Institute of Economics and Organization of the Agroindustrial Complex of the Central Black Earth Region of the Russian Federation (Voronezh)

**Zasorina E.V.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor Department of Plant Growing, Breeding and Seed Production, Kursk State Agricultural Academy (Kursk)

**Zvolinsky V.P.**, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Doctor of Agricultural Sciences, Scientific Director, Caspian scientific research institute of arid agriculture (Astrakhan region)

**Ilyin A.E.**, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of Department of Economic and Financial Disciplines, Kursk State Agricultural Academy (Kursk)

**Kibkalo L.L.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Private Zootechny, Kursk State Agricultural Academy (Kursk)

**Kontsevaya S.Yu.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Professor of the Department of Non-communicable Pathology, Head of the Center for Innovative Veterinary Medicine, Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin (Belgorod)

**Kotsareva N.V.**, Doctor of Agricultural Sciences, professor, professor of the department of plant breeding, selection and vegetable growing FGBOU VO Belgorod State University (Belgorod)

**Kulchikova Zh.T.**, Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Accounting and Social Sciences, Kostanay Engineering and Economic University (Republic of Kazakhstan, Kostanay)

**Masyutenko N.P.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Deputy Director, FGBNU "Kursk Federal Agrarian Research Center - All-Russian Research Institute of Agriculture and Soil Protection from erosion " (Kursk)

**Naumov M.M.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor Department of Physiology and Chemistry, Kursk State Agricultural Academy (Kursk)

**Pigorev I.Ya.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Plant Production, Breeding and Seed Production, Vice-Rector for Research and Innovation, Kursk State Agricultural Academy (Kursk)

**Pokhodnya G.S.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of General and Private Zootechny, Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin (Belgorod)

**Privalo O.E.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the General Zootechnology Kursk State Agricultural Academy (Kursk)

**Ryadchikov V.G.**, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Doctor of Biology, Professor, Head of the Department of Physiology and Feeding of Agricultural Animals FGBOU VO Kubanskiy GAU (Krasnodar)

**Svyatova O.V.**, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Accounting, Analysis and Audit, Kursk State University (Kursk)

**Semykin V.A.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Rector, Kursk State Agricultural Academy (Kursk)

**Sirotkina N.V.**, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Economics and Management of Organizations, Voronezh State University (Voronezh)

**Soloshenko R.V.**, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Economic and Financial Disciplines, Kursk State Agricultural Academy (Kursk)

**Sorokopudov V.N.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, FGBIU "All-Russian Selection and Technological Institute of Horticulture and Nursery" (Moscow)

**Turusov V.I.**, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Doctor of Agricultural Sciences, Director, Scientific Research Institute of Agriculture of the Central Black Earth Zone named after V.V. Dokuchaev" (Voronezh region)

**Fomin O.S.**, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Economic and Financial Disciplines, Kursk State Agricultural Academy (Kursk)

**Shabunin S.V.**, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Director, All-Russian Scientific Research Veterinary Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy (Voronezh)

**Shvetsov N.N.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of General and Private Zootechny, Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin (Belgorod)

## СОДЕРЖАНИЕ

### АГРОНОМИЯ

#### *Общее земледелие, растениеводство*

- Нитченко Л.Б.* Урожайность и качество зерна ярового ячменя при минимизации агротехнологических приемов в условиях ЦЧР 6
- Пигорев И.Я., Тарасов А.А.* Роль биопрепаратов в деструкции органики сидеральных культур и повышении плодородия черноземных почв 18
- Санжаров А.И., Глазунов Г.П., Соловьева Ю.А.* К вопросу использования ГИС-технологий для агроэкологической оценки земель в адаптивно-ландшафтных системах земледелия 24
- Дудкина Т.А.* Влияние севооборотов на потоки вещества и энергии в агробиогенезах 33

#### *Мелиорация, рекультивация и охрана земель*

- Головачева Н.А., Пономарева Л.Ф., Кузнецова Е.В., Гордеев И.А.* Опыт стран Европейского союза в защите земель от воздействия сточных вод и безопасного применения осадка 43

#### *Агрехимия*

- Кизюля М.М., Калинов А.Г., Шаповалов В.Ф., Пигорев И.Я.* Агроэкологическая оценка применения минеральных удобрений и гуминового препарата при возделывании ярового ячменя на радиоактивно загрязненной почве 51
- Левшаков Л.В., Чевычелов А.В., Лазарев В.И., Пятаков М.А.* Влияние комплексных серосодержащих удобрений на питательный режим и водопотребление сельскохозяйственных культур на зональных почвах Центрального Черноземья 58
- Секирников А.Е., Бельченко С.А., Пигорев И.Я., Шаповалов В.Ф.* Влияние комплексного применения средств химизации на продуктивность картофеля, возделываемого на радиоактивно загрязненной дерново-подзолистой песчаной почве 66

#### *Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений*

- Курашев О.В., Князев С.Д., Титова Ю.Г.* Отдаленные скрещивания в селекции крыжовника промышленного типа 76
- Зайнуллин В.Г., Юдин А.А., Куц А.А., Некрасова А.И., Малюченко О.П., Быков С.А.* Исследование сортов и гибридов картофеля из селекционного питомника ФИЦ Коми НЦ УРО РАН на наличие маркеров устойчивости к фитопатогенам 85
- Ворончихин В.В., Пыльнев В.В., Рубец В.С., Ворончихина И.Н.* Использование метода индексов при комплексной оценке генетической коллекции озимой тритикале 92

#### *Защита растений*

- Долгополова Н.В., Кондратова Е.Ю.* Эффективность действия фунгицидов в посевах ячменя 101

### ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

#### *Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных*

- Киреев И.В., Оробец В.А., Моторная Д.П.* Изучение кумулятивных свойств антиоксидантного противовоспалительного препарата для животных 106
- Беляева А.С., Савинов В.А., Капустин А.В., Лаишевцев А.И.* Бордетеллэз домашних животных 111

#### *Ветеринарная микробиология. вирусология. эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология*

- Ашур А.А., Якимова Э.А., Бурлакова Г.И., Капустин А.В., Лаишевцев А.И.* Распространенность и этиологическое значение *Truereperella (Arcanobacterium) pyogenes* 120

#### *Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных*

- Азаркова Н.А., Чернобай Е.Н., Ефимова Н.И., Антоненко Т.И., Багамаев Б.М.* Клинические, морфологические и биохимические показатели у овец от внутри- и межлинейного подбора 130

#### *Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства*

- Шумаенко С.Н., Ефимова Н.И.* Сравнительная оценка сертифицированной шерсти овец тонкорунных пород Ставрополья 135

### ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

- Зюкин Д.А., Солошенко Р.В.* Улучшение транспортно-логистической инфраструктуры как основа повышения эффективности и диверсификации экспорта российского зерна 141
- Грунина О.А., Левченко В.А., Кузнецова Е.В., Пономарева Л.Ф.* Экологические аспекты рационального землепользования в условиях обеспечения продовольственной безопасности 148
- Солошенко В.М., Векленко В.И.* Развитие кормовой базы молочного скотоводства 155
- Зюкин Д.А., Солошенко Р.В.* Направления активизации инновационной деятельности в зернопродуктовом подкомплексе РФ 161

# CONTENT

## AGRONOMY

### *General agriculture, crop production*

- Nitchenko L.B.* Productivity and grain quality of spring barley while minimizing agrotechnological techniques in the conditions of the Central Black Earth Region 6
- Pigorev I.Ya., Tarasov A.A.* The role of biological products in the destruction of organics of green crops and increasing the fertility of black soil 18
- Sanzharov A.I., Glazunov G.P., Solovyova Yu.A.* To the issue of using GIS technologies for agroecological assessment of land in adaptive landscape farming systems 24
- Dudkina T.A.* The effect of crop rotation on the flows of matter and energy in agrobiogeocenoses 33

### *Land reclamation, land reclamation and protection*

- Golovacheva N.A., Ponomareva L.F., Kuznetsova E.V., Gordeev I.A.* European Union experience in protecting land from wastewater and the safe use of sludge 43

### *Agrochemistry*

- Kizyulya M.M., Kalinov A.G., Shapovalov V.F., Pigorev I.Ya.* Agroecological assessment of the use of mineral fertilizers and a humic preparation for the cultivation of spring barley on contaminated soil 51
- Levshakov L.V., Chevychelov A.V., Lazarev V.I., Pyatakov M.A.* The effect of complex sulfur-containing fertilizers on the nutritional regime and water consumption of crops on zonal soils of the Central Black Earth Region 58
- Sekirnikov A.E., Belchenko S.A., Pigorev I.Ya., Shapovalov V.F.* The effect of the integrated use of chemicals on the productivity of potatoes cultivated on radioactively contaminated sod-podzolic sandy soil 66

### *Selection and seed farming of agricultural plants*

- Kurashev O.V., Knyazev S.D., Titova Yu.G.* Distant crosses in the selection of gooseberries of industrial type 76
- Zaynullin V.G., Yudin A.A., Kushch A.A., Nekrasova A.I., Malyuchenko O.P., Bykov S.A.* Study of varieties and hybrids of potatoes from the breeding nursery of the FIC Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences for the presence of markers of resistance to phytopathogens 85
- Voronchikhin V.V., Pylnev V.V., Rubets V.S., Voronchikhina I.N.* Using the index method in a comprehensive assessment of the genetic collection of winter triticale 92

### *Plant protection*

- Dolgopolova N.V., Kondratova E.Yu.* The effectiveness of fungicides in barley crops 101

## VETERINARY AND ZOTECHNICS

### *Diagnosis of diseases and therapy of animals, pathology, oncology and morphology of animals*

- Kireev I.V., Orobets V.A., Motornaya D.P.* The study of the cumulative properties of an antioxidant anti-inflammatory drug for animals 106
- Belyaeva A.S., Savinov V.A., Kapustin A.V., Laishevtsev A.I.* Bordetellosis of pets 111

### *Veterinary microbiology, virology, epizootology, mycology with mycotoxicology and immunology*

- Ashur A.A., Yakimova E.A., Burlakova G.I., Kapustin A.V., Laishevtsev A.I.* Prevalence and etiological significance of *Trueperella* (Arcanobacterium) pyogenes 120

### *Breeding, selection and genetics of farm animals*

- Agarkova N.A., Chernobay E.N., Efimova N.I., Antonenko T.I., Bagamaev B.M.* Clinical, morphological and biochemical parameters in sheep from intra- and interline selection 130

### *Private animal husbandry, livestock production technology*

- Shumaenko S.N., Efimova N.I.* Comparative assessment of certified wool of sheep of fine-wool breeds of Stavropol Territory 135

## ECONOMICS AND MANAGEMENT OF NATIONAL ECONOMY

- Zyukin D.A., Soloshenko R.V.* Improving transport and logistics infrastructure as a basis for increasing the efficiency and diversification of Russian grain exports 141
- Grunina O.A., Levchenko V.A., Kuznetsova E.V., Ponomareva L.F.* Environmental aspects of rational land use in conditions of food security 148
- Soloshenko V.M., Veklenko V.I.* Development of the feed base of dairy cattle breeding 155
- Zyukin D.A., Soloshenko R.V.* Directions of intensification of innovation in the grain product sub-complex of the Russian Federation 161

УДК633.16:631.582: 631.51:631.82

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ МИНИМИЗАЦИИ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ В УСЛОВИЯХ ЦЧР**

НИТЧЕНКО Л.Б.,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории адаптивных агротехнологий и средств их механизации ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» - ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, e-mail: Nitchenko58@yandex.ru, тел. 8-908-121-06-70.

**Реферат.** Целью исследований являлось изучение влияния местоположения в рельефе, севооборотов, способов обработки почвы и доз внесения удобрений на урожайность и качество зерна ярового ячменя. Установлено, что урожайность ячменя в зернопаропропашном севообороте на водораздельном плато в среднем составила 3,33 т/га, на склоне северной экспозиции – 2,62 т/га, на склоне южной экспозиции – 2,77 т/га; в зернотравянопропашном севообороте на водораздельном плато – 3,27 т/га, на склоне северной экспозиции - 2,43 т/га. Основным фактором, влияющим на повышение урожайности, содержания белка в зерне и натуре зерна, ячменя являются минеральные удобрения. Более высокие прибавки урожайности ячменя и окупаемость удобрений получены в зернопаропропашном севообороте на склоне северной экспозиции: при внесении  $N_{30}P_{30}K_{30}$  - 0,56 – 0,81 т/га и 6,2 – 9,0 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений; при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$ –0,89 – 1,13 т/га и 4,9 и 6,3 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений, соответственно. Содержание белка в зерне ячменя в зернопаропропашном севообороте на водораздельном плато составило 13,3 %, на склоне северной экспозиции – 11,8 %, на склоне южной экспозиции – 12,8 %; в зернотравянопропашном на водораздельном плато - 13,9 %, на склоне северной экспозиции - 11,8 %; натура зерна - 636 г/л, 608 г/л, 620 г/л; 642 г/л, 606 г/л, соответственно. При минимизации обработок почвы содержание белка и натура зерна ячменя в большинстве случаев существенно не изменялись. Применение поверхностной и безотвальной обработок почвы при возделывании ячменя способствует снижению затрат, по сравнению с отвальной обработкой. При их применении на водораздельном плато происходит снижение урожайности ячменя на уровне тенденции, вследствие чего значительного уменьшения выручки не наблюдается. Наиболее высокая рентабельность и коэффициент энергетической эффективности получены при безотвальной обработке почвы при внесении  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 55,2 % и 5,2 единиц, соответственно. Применение поверхностной обработки почвы эффективнее при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , рентабельность при этом составляет 47,6 %.

**Ключевые слова:** яровой ячмень, урожайность, качество зерна, местоположение в рельефе, способы обработки почвы, дозы минеральных удобрений, окупаемость удобрений, экономическая эффективность, энергетическая эффективность.

**SPRING BARLEY GRAIN YIELD AND QUALITY ON MINIMIZING AGROTECHNOLOGICAL PRACTICES IN CENTRAL CHERNOZEM REGION**

NITCHENKO L.B.,

candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, the Laboratory of Adaptive Agricultural Technologies and Mechanization Facilities of FSBSI “Kursk Federal Agricultural Research Center” – All-Russia Research Institute of Arable Farming and Soil Erosion Control, e-mail: Nitchenko58@yandex.ru, tel. 8-908-121-06-70.

**Essay.** The aim of the research was to study the influence of the location in the relief, crop rotations, tillage methods and applied fertilizer rates on the yield and quality of spring barley grain. It is determined that the barley yield in the cereal-fallow-row crop rotation (C-F-RC rotation) on the watershed plateau was 3.33 t/ha on the average, 2.62 t/ha on the slope of northern exposure, 2.77 t/ha on the slope of southern exposure; in the cereal-grass-row crop rotation (C-G-RC rotation) on the watershed plateau it was 3.27 t/ha, on the slope of northern exposure it was 2.43 t/ha. The main factor influencing the increase in yield, protein content in grain and natural weight of barley grain are mineral fertilizers.

Higher barley yield gains and fertilizer paybacks are obtained in the C-F-RC rotation on the slope of northern exposure: 0.56-0.81 t/ha when applying N30P30K30 and 6.2-9.0 kg of grain per 1 kg of primary nutrient of fertilizers; 0.89-1.13 t/ha when applying N60P60K60 and 4.9 and 6.3 kg of grain per 1 kg of primary nutrient of fertilizers, respectively. The protein content in the barley grain in the C-F-RC rotation on the watershed plateau was 13.3 %, 11.8 % on the slope of northern exposure; natural weight of the grain was 636 g/l, 608 g/l, 620 g/l; 642 g/l, 606 g/l, respectively. On tillage minimizing the barley protein content and natural weight of the grain mostly did not change. The application of surface and boardless tillage in barley cultivation contributes to lower expenditures as compared with moldboard tillage. When the former tillage methods are applied on the watershed plateau the barley yield is decreased at the level of tendency in consequence of which significant decrease in the revenue is not observed. The highest profitability and energy efficiency coefficient are obtained with boardless tillage and N30P30K30 application, i.e. 55.2 % and 5.2 points, respectively. The use of surface tillage is more efficient with N60P60K60 application, while the profitability is 47.6 %.

**Keywords:** spring barley, yield, grain quality, location in the relief, tillage methods, mineral fertilizer rates, fertilizer payback, economic efficiency, energy efficiency.

**Введение.** Основной задачей сельскохозяйственного производства является увеличение валовых сборов зерна, при этом важное значение имеет улучшение его качественных показателей. Увеличение стоимости горючесмазочных материалов, удобрений, химических средств защиты растений заставляют земледельцев искать способы снижения производственных затрат при возделывании сельскохозяйственных культур. Снижение затрат, повышение рентабельности при производстве зерна ярового ячменя возможно при минимизации применяемых агротехнических и химических ресурсов. Наибольшему снижению производственных затрат способствует отказ от наиболее энергоёмкого приёма основной обработки почвы – вспашки и рациональное применение минеральных удобрений.

Урожайность и качество зерна зависят от многих факторов. Для сельскохозяйственного производства важно установить, какие именно факторы определяют формирование урожайности и качества получаемой продукции.

По данным, полученным ранее в многофакторном опыте [1,2], эффективность минеральных удобрений в формировании урожайности ярового ячменя составляет 25-80 %, расположения посевов в рельефе – 26-70 %, севооборота – 12-30 %, основной обработки почвы – 0-10 %. В формировании качества зерна ячменя роль севооборота составляет 60-90 %, расположения посевов в рельефе – 55-76 %, минеральных удобрений – 16-35 %, основной обработки почвы – 0-3 %. При этом внесение минеральных удобрений эффективнее на склонах, по сравнению с водораздельным плато. Зерно ячменя лучшего качества формируется на водораздельном плато. В сево-

оборотах с многолетними травами качество полученного зерна ухудшается.

Результаты исследований, проведенных в почвенно-климатических условиях ЦЧЗ [3], показали, что применение безотвальных обработок почвы снижает продуктивность ячменя, по сравнению со вспашкой, как при внесении удобрений (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>), так и без них. Минимизация обработки почвы под ячмень позволяет уменьшить затраты на обработку и сократить сроки ее проведения.

По мнению Турусова В.И. и соавторов [4], безотвальная и поверхностная обработки почвы в годы с типичными для зоны погодными условиями снижают урожайность ячменя, а в годы с количеством осадков выше средних многолетних значений различия в урожайности незначительные. По поверхностной обработке затраты на возделывание и уборку ячменя меньше, однако и совокупной энергии накапливается меньше. Прибавка от удобрений не всегда восполняет затраты на их применение.

Другие исследователи [5, 6] утверждают, что способы основной обработки почвы на чернозёмных почвах не оказывают существенного влияния на урожайность ячменя, поэтому преимущество остаётся за энергосберегающими обработками.

По данным Гулидовой В.А. [7], оптимальной обработкой под ячмень после кукурузы является обработка плугом со стойками СибИМЭ в системе комбинированной безотвальной обработки. Прибавка зерна составила 2,2 ц/га,

по сравнению со вспашкой, при этом снижался коэффициент энергоёмкости на 25 %, расход горючего - на 23,4 %, затраты труда – на 31,4 %. Экономия затрат сопровождалась

одновременно ростом валовой энергии в урожае. Наибольшие затраты совокупной энергии были при обработке почвы плугом.

По мнению ученых Белгородского ФАНЦ [8], чтобы получать стабильную урожайность ячменя (4,0-4,4 т/га) в зернопаропропашном севообороте, рекомендуется применять минеральные удобрения в дозе  $N_{50}P_{50}K_{50}$  с использованием энергосберегающих обработок почвы. Чистый доход при этом достигает 11221-13213 руб./га, а окупаемость 1 кг удобрений – 8,7-10,0 кг зерна.

Исследования Пыхтина И.Г. и соавторов [9] показали, что способы основной обработки почвы не оказывают существенного влияния на основные качественные показатели зерна ячменя.

Однако известны результаты исследований [10], в которых зерно ячменя, отвечающее пивоваренным стандартам, в различные по метеоусловиям годы, формировалось в основном на фоне безотвальной обработки почвы. Большой прирост белка в зерне ячменя от минеральных удобрений установлен в годы с недостаточным увлажнением, причем эффект снижался от зернопаропропашного севооборота к зернотравяному.

За две ротации севооборота, по данным исследований Никитина В.В. и соавторов [11], имело место увеличение урожайности ячменя сповышением доз минеральных удобрений, внесенных под свеклу с 120 до 300 кг/га. Минеральные удобрения в своем последствии ухудшали пивоваренные качества зерна ячменя по мере увеличения дозы.

По данным исследований Пасынкова А.В. и соавторов [12], содержание сырого белка в зерне ячменя находилось в пределах 8,3-16,7 % и возрастало с увеличением доз минеральных удобрений. Необходимо отметить, что при внесении  $N_{90}P_{90}K_{90}$  и более зерно ячменя по содержанию белка не соответствовало требованиям для пивоварения.

**Материал и методика исследования.** Исследования проводились в многолетнем стационарном многофакторном полевом опыте ФГБНУ «Курский ФАНЦ» - ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, заложенном в 1984 году. В зернопаропропашном севообороте (чистый пар - озимая пшеница - кукуруза на зеленый корм - ячмень) и зернотравяно-пропашном (многолетние травы – озимая пшеница - кукуруза на зеленый корм – ячмень) на водораздельном плато, склонах северной и южной экспозиций изучались и сравнивались 3 способа основной обработки поч-

вы: отвальная, безотвальная и поверхностная (в системе комбинированной обработки почвы в севообороте) в вариантах: без внесения удобрений, с внесением одинарной ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ) и двойной доз минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ). Глубина отвальной и безотвальной обработок почвы 20-22 см, поверхностной - 8-10 см. Площадь делянок 280 м<sup>2</sup>, размещение делянок рендомизированное, повторность – двукратная. Учёт урожайности проводили методом прямой механизированной уборки. Экспериментальные данные обрабатывались методом дисперсионного и регрессионного анализов [13]. Экономические и энергетические показатели определяли по общепринятым методикам [14, 15].

Почвы опытного участка представлены черноземом типичным с содержанием гумуса в слое 0-20 см на водоразделе - 6,6 %, на склоне северной экспозиции - 6,5 %, на склоне южной экспозиции - 5,2 %.

Погодные условия для формирования урожайности ячменя в годы исследований (1986 – 2016 гг.) были различными по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Вегетация ячменя в 1990 году проходила в условиях избыточного увлажнения (ГТК= 1,77), в 1986, 1994, 1998, 2002, 2006, 2014 и 2018 годах – в условиях недостаточного увлажнения (ГТК=1,30; 1,23; 1,12; 1,20; 1,03; 1,18 и 1,29, соответственно), в 2010 году - в сильно засушливых условиях (ГТК=0,31).

**Результаты исследования.** Урожайность сельскохозяйственных культур является интегральным показателем оценки изучаемых факторов.

Результаты многолетних исследований показали, что урожайность ярового ячменя (таблица 1) в зернопаропропашном севообороте на водораздельном плато в среднем была выше на 0,71 т/га, по сравнению со склоном северной экспозиции и на 0,56 т/га, по сравнению со склоном южной экспозиции. Наибольшей урожайность ярового ячменя была получена на водораздельном плато при отвальной обработке почвы – 3,15 т/га (вариант без удобрений), 3,54 т/га ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ), 3,71 т/га ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ). Наиболее низкой урожайность ярового ячменя была при безотвальной обработке почвы на склоне северной экспозиции – 1,83 т/га (вариант без удобрений), 2,57 т/га ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ), 2,96 т/га ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ).

Урожайность ярового ячменя на водораздельном плато варьировала от 2,97 т/га до 3,71 т/га. При безотвальной обработке почвы наблюдалась тенденция снижения урожайно-

## ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

сти ячменя как в варианте без удобрений, так и в удобренных вариантах. При поверхностной обработке при дозе удобрений N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> снижение урожайности было значимо и составило 0,45 т/га (при НСР<sub>05</sub> = 0,24 т/га), по сравнению с отвальной обработкой почвы.

На склоне северной экспозиции урожайность ярового ячменя изменялась от 1,83 т/га до 3,14 т/га и достоверно снижалась (при НСР<sub>05</sub> = 0,24 т/га) при безотвальной обработке почвы в варианте без удобрений и при внесении одинарной дозы минеральных удобрений,

соответственно, на 0,42 т/га и 0,49 т/га и при поверхностной обработке почвы - при внесении одинарной дозы удобрений – на 0,40 т/га, по сравнению с отвальной обработкой.

На склоне южной экспозиции урожайность ярового ячменя варьировала от 2,25 т/га до 3,44 т/га и достоверно снижалась (при НСР<sub>05</sub> = 0,26 т/га) при безотвальной на 0,32 т/га и поверхностной обработках почвы – на 0,32 т/га и 0,30 т/га, соответственно, при внесении двойной дозы удобрений, по сравнению с аналогичным вариантом при отвальной обработке почвы.

Таблица 1 – Урожайность ярового ячменя и окупаемость удобрений в зависимости от обработок почвы и доз удобрений в зернопаропропашном севообороте (средняя 1986-2018 гг.)

Система обработки почвы в севообороте	Способ обработки почвы под культуру	Минеральные удобрения	Урожайность, т/га	Прибавка, +/- т/га		Окупаемость удобрений, кг зерна / кг д.в.
				Обработка почвы	Удобрения	
<b>Водораздельное плато</b>						
Отвальная	Отвальная	Без удобрений	3,15	-	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	3,54	-	+0,39*	4,3
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,71	-	+0,56*	3,1
Безотвальная	Безотвальная	Без удобрений	3,11	-0,04	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	3,38	-0,16	+0,27*	3,0
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,48	-0,23	+0,37*	2,1
Комбинированная	Поверхностная	Без удобрений	2,97	-0,18	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	3,09	-0,45*	+0,12	1,3
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,54	-0,17	+0,57*	3,2
НСР <sub>05</sub>				0,24	0,24	
<b>Склон северной экспозиции</b>						
Отвальная	Отвальная	Без удобрений	2,25	-	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	3,06	-	+0,81*	9,0
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,14	-	+0,89*	4,9
Безотвальная	Безотвальная	Без удобрений	1,83	-0,42*	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,57	-0,49*	+0,74*	8,2
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,96	-0,18	+1,13*	6,3
Комбинированная	Поверхностная	Без удобрений	2,10	-0,15	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,66	-0,40*	+0,56*	6,2
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,99	-0,15	+0,89*	4,9
НСР <sub>05</sub>				0,24	0,24	
<b>Склон южной экспозиции</b>						
Отвальная	Отвальная	Без удобрений	2,38	-	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,83	-	+0,50*	5,6
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,44	-	+1,06*	5,9
Безотвальная	Безотвальная	Без удобрений	2,25	-0,13	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,65	-0,18	+0,40*	4,4
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,12	-0,32*	+0,87*	4,8
Комбинированная	Поверхностная	Без удобрений	2,5	+0,12	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,63	-0,20	+0,13	1,4
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,14	-0,30*	+0,64*	3,6
НСР <sub>05</sub>				0,26	0,26	

Примечание: \* - существенное влияние фактора

Внесение минеральных удобрений способствовало достоверному повышению урожайности ярового ячменя на изучаемых элементах рельефа как при отвальной, так и при безотвальной и поверхностной обработках почвы. Более высокие прибавки урожайности ячменя получены на склоне северной экспозиции: при отвальной обработке почвы при дозе внесения минеральных удобрений  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 0,81 т/га, при дозе внесения минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 0,89 т/га; при безотвальной обработке почвы – 0,74 т/га и 1,13 т/га; при поверхностной – 0,56 т/га и 0,89 т/га, соответственно, по сравнению с вариантами без внесения удобрений. Окупаемость минеральных удобрений была выше при всех изучаемых способах основной обработки почвы на склоне северной экспозиции при внесении удобрений в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$ : при отвальной обработке – 9,0 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений, при безотвальной – 8,2 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений, при поверхностной – 6,2 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений. При двойной дозе удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$  окупаемость удобрений была ниже и соответственно составила – 4,9; 6,3 и 4,9 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений.

На южном склоне окупаемость минеральных удобрений варьировала от 1,4 до 5,6 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений при внесении  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и от 3,6 до 5,9 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

На водораздельном плато прибавки урожайности ячменя были более низкими, по сравнению со склонами северной и южной экспозиций и соответственно окупаемость минеральных удобрений была ниже и варьировала от 1,3 до 4,3 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений при внесении  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и от 2,1 до 3,2 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

В целом, при внесении удобрений в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$  прибавки урожайности ячменя на всех элементах рельефа были больше при отвальной обработке почвы; при дозе внесения минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$  на водораздельном плато – при отвальной и поверхностной обработках были практически равными, на склоне северной экспозиции – были больше при безотвальной обработке, на склоне южной экспозиций – при отвальной обработке почвы.

В зернотравянопропашном севообороте урожайность ярового ячменя (таблица 2) была ниже в среднем на 0,06 т/га на водораздельном плато и на 0,19 т/га – на северном склоне, по сравнению с зернопаропропашным сево-

оборотом. При минимизации обработок почвы урожайность ярового ячменя на водораздельном плато и на склоне северной экспозиции в изучаемых вариантах снижалась.

Внесение минеральных удобрений способствовало повышению урожайности. Окупаемость минеральных удобрений на водораздельном плато варьировала от 6,4 до 7,2 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений при внесении  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и от 3,7 до 5,2 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и была больше при безотвальной и поверхностной обработках почвы; на склоне северной экспозиции – от 4,0 до 5,3 и от 4,3 до 5,1 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений соответственно и была больше при безотвальной обработке почвы.

Зависимость урожайности ярового ячменя, выращенного на водораздельном плато, от изучаемых севооборотов, обработок почвы и доз минеральных удобрений описывается следующим уравнением множественной регрессии:

$$Y = 30,43 - 0,58X_1 - 3,25X_2^* + 1,2X_3^* + 2,43X_1X_2^* + 0,3X_1X_3 + 0,25X_2X_3$$

$$R = 0,86; R^2 = 0,79; F_{\phi} = 11,73; F_{05} = 3,09$$

Зависимость урожайности ярового ячменя, выращенного на склоне северной экспозиции, от изучаемых севооборотов, обработок почвы и доз минеральных удобрений описывается следующим уравнением множественной регрессии:

$$Y = 20,80 - 0,83X_1 - 1,34X_2^* + 1,50X_3^* + 1,25X_1X_2^* - 0,8X_1X_3^* + 0,34X_2X_3$$

$$R = 0,87; R^2 = 0,80; F_{\phi} = 12,14; F_{05} = 3,09$$

где: Y – урожайность ячменя, ц/га;  $X_1$  – севообороты (0 – зернопаропропашной, 1 – зернотравянопропашной);  $X_2$  – способы основной обработки почвы (0 – отвальная, 1 – безотвальная, 2 – поверхностная),  $X_3$  – минеральные удобрения (0 – без удобрений, 1 – 90 кг/га д.в. NPK, 2 – 180 кг/га д.в. NPK).

Результаты проведенного регрессионного анализа показали, что на водораздельном плато и склоне северной экспозиции изучаемые факторы (севообороты, способы основной обработки почвы и минеральные удобрения) оказывали статистически значимое влияние ( $F_{\phi} > F_{05}$ ) на урожайность ярового ячменя. Коэффициенты корреляции  $R = 0,86$  и  $R = 0,87$  указывают на сильную тесноту связи между независимой X и зависимой Y переменными. Коэффициенты множественной детерминации  $R^2$  показывают, что вариация урожайности зерна ячменя на 79 % и 80 % связана с действием изучаемых факторов. Коэффициент уравнения при  $X_3$  (минеральные удобрения)

## ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

имели положительную направленность, что указывает на то, что применение минеральных удобрений достоверно способствует повышению урожайности ячменя. Коэффициенты уравнения при  $X_2$  (способы основной обработки почвы) имели отрицательную направленность, что говорит о том, что урожайность ячменя при использовании безотвальной и поверхностной обработок почвы достоверно снижается. Коэффициенты уравнения при  $X_3$  (севообороты) были незначительными и имели отрицательную направленность, что говорит о том, что в зернотравянопропашном севообороте наблюдается лишь тенденция снижения урожайности ячменя, по сравнению с зернопаропропашным севооборотом. Установлено статистически значимое положительное взаимодействие севооборотов и обработок почвы.

Согласно ГОСТа 28672-90 [16] определены нормы на зерно ячменя для продовольственных целей (наиболее значимые: натура зерна –

630 г/л) и ГОСТа 5060-86 [17] для пивоварения (наиболее значимые: массовая доля белка – не более 12 %).

В результате проведенных исследований установлено, что содержание белка в зерне ячменя в зернопаропропашном севообороте на водораздельном плато в среднем составило 13,3 %, на склоне северной экспозиции – 11,8 %, на склоне южной экспозиции – 12,8 %. В зернотравянопропашном севообороте на водораздельном плато содержание белка в зерне ячменя равнялось 13,9 % и было в среднем выше на 0,6 %, по сравнению с зернопаропропашным севооборотом. На склоне северной экспозиции – содержание белка было практически равным в двух изучаемых севооборотах и равнялось 11,8 %. На водораздельном плато, склонах северной и южной экспозиций способы основной обработки почвы не оказывали существенного влияния на изменение содержания белка в зерне ячменя [18].

Таблица 2 – Урожайность ячменя и окупаемость удобрений в зависимости от обработок почвы и доз удобрений в зернотравянопропашном севообороте (средняя 1986-2018 гг.)

Система обработки почвы в севообороте	Способ обработки почвы под культуру	Минеральные удобрения	Урожайность, т/га	Прибавка, +/- т/га		Окупаемость удобрений, кг зерна / кг д.в.
				Обработка почвы	Удобрения	
<b>Водораздельное плато</b>						
Отвальная	Отвальная	Без удобрений	2,93	-	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	3,51	-	+0,58*	6,4
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,59	-	+0,66*	3,7
Безотвальная	Безотвальная	Без удобрений	2,69	-0,24*	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	3,34	-0,17*	+0,65*	7,2
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,62	+0,03	+0,93*	5,2
Комбинированная	Поверхностная	Без удобрений	2,74	-0,19*	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	3,36	-0,15	+0,62*	6,9
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,61	+0,02	+0,87*	4,8
НСР <sub>05</sub>				0,17	0,17	
<b>Склон северной экспозиции</b>						
Отвальная	Отвальная	Без удобрений	2,20	-	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,56	-	+0,36*	4,0
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,12	-	+0,92*	5,1
Безотвальная	Безотвальная	Без удобрений	2,00	-0,20*	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,48	-0,08	+0,48*	5,3
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,77	-0,35*	+0,77*	4,3
Комбинированная	Поверхностная	Без удобрений	1,86	-0,34*	-	-
		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,22	-0,34*	+0,36*	4,0
		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,67	-0,45*	+0,81*	4,5
НСР <sub>05</sub>				0,16	0,16	

Примечание: \* - существенное влияние фактора

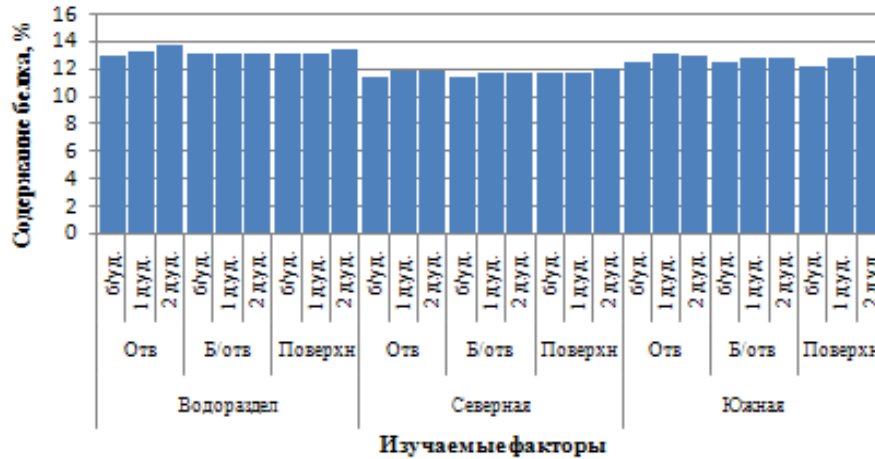


Рисунок 1 - Влияние обработок почвы и доз минеральных удобрений на содержание белка в зерне ярового ячменя в зависимости от местоположения в рельефе (зернопаропропашной севооборот)

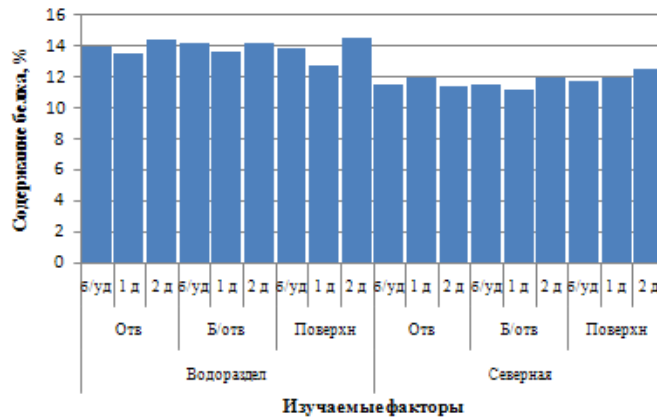


Рисунок 2 - Влияние обработок почвы и доз минеральных удобрений на содержание белка в зерне ячменя в зависимости от местоположения в рельефе (зернотравянопропашной севооборот)

В зернопаропропашном севообороте основным фактором, влияющим на повышение содержания белка в зерне ярового ячменя, являются минеральные удобрения (рисунок 1). На водораздельном платосодержание белка в зерне ярового ячменя от внесения одинарных и двойных доз удобрений повышалось при отвальной обработке почвы на 0,3-0,5 % и при безотвальной – на 0,1 %; на склоне северной экспозиции – на 0,5 % и 0,2 %, соответственно, при поверхностной обработке – на 0,1-0,4 %; на склоне южной экспозиции – на 0,6-0,4 % и 0,2 %, соответственно, при поверхностной обработке - на 0,6-0,8 %, по сравнению с вариантом без внесения удобрений. В зернотравянопропашном севообороте содержание белка в зерне ярового ячменя имело тенденцию к повышению по способам обработки почвы в основном при внесении двойных доз удобрений (рисунок 2).

Натура зерна ярового ячменя в зернопаропропашном севообороте на водораздельном плато в среднем составила 636 г/л, на склоне северной экспозиции – 608 г/л, на склоне южной экспозиции – 620 г/л (рисунок 3). В зернотравянопропашном севообороте на водораздельном плато натура зерна ячменя равнялась 642 г/л и была в среднем выше на 6 г/л, на склоне северной экспозиции – равнялась 606 г/л и была ниже на 2 г/л, по сравнению с зернопаропропашным севооборотом (рисунок 4). При минимизации обработки почвы наблюдались тенденции повышения натуры зерна ячменя на водораздельном плато и склоне южной экспозиции и снижения на склоне северной экспозиции. На водораздельном плато, склонах северной и южной экспозиций внесение минеральных удобрений в большинстве случаев способствовало повышению натуры зерна ярового ячменя.

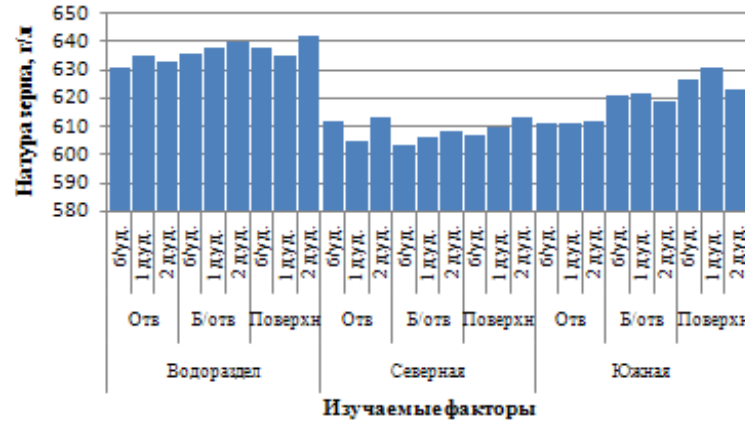


Рисунок 3 - Влияние обработок почвы и доз минеральных удобрений на натуру зерна ячменя в зависимости от местоположения в рельефе (зернопаропропашной севооборот)



Рисунок 4 - Влияние обработок почвы и доз минеральных удобрений на натуру зерна ячменя в зависимости от местоположения в рельефе (зернотравянопропашной севооборот)

Зависимость натуре зерна ярового ячменя, выращенного на водораздельном плато, от изучаемых севооборотов, обработок почвы и доз минеральных удобрений описывается следующим уравнением множественной регрессии:

$$Y = 633,49 + 12,33X_1 + 1,29X_2 + 0,29X_3 - 3,0X_1X_2 - 1,67X_1X_3 + 1,38X_2X_3$$

$R = 0,73$ ;  $R^2 = 0,58$ ;  $F_{\phi} = 4,94$ ;  $F_{05} = 3,09$   
 где  $Y$  - натура зерна ячменя, г/л;  $X_1$  - севообороты (0-зернопаропропашной (ЗПП), 1 - зернотравянопропашной (ЗТП));  $X_2$  - способы основной обработки почвы (0 - отвальная, 1 - безотвальная, 2-поверхностная),  $X_3$  - минеральные удобрения (0 - без удобрений, 1 - 90 кг/га д.в. NPK, 2 - 180 кг/га д.в. NPK)

Зависимость показателей качества зерна ярового ячменя от местоположения в рельефе (водораздельное плато, склон северной экспозиции) ( $X_1$ ), способов основной обработки почвы ( $X_2$ ) и доз минеральных удобрений ( $X_3$ )

описывается следующими уравнениями множественной регрессии:

- содержание белка в зерне ячменя, % (водораздельное плато, склон северной экспозиции) ( $X_1$ ):

$$Y = 13,15 - 1,49X_1 - 0,02X_2 + 0,13X_3$$

$R = 0,97$ ;  $R^2 = 0,94$ ;  $F_{\phi} = 74,45$ ;  $F_{05} = 3,34$

- содержание белка в зерне ячменя, % (водораздельное плато, склон южной экспозиции) ( $X_1$ ):

$$Y = 13,2 - 0,49X_1 - 0,09X_2 + 0,16X_3$$

$R = 0,81$ ;  $R^2 = 0,66$ ;  $F_{\phi} = 9,14$ ;  $F_{05} = 3,34$

- натура зерна, г/л (водораздельное плато, склон северной экспозиции) ( $X_1$ ):

$$Y = 632,11 - 29,7X_1 + 1,33X_2 + 3,0X_3$$

$R = 0,95$ ;  $R^2 = 0,90$ ;  $F_{\phi} = 40,01$ ;  $F_{05} = 3,34$

где  $Y$  - показатели качества зерна ярового ячменя;  $X_1$  - местоположение в рельефе (0-водораздельное плато, 1 - склон северной или южной экспозиции соответственно),  $X_2$  - способы основной обработки почвы (0 - отвальная, 1 - безотвальная, 2 -поверхностная),  $X_3$  -

## ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

минеральные удобрения (0 – без удобрений, 1 – 90 кг/га д.в. NPK (1 доза), 2 – 180 кг/га д.в. NPK) (2 дозы)

Ориентировочный класс качества зерна ярового ячменя, полученного на водораздельном плато в зернопаропропашном и зернотравянопропашном севооборотах, имеющего натуру зерна 636 и 642 г/л соответственно – на продовольственные цели, согласно *ГОСТ 28672-90. Зерно ярового ячменя, выращенное на склоне северной экспозиции* в зернопаропропашном и зернотравянопропашном севооборотах с содержанием белка 11,8 % может быть использовано для пивоварения, согласно ГОСТ 5060-86.

Экономическая эффективность (таблица 3) изучаемых вариантов опыта определялась по величине прибыли в расчёте на 1 га и рентабельности. В условиях полевого опыта на водораздельном плато в зернопаропропашном севообороте применение безотвальной и поверхностной обработок почвы в вариантах без внесения минеральных удобрений оказалось более эффективным, чем применение отвальной обработки. Применение поверхностной и безотвальной обработок почвы при возделывании ячменя способствует снижению затрат, по сравнению с отвальной обработкой. При их применении на водораздельном плато происходит снижение урожайности ячменя на уровне тенденции, вследствие чего значительного уменьшения выручки не наблюдается.

В варианте без внесения минеральных удобрений прибыль при безотвальной обра-

ботке увеличилась на 1397,15 руб./га, за счет снижения прямых затрат на 1657,14 руб./га и небольшой разницы в урожайности ячменя. Рентабельность составила 68,5 %, при отвальной обработке она равнялась 50,0 %. При поверхностной обработке прибыль увеличилась на 211,07 руб./га при снижении затрат на 1381,06 руб./га и снижении урожайности на 0,18 т/га, по сравнению с отвальной обработкой, рентабельность составила 57,3 %.

При дозе внесения минеральных удобрений  $N_{30}P_{30}K_{30}$  - прибыль при безотвальной обработке увеличилась на 549,06 руб./га, при поверхностной обработке – уменьшилась на 1560,46 руб./га, по сравнению с отвальной обработкой. Рентабельность при отвальной обработке почвы составила 46,1 %, при безотвальной – 55,2 %, при поверхностной – 39,6%. Снижение экономического эффекта при менее энергоёмкой поверхностной обработке почвы обусловлено уменьшением выручки, вследствие снижения урожайности ячменя на 0,45 т/га, значительно превышающей сэкономленные при этом ресурсы.

При дозе внесения минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – прибыль при безотвальной обработке увеличилась на 88,46 руб./га, при поверхностной обработке – на 263,68 руб./га. Это было обусловлено снижением урожайности ячменя и соответственно уменьшением выручки. Рентабельность самой высокой была при поверхностной обработке почвы – 47,6 %.

Таблица 3 – Экономическая и энергетическая эффективность возделывания ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы и доз внесения минеральных удобрений (водораздельное плато, зернопаропропашной севооборот)

Способ обработки почвы	Урожайность, т/га	Прямые затраты, руб./га	Себестоимость, руб./ц	Прибыль, руб./га	Рентабельность, %	Энергоёмкость, МДж/га	Коэфф. энерг. эффект.
Без удобрений							
Отвальная	3,15	13653,42	433,44	6821,58	50,0	6999	8,6
Безотвальная	3,11	11996,28	385,73	8218,73	68,5	6629	9,3
Поверхностная	2,97	12272,36	413,21	7032,65	57,3	6546	9,1
Доза минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$							
Отвальная	3,54	15749,39	444,90	7260,61	46,1	10608	5,1
Безотвальная	3,38	14160,33	418,94	7809,67	55,2	10238	5,2
Поверхностная	3,09	14384,85	465,53	5700,15	39,6	10155	4,8
Доза минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$							
Отвальная	3,71	16962,10	457,20	7152,90	42,2	14181	3,7
Безотвальная	3,48	15378,64	441,92	7241,36	47,1	13811	3,6
Поверхностная	3,54	15593,42	440,49	7416,58	47,6	13728	3,7

Проведенная оценка вариантов опыта характеризует их экономическую эффективность, но не раскрывает с позиций использования в них энергетического ресурса. Энергетическая оценка заключалась в расчёте энергоёмкости и коэффициента энергетической эффективности. Энергоёмкость рассчитывалась как сумма затрат энергии на один гектар посевной площади ячменя. Коэффициент энергетической эффективности определялся по соотношению количества энергии, накопленной в урожае с затратами антропогенной энергии.

Из данных таблицы 3 видно, что наименьший расход энергии на 1 га был при всех изучаемых обработках почвы в вариантах без внесения удобрений. Однако, без внесения минеральных удобрений, при возделывании сельскохозяйственных культур неизбежно снижение потенциального плодородия почвы, резкое падение урожайности сельскохозяйственных культур на почвах с низким эффективным плодородием почвы в неблагоприятные по погодным условиям годы. При всех уровнях использования удобрений энергоёмкость ниже при поверхностной обработке почвы, по сравнению с отвальной и безотвальной обработками. Наибольшая энергоёмкость отмечена в варианте отвальной обработки почвы при дозе внесения минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 14181 МДж/га. При дозе внесения минеральных удобрений  $N_{30}P_{30}K_{30}$  энергоёмкость ниже на 3573 МДж/га. Коэффициент энергетической эффективности при дозе минеральных удобрений  $N_{30}P_{30}K_{30}$  выше на 1,4 единиц, по сравнению с вариантом внесения дозы минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Коэффициенты энергетической эффективности в варианте с дозой внесения удобрений  $N_{30}P_{30}K_{30}$  при безотвальной и поверхностной обработках почвы выше на 0,1 и 0,3 единицы соответственно, по сравнению с отвальной обработкой почвы. При дозе внесения минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$  коэффициенты энергетической эффективности самые низкие (3,6-3,7 единиц) и практически равны при всех изучаемых обработках почвы.

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлено, что урожайность ярового ячменя выше при возделывании его на водораздельном плато, по сравнению со склонами северной и южной экспозиций. В зернотравянопропашном севообороте наблюдается тенденция снижения урожайности ячменя, по сравнению с зернопаропропашным севооборотом. Наибольшая урожайность ярового ячменя была получена на водораздельном плато при отвальной обработке почвы. Наиболее низкой урожайность ярового ячменя была при безотвальной обработке почвы на склоне северной экспозиции. При минимизации обработок почвы содержание белка и натура зерна в большинстве случаев существенно не изменялись. Внесение минеральных удобрений способствовало достоверному повышению урожайности ярового ячменя, содержания белка и натуры зерна на всех изучаемых элементах рельефа как при отвальной, так и при безотвальной и поверхностной обработках почвы. Более высокие прибавки урожайности ячменя и окупаемость удобрений получены в зернопаропропашном севообороте на склоне северной экспозиции. На водораздельном плато в зернопаропропашном и зернотравянопропашном севооборотах формируется зерно ярового ячменя с более высокой натурой зерна, оно может быть использовано на продовольственные цели, согласно ГОСТа 28672-90. Зерно ярового ячменя, выращенное на склоне северной экспозиции в зернопаропропашном и зернотравянопропашном севооборотах содержит белка менее 12 % и может быть использовано для пивоварения, согласно ГОСТа 5060-86. Применение поверхностной и безотвальной обработок почвы при возделывании ячменя способствует снижению затрат, по сравнению с отвальной обработкой. Наиболее высокая рентабельность и коэффициент энергетической эффективности получены при безотвальной обработке почвы при внесении  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 55,2 % и 5,2 единиц соответственно. Применение поверхностной обработки почвы эффективнее при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , рентабельность при этом составляет 47,6 %.

#### Список использованных источников

1. Черкасов Г.Н., Дериглазова Г.М., Чуян О.Г. Возделывание ярового ячменя для различных целей на склонах Центрального Черноземья. - ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН. - Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2010. - 76 с.
2. Дериглазова Г.М., Айдиев А.Я. Особенности возделывания ярового ячменя на склоновых землях Центрального Черноземья. – Курск, 2013. – 234 с.

3. Гармашов В.М., Качанин А.Л. Минимизация обработки почвы в Центрально-Черноземной зоне // Земледелие. - 2007. - № 6. - С. 8-10.
4. Турусов, В.И., Корнилов И.М. Обработка почвы под ячмень на различных элементах агроландшафта // Земледелие. - 2013. - № 1. - С. 19-20.
5. Уваров Г.И., Бондаренко М.В., Азаров В.Б. Совершенствуем технологию возделывания ячменя // Земледелие. - 2005. - № 2. - С. 26-27.
6. Воронин А.Н., Уваров Г.И. Приёмы регулирования урожайности и качества зерна ячменя в Белгородской области // Земледелие. - 2010. - № 6. - С. 11-13.
7. Гулидова В.А. Оптимизация обработки почвы под яровой ячмень // Земледелие. - 2001. - № 6. - С. 18-19.
8. Экономическая оценка интенсивных технологий возделывания ячменя в зернопропашном севообороте / В.Н. Самыкин, В.Д. Соловиченко, И.В. Логвинов, Г.М. Мартаков // Земледелие. - 2013. - № 5. - С. 25-26.
9. Пыхтин И.Г., Зубков А.С. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность и пивоваренные качества зерна ячменя в условиях фермерского хозяйства // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2010. - № 6. - С. 40-42.
10. Дубовик Д.В., Чуян О.Г. Качество сельскохозяйственных культур в зависимости от агротехнических приемов и климатических условий // Земледелие. - 2018. - № 2. - С. 9-13.
11. Никитин В.В., Навальнев В.В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность и качество ячменя и гороха // Достижения науки и техники АПК. - 2015. - № 11. - Т.29. - С. 62-64.
12. Влияние длительного применения минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы, продуктивность севооборота и качество зерна / А.В. Пасынков, Е.В. Светлакова, Н.В. Котельникова и др. // Агротехника. - 2016. - № 10. - С. 38-47.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Колос, 1985. - 416 с.
14. Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе // В.М. Володин, Р.Ф. Ерёмин, А.Е. Федорченко, А.А. Ермакова. - Курск, 1999. - 48 с.
15. Методология и методика энергетической оценки агротехнологий в агроландшафтах. - М., 2007. - 21 с.
16. ГОСТ 28672-90. Ячмень. Требования при заготовках и поставках. Межгосударственный стандарт. - М.: Стандартинформ, 2010. - 12 с.
17. ГОСТ 5060-86. Ячмень пивоваренный. Технические условия. Межгосударственный стандарт. - М.: Стандартинформ, 2016. - 5 с.
18. Пигорев И.Я., Степкина И.И., Агеева А.А. Экономико-энергетическая оценка выращивания ячменя на черноземе типичном лесостепи // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. - № 2. - С. 44-46.
19. Долгополова Н.В. Обоснование критериев оптимизации системы обработки почвы в севообороте под основные культуры в условиях ландшафтного земледелия // Региональный вестник. - 2018. - № 2 (11). - С. 2-3.

### List of sources used

1. Cherkasov G.N., Deriglazova G.M., Chuyan O.G. Cultivation of spring barley for various purposes on the slopes of the Central Black Earth Region. - GNU VNIIZiPE RAAS. - Kursk: Publishing house of Kursk. state S.-kh. Ac., 2010.-76 p.
2. Deriglazova G.M., Aidiev A.Ya. Features of cultivation of spring barley on the slope lands of the Central Black Earth Region. - Kursk, 2013. - 234 p.
3. Garmashov V.M., Kachanin A.L. Minimization of soil cultivation in the Central Black Earth zone // Agriculture. - 2007. - No. 6. - S. 8-10.
4. Turusov, V.I., Kornilov I.M. Soil cultivation under barley on various elements of the agrolandscape // Agriculture. - 2013.-№ 1. - S. 19-20.

5. Uvarov G.I., Bondarenko M.V., Azarov V.B. Improving the technology of barley cultivation // Agriculture. - 2005. - No. 2. - S. 26-27.
6. Voronin A.N., Uvarov G.I. Methods for regulating the yield and quality of barley grain in the Belgorod region // Agriculture. - 2010. - No. 6. - S. 11-13.
7. Gulidova V.A. Optimization of tillage under spring barley // Agriculture. - 2001. - No. 6. - P. 18-19.
8. Economic assessment of intensive technologies for the cultivation of barley in grain-crop rotation / V.N. Samykin, V.D. Solovichenko, I.V. Logvinov, G.M. Martakov // Agriculture. - 2013. - No. 5. - S. 25-26.
9. Pykhtin I.G., Zubkov A.S. The influence of the main tillage methods on the yield and brewing quality of barley grain in a farm // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2010. - No. 6. - S. 40-42.
10. Dubovik D.V., Chuyan O.G. The quality of crops depending on agricultural practices and climatic conditions // Earth-delie. - 2018. - No. 2. - S. 9-13.
11. Nikitin V.V., Navalnev V.V. The effect of prolonged use of fertilizers on the productivity and quality of barley and peas // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. - 2015. - No. 11. - T.29. - S. 62-64.
12. The effect of prolonged use of mineral fertilizers on the fertility of sod-podzolic soil, crop rotation and grain quality / A.V. Pasyukov, E.V. Svetlakova, N.V. Kotelnikova et al. // Agricultural chemistry. - 2016.- No. 10. - S. 38-47.
13. Armor B.A. Methods of field experience. - M.: Kolos, 1985. - 416 p.
14. The methodology of resource-ecological assessment of the effectiveness of agriculture on a bioenergy basis // V.M. Volodin, R.F. Eremin, A.E. Fedorchenko, A.A. Ermakova. - Kursk. - 1999. - 48 p.
15. Methodology and methodology for energy assessment of agricultural technologies in agrolandscapes. - M., 2007. - 21 p.
16. GOST 28672-90. Barley. Requirements for procurement and supplies. Interstate standard. - M.: Standartinform, 2010. - 12 p.
17. GOST 5060-86. Brewing barley. Technical conditions Interstate standard. - M.: Standartinform, 2016. - 5 p.
18. Pigorev I.Ya., Stepkina II, Ageeva A.A. Economic and energy assessment of spring barley cultivation on chernozem of a typical forest-steppe // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2013. - No. 2. - S. 44-46.
19. Dolgopolova N.V. Justification of the optimization criteria for the soil cultivation system in the crop rotation for the main crops in landscape farming // Regional Bulletin. - 2018. -- No. 2 (11). - S. 2-3.

УДК 631.5:631.147:631.452:631.445.4

**РОЛЬ БИОПРЕПАРАТОВ В ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИКИ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР И ПОВЫШЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ**

ПИГОРЕВ И.Я.,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения, общего земледелия и растениеводства имени профессора В.Д. Мухи, ФГБОУ ВО Курская ГСХА, e-mail: kursknich@gmail.com.

ТАРАСОВ А.А.,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Курская ГСХА, e-mail: tarasovaa46@mail.ru.

**Реферат.** Представленная работа показывает роль сидеральных культур и биопрепаратов в повышении плодородия зональных почв центрально-черноземной зоны. Органическое вещество является основным фактором почвообразования и в свою очередь определяет потенциал плодородия почвы. В условиях органического земледелия круговорот вещества и энергии идет по законам биосферы и сводит к минимуму антропогенную нагрузку. Для поддержания и сохранения плодородия сельскохозяйственных земель необходима органика растительного или животного происхождения. Высокая продуктивность в качестве сидеральных культур на черноземе типичном установлена у люпина желтого, донника белого, редьки масличной, рапса ярового. С целью деструкции органической массы сидеральных культур хорошо показали себя биопрепараты Трихофит и Витазим с нормой расхода 1-3 л/т. Опрыскивание сидеральной массы с последующей запашкой повышает скорость ее разложения на черноземе типичном на 18,4-21,3 %. Данный прием увеличивает количество макроэлементов в почве и способствует росту продуктивности последующих полевых культур. Двухлетние исследования показывают рост количества доступных форм азота, фосфора и калия в зональных почвах, что особенно актуально при ведении органического земледелия.

**Ключевые слова:** почва, сидеральные культуры, органическое вещество, азот, фосфор, калий.

**THE ROLE OF BIOPREPARATIONS IN DECOMPOSITION OF ORGANIC MATTERS OF SIDEERAL CULTURES AND INCREASE OF FERTILITY OF BLACK EARTH SOILS**

PYGOREV I.Y.,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Soil Science, General Agriculture and Plant Industry named after Professor V.D. Mukhi, Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanova, e-mail: kursknich@gmail.com.

TARASOV A.A.,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanova, e-mail: tarasovaa46@mail.ru.

**Essay.** The presented work shows the role of green manure crops and biological products in improving the fertility of zonal soils of the central black earth zone. Organic matter is a major factor in soil formation and, in turn, determines the soil fertility potential. Under conditions of organic farming, the circulation of matter and energy follows the laws of the biosphere and minimizes the anthropogenic load. To maintain and preserve the fertility of agricultural land, organic matter of plant or animal origin is necessary. High productivity as green manure crops on green chernozem is found in yellow lupine, white clover, oilseed radish, spring rape. For the purpose of destroying the organic mass of green manure crops, Trihofit and Vitazim biological preparations showed themselves well with a consumption rate of 1-3 l / t. Spraying the green manure with subsequent tillage increases the rate of its

decomposition on typical chernozem by 18.4-21.3%. This technique increases the number of macronutrients in the soil and contributes to the growth of productivity of subsequent field crops. Two-year studies show an increase in the number of available forms of nitrogen, phosphorus and potassium in zonal soils, which is especially important when maintaining organic farming.

**Keywords:** soil, green manure crops, organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium.

**Ведение.** Сидеральные пары для органического земледелия являются одним из источников пополнения почвы органическим веществом и элементами питания. Они исключают возможность получения полноценного урожая другой культуры с этого поля, но могут быть альтернативой чистых паров и с избытком компенсируют прирост урожая последующих культур [1, 2].

Эффективность сидеральных культур для органического земледелия, как источника улучшения минерального питания растений зависит от степени минерализации (деструкции) органического вещества [3, 4].

После сидерации повышается деятельность клубеньковых бактерий и других почвенных микроорганизмов. При запашке зеленого удобрения исключаются потери азота, что в два раза повышает его использование по сравнению с навозом. Однако разложение органического вещества, поступившего в почву, идет длительное время. Если использование питательных веществ растениями из минеральных удобрений достигает в первый год 60-70 %, то из органических до 30 % азота, до 45 % фосфора и до 50 % калия.

Процесс распада клетчатки, осуществляемый микроорганизмами, является одним из важнейших показателей плодородия почвы, определяющий уровень ее биогенности [5-9].

Целью работы является сохранение и повышение плодородия зональных почв путем ускоренной деструкции органической массы сидеральных культур в условиях органического земледелия.

**Материал и методика исследования.** Исследования выполнены на кафедре почвоведения, общего земледелия и растениеводства имени профессора В.Д. Мухи ФГБОУ ВО Курская ГСХА в 2017-2018 гг.

Опыты проведены на черноземе типичном (ООО «Курское поле» Горшеченского района Курской области). В качестве сидератов в системе органического земледелия изучались культуры семейства бобовых: люпин желтый, донник белый, семейства капустных: редька масличная и рапс яровой.

Люпин желтый сорта Жемчуг универсального использования на корм, сидерат, зерно. Высевали с нормой 150 кг/га, рядовым способом в количестве 1,2 млн. шт/га.

Донник желтый сорта Омский скороспелый. Высевали рядовым способом с нормой 18 кг/га в количестве 12 млн. шт/га. Подготовка почвы проводилась под посев мелких семян на глубину 2 см.

Редька масличная сорта Тамбовчанка высевалась с нормой 20 кг/га, рядовым способом в количестве 2,5 млн. шт/га на глубину до 3 см.

Рапс яровой сорта Гермес высевался с нормой 10 кг/га рядовым способом в количестве 1,5 млн. шт/га всхожих семян на глубину 2-3 см.

Изучение степени деструкции органической массы сидеральных культур биопрепаратами проводили путем опрыскивания измельченной сидеральной массы биопрепаратами Трифхофит и Витазим по схеме: 1. Контроль; 2. Трихофит 3 л/т; 3. Витазим 1 л/т; 4. Трихофит 3 л/т + Витазим 1 л/т. После обработки измельченной сидеральной массы деланки запахивали отвальным плугом на глубину 22-24 см. Отбор почвенных образцов на протяжении вегетационного периода осуществляли с помощью ручного пробоотборника. Агрохимические исследования проводили по общепринятым методикам – азот гидролизующий в слоях почвы 0-20 и 20-40 см по Тюрину и Кононовой, фосфор подвижный по Чирикову, калий обменный по Масловой [10]. Математическую обработку результатов исследований выполняли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [11].

**Результаты исследования.** Обработка сидеральной массы биопрепаратами Трихофит и Витазим ускоряет разложение органики сидеральных культур и обогащает почву макроэлементами. В таблице 1 показано содержание легкогидролизующего азота в черноземе типичном под озимой пшеницей, возделываемой по сидеральному пару с разными культурами с обработкой биопрепаратами сидеральной культуры и без обработки.

## ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Таблица 1 – Влияние обработки сидеральных культур биопрепаратами на содержание легкогидролизуемого азота в черноземе типичном под озимой пшеницей начала весенней вегетации (кг/га, слой 0-20 см)

Вариант	Сидеральная культура			
	люпин желтый	донник белый	редька масличная	рапс яровой
2017 г.				
Контроль	226,2	211,4	190,4	185,4
Трихофит 3 л/т	230,5	215,7	194,5	189,3
Витазим 1 л/т	228,9	213,9	193,0	187,9
Трихофит 3 л/т + Витазим 1 л/т	232,3	217,5	196,3	191,8
2018 г.				
Контроль	259,4	236,5	227,3	210,5
Трихофит 3 л/т	265,0	241,9	232,4	215,8
Витазим 1 л/т	262,5	239,7	230,4	213,2
Трихофит 3 л/т + Витазим 1 л/т	267,8	244,5	235,2	218,8
среднее за 2017-2018 гг.				
Контроль	242,8	223,9	208,9	198,0
Трихофит 3 л/т	247,8	228,8	213,5	202,6
Витазим 1 л/т	245,7	226,8	211,7	200,6
Трихофит 3 л/т + Витазим 1 л/т	250,1	231,0	215,8	205,3

Отмеченное ранее действие биопрепаратов на разложение органической массы сидеральных культур способствовало росту в слое 0-20 см содержания легкогидролизуемого азота. В черноземе типичном содержание азота в 2017 году после сидеральной культуры люпин желтый, весной под озимой пшеницей было выше, чем в других вариантах и достигало 226,2 кг/га. Обработка сидеральной массы биопрепаратами повышала содержание азота на всех вариантах. Максимальный эффект отмечался от совместного применения Трихофита и Витазима. Содержание азота выросло в зависимости от культуры сидерального пара с 191,8 кг/га до 232,3 кг/га. В 2018 г. действие сидеральных культур, обработанных биопрепаратом, на содержание азота было выше и достигало в варианте с люпином желтым после обработки Трихофитом – 265,0 кг/га, Витазимом – 262,5 кг/га и Трихофитом + Витазимом – 267,8 кг/га. Средние за два года данные показали более высокие значения содержания легкогидролизуемого азота в черноземе типичном после люпина желтого (242,8 кг/га), донника белого (223,9 кг/га). На основе полученных данных можно утверждать, что обработка биопрепаратами сидеральных культур перед запашкой положительно влияла на содержание легкогидролизуемого азота. Совместное действие двух биопрепаратов практически было равно сумме их действия поодиночке.

Оценку роли сидератов на содержание фосфора в почве следует начать с того, что фосфор

называют элементом жизни. Он входит в состав сложных белков, нуклеиновых кислот, фосфатидов, сахарофосфатов, фитина и других веществ, без которых невозможно существование ни одного живого организма. Неорганический фосфор, участвуя в процессе фотосинтеза, образует богатые энергией фосфорорганические соединения. Фосфат кальция – составная часть скелета человека и животных. Общее содержание фосфора в теле животных достигает 1 %, в семенах злаков – 0,6-0,9 %; зернобобовых – 1-1,2 %; масличных – 1,3-1,6 %; в соломе – в 3-4 раза меньше. Дефицит фосфора в почве отрицательно сказывается, прежде всего, на сборах товарной части урожая всех культур.

Фосфор эффективен на всех типах почв, особенно при достаточном обеспечении растений азотом и калием. Фосфор крайне необходим молодым растениям, у которых слабо развита корневая система. Недостаток этого элемента в первые фазы роста и развития растений отрицательно сказывается на их дальнейшем развитии и в последствии на урожае. Обильное фосфорное питание не только повышает урожай, но и ускоряет его созревание, что имеет практическое значение для овощных, плодово-ягодных и других культур, делая растения более стойкими к полеганию и засухе.

Важность оценки поступления подвижного фосфора в почву с сидератом продиктована и тем, что растительная масса, включая солому зерновых культур, содержит низкое количество фосфора. Проведенная оценка содержания в

почве фосфора под озимой пшеницей на черноземе типичном возделываемой по сидеральным парам – люпин желтый, донник белый, редька масличная и рапс яровой и обработанных перед заашкой биопрепаратами дала конкретные результаты. В 2017 г. органическая масса сидеральных культур после обработки биопрепаратами позволила за счет дополнительной ее деструкции увеличить количество доступного для растений фосфора (таблица 2).

По содержанию фосфора в слое почвы 0-20 см можно утверждать, что действие препаратов было положительным и обогащало почву фосфором. Степень воздействия биопрепаратов не зависела от культуры сидерального пара. Эффективность Трихофита на черноземе типичном была выше Витазима. Обработка сидератов двумя препаратами позволила дополнительно увеличить содержание подвижного фосфора на 3,1-4,3 кг/га. В 2018 году роль сидеральных культур в повышении элементов питания была выше, но действие препаратов было на уровне прошлого года.

Содержание калия в почве зависит от типа почвы, гранулометрического состава и конечно хозяйственной деятельности. Недостаток калия задерживает процесс накопления в тканях растений углеводов, что отрицательно влияет на качество растениеводческой продукции. В таблице 3 показано количество обменного калия в слое 0-20 см на период весеннего кущения озимой пшеницы, высеянной по сидеральным парам, часть которых перед

запашкой была обработана биопрепаратами ускоряющими разложение растительной массы сидератов.

Учитывая низкое содержание калия в сидератах, увеличение обменного калия от дополнительной деструкции осенне-весеннего периода составляло 3,3-3,6 кг/га от обработки Трихофитом и 2,1-2,2 кг/га от обработки Витазимом. Совместное действие этих препаратов ускоряло микробиологическую активность и разложение сидератов. В итоге на изучаемых вариантах увеличение обменного калия достигало в 2017 году: по люпину желтому на 5,6 кг/га; доннику белому на 5,3 кг/га; редьке масличной 5,6 кг/га и рапсу яровому на 5,7 кг/га. Повторение опыта на следующий год показало более высокое содержание калия на изучаемых вариантах как без обработки биопрепаратами, так и с обработкой. В 2018 году содержание калия на вариантах в разными сидеральными культурами колебалось от 502,1 кг/га (люпин желтый) до 473,4 кг/га (рапс яровой), а после их обработки увеличилось как от действия Трихофита, так и от Витазима. Максимальный эффект достигался от совместного действия двух препаратов. Повышенное содержание калия в 2018 году объясняется более благоприятными условиями 2017-2018 годов для разложения сидеральной массы в почве. Действие же биопрепаратов в оба года наблюдений было равнозначным, и различия были в вариантах с разными биопрепаратами.

Таблица 2 – Влияние обработки сидеральных культур биопрепаратами на содержание подвижного фосфора в типичном черноземе под озимой пшеницей начала весенней вегетации (кг/га, слой 0-20 см)

Вариант	Сидеральная культура			
	люпин желтый	донник белый	редька масличная	рапс яровой
2017 г.				
Контроль	337,6	328,4	318,1	309,7
Трихофит 3 л/т	340,1	330,9	320,6	312,2
Витазим 1 л/т	339,0	329,8	319,5	310,9
Трихофит 3 л/т + Витазим 1 л/т	340,8	331,7	321,4	314,0
2018 г.				
Контроль	352,2	341,7	352,1	342,2
Трихофит 3 л/т	354,8	343,9	354,7	344,8
Витазим 1 л/т	353,7	342,8	353,8	343,7
Трихофит 3 л/т + Витазим 1 л/т	355,4	345,3	355,8	345,9
среднее за 2017-2018 гг.				
Контроль	344,9	335,1	335,1	326,0
Трихофит 3 л/т	347,5	337,4	337,7	328,5
Витазим 1 л/т	346,4	336,3	336,7	327,3
Трихофит 3 л/т + Витазим 1 л/т	348,1	338,5	338,6	329,8

## ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Таблица 3 – Влияние обработки сидеральных культур биопрепаратами на содержание обменного калия в черноземе типичном под озимой пшеницей начала весенней вегетации (кг/га, слой 0-20 см)

Вариант	Сидеральная культура			
	люпин желтый	донник белый	редька масличная	рапс яровой
2017 г.				
Контроль	476,7	469,7	470,8	459,4
Трихофит 3 л/т	480,1	473,0	474,2	463,0
Витазим 1 л/т	478,9	470,1	472,9	461,6
Трихофит 3 л/т + Витазим 1 л/т	482,3	475,0	476,4	465,1
2018 г.				
Контроль	502,1	490,2	481,3	473,4
Трихофит 3 л/т	505,8	494,1	485,0	477,1
Витазим 1 л/т	504,4	493,6	483,6	475,7
Трихофит 3 л/т + Витазим 1 л/т	507,6	495,8	486,7	478,9
среднее за 2016-2018 гг.				
Контроль	489,4	479,9	461,1	466,4
Трихофит 3 л/т	492,9	483,6	479,6	470,1
Витазим 1 л/т	491,7	481,9	478,3	468,7
Трихофит 3 л/т + Витазим 1 л/т	494,9	485,4	481,6	472,0

Средние результаты за два года показали, что уже на второй год после запашки сидерата в черноземе типичном повышается содержание обменного калия в зависимости от сидерата. Максимальные значения были получены при использовании в качестве сидерата люпина желтого (489,4 кг/га). Ускоренная с помощью биопрепаратов деструкция органического вещества позволяет биологическим путем повысить содержание калия в почве.

**Выводы.** Роль биопрепаратов в деструкции органической массы сидератов и накоп-

ления элементов минерального питания в почве положительна и достоверна. На следующий год после запашки сидератов в слое 0-20 см чернозема типичного повышается содержание легкогидролизуемого азота от действия Трихофита на 3,4-5,0 кг/га, Витазима – 2,6-2,9 кг/га, совместного действия Трихофит + Витазим – 6,7-7,3 кг/га. Фосфора соответственно на 2,3-2,6; 1,2-1,6 и 3,2-3,8 кг/га, калия на 3,5-3,7; 2,0-2,3 и 5,5-5,6 кг/га.

### Список использованных источников

1. Турусов В.И. Состояние плодородия черноземных почв и способы его воспроизводства в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // Адаптивно-ландшафтное земледелие: вызовы XXI века: материалы международной научно-практической конференции. – Курск: ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» – Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, 2018. – С. 17-22.
2. Харченко А.Г. Восстановление плодородия почвы // Ресурсосберегающее земледелие. – 2011. – № 2. – С. 36-40.
3. Буянтуева Л.Б., Никитина Е.П., Гынинова А.Б. Исследование численности и ферментативной активности микроорганизмов-деструкторов органического вещества растительных остатков каштановых почв степных пастбищ Бурятии // Вестник Бурятского государственного университета. – 2014. – №4 (1). – С. 83-87.
4. Тарасов С.А., Шершнева О.М. Использование микробиологических препаратов для ускорения деструкции соломы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 6. – С. 42-46.
5. Пигорев И.Я., Ишков И.В. Улучшение агроэкологического состояния почв как способ повышения продуктивности полевых культур // Сб.: Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы XII международной научно-практической конференции. – Барнаул: Алтайский ГАУ, 2017. – С. 236-238.

6. Долгополова Н.В., Пигорев И.Я. Роль плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии // Сб.: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: материалы Международной научно-практической конференции. – Белгород: Изд-во Белгородский ГАУ, 2016. – С. 3-4.
7. Пигорев И.Я., Тарасов С.А. Влияние биопрепаратов на перезимовку и продуктивность озимой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 1 – С. 29-32.
8. Fundamental Principles of pulsed light Technique in food Preservation: mini Review / A.P. Bashkirev, N. Pimenov, A. Laishevchev, V. Semykin, I. Pigorev, A. Shvarch, A.Sh. Mohammad, A. Glinushkin // Entomology and Applied Science letters. – 2016. – Т. 3. – № 3. – С. 47-49.
9. Microbial Preparations and growth Regulators as a Means of Biologization in Agriculture / V.A. Semykin, I.Y. Pigorev, A.A. Tarasov, A.P. Glinushkin, S.A. Plygun, I.I. Sycheva // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. – 2016. – № 11 (59). – С. 3-9.
10. Агрохимические методы исследования почв. – Изд. 5-е перераб. и доп. – М. Наука, 1975. – 656 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
12. Долгополова Н.В. Влияние сидеральных культур на урожайность яровой пшеницы в Центральном Черноземье // Региональный вестник. – 2017. - № 4 (9). – С. 2-4.
13. Золотарева Е.Л., Пигорев И.Я., Дымов А.Д. Информационно-консультационная служба, как форма повышения уровня развития сельскохозяйственного производства // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2012. - № 3. - С. 58-60.

#### List of used sources

1. Turusov V.I. State of fertility of chernozem soils and methods of its reproduction in adaptive-landscape systems of agriculture // Adaptive-landscape agriculture: challenges of the XXI century: materials of the international scientific-practical conference. - Kursk: Federal State Budgetary Institution "Kursk Federal Agrarian Research Center" - All-Russian Research Institute of Agriculture and Soil Protection from Erosion, 2018. - P. 17-22.
2. Kharchenko A.G. Soil fertility restoration // Resource-saving agriculture. - 2011. - № 2. - P. 36-40.
3. Buyantueva L.B., Nikitina E.P., Gyninova A.B. Investigation of the number and enzymatic activity of microorganisms-destroyers of organic matter of plant residues of chestnut soils of the steppe pastures of Buryatia // Bulletin of Buryat State University. - 2014. - №4 (1). - P. 83-87.
4. Tarasov S.A., Shershneva O.M. The use of microbiological preparations to accelerate the destruction of straw // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2014. - № 6. - P. 42-46.
5. Pigorev I.Y., Ishkov I.V. Improving the agro-ecological state of the soil as a way to increase the productivity of field crops // Collection: Agrarian Science - Agriculture: Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference. - Barnaul: Altai State Agrarian University, 2017. - P. 236-238.
6. Dolgopolova N.V., Pigorev I.Y. The role of fertility in adaptive landscape agriculture // Collection: Problems and prospects of innovative development of agricultural technologies: materials of the International Scientific and Practical Conference. - Belgorod: Publishing house Belgorod GAU, 2016. - P. 3-4.
7. Pigorev I.Y., Tarasov S.A. Influence of biological products on winterizing and productivity of winter wheat // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2014. - № 1 - P. 29-32.
8. Fundamental Principles of pulsed light Technique in food Preservation: mini Review / A.P. Bashkirev, N. Pimenov, A. Laishevchev, V. Semykin, I. Pigorev, A. Shvarch, A.Sh. Mohammad, A. Glinushkin // Entomology and Applied Science letters. - 2016. - Т. 3. - № 3. - P. 47-49.
9. Microbial Preparations for Agriculture and Agriculture. V.A. Semykin, I.Y. Pigorev, A.A. Tarasov, A.P. Glinushkin, S.A. Plygun, I.I. Sycheva // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. - 2016. - № 11 (59). - P. 3-9.
10. Agrochemical methods of soil research. - Ed. 5th pererabot. and add. - M. Science, 1975. - 656 p.
11. Dospekhov B.A. Methods of field experience. - M.: Kolos, 1985. - 351 p.
12. Dolgopolova N.V. The influence of green manure crops on spring wheat productivity in the Central Black Earth Region // Regional Bulletin. - 2017. - No. 4 (9). - S. 2-4.
13. Zolotareva E.L., Pigorev I.Y., Dymov A.D. Information and consulting service as a form of increasing the level of development of agricultural production // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2012. - № 3. - P. 58-60.

УДК 631.4:631.95

**К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ  
ДЛЯ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ  
В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

САНЖАРОВ А.И.,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории радиоэкологии и агроэкологического мониторинга; ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»; e-mail: ais\_55@mail.ru; 8(910)862-14-01

ГЛАЗУНОВ Г.П.,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии и ГИС; ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»; e-mail: gennadij-glazunov@yandex.ru; тел 8(4712)53-11-62.

СОЛОВЬЁВА Ю.А.,

кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории «Защита почв от эрозии»; ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»; e-mail: iuliana.solovieva@yandex.ru; tel. 8(4712)53-15-11.

**Реферат.** Рассмотрены вопросы морфометрического анализа рельефа на основе ГИС-технологий. Дана характеристика территории хозяйства и определен её потенциал использования для сельскохозяйственного производства в связи с особенностями рельефа для целей агроэкологической оценки земель. В статье обосновывается необходимость комплексной агроэкологической оценки с учётом особенностей рельефа. Приводится преимущество комплексного подхода к оценке ресурсов агроландшафта. На основе проведённых исследований, данных научной литературы с использованием современных методик, системного, картографического, статистического методов, выполнена количественная оценка благоприятности рельефа для ведения сельскохозяйственной деятельности и картирования ключевых результатов исследования агроландшафта. Дана краткая комплексная характеристика ландшафтов и режимов их использования. С помощью GPS-приемника и космических снимков уточнены современные контуры угодий территории хозяйства. В программе MapInfo была построена цифровая модель рельефа путем оцифровки горизонталей топографической карты масштаба 1:10 000. Рассчитаны общие средние уклоны земной поверхности. Для выявления участков, наиболее склонных к развитию эрозионных процессов, построены картограммы конвергентных и дивергентных, выпуклых и вогнутых склонов. По данным, полученным в результате совокупности балльных оценок для уклонов, экспозиций, для планового и профильного расчленения земной поверхности и была построена интегральная мозаика – промежуточная картографо-математическая конструкция-модель, отражающая совокупность морфологических характеристик рельефа в пространстве, впоследствии наложенная на ЦМР в программе Surfer. В среде ГИС на основе методов цифрового моделирования рельефа проведен морфометрический анализ его характеристик, созданы электронные карты: цифровой модели рельефа, крутизны, экспозиции склонов, плановой кривизны поверхностей склонов, характера кривой линии профиля склонов. Проведена оценка потенциала использования сельскохозяйственных угодий, на основе которой разработан подход к агроэкологической оценке земель, на основе геоморфологической дифференциации ландшафта.

**Ключевые слова:** агроландшафт, адаптивно-ландшафтные системы земледелия, агроэкологическая оценка земель, ГИС-технологии, уклон, экспозиция склона.

**ON THE USE OF GIS TECHNOLOGIES FOR AGROECOLOGICAL ASSESSMENT  
OF LAND IN ADAPTIVE LANDSCAPE SYSTEMS OF AGRICULTURE**

SANZHAROV A.I.,

Ph. Dr. (Biology), Senior Scientific Worker of the Russian Institute of Radiology and Agroecology Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation; e-mail: ais\_55@mail.ru; 8(910)862-14-01.

GLAZUNOV G.P.,

Ph. Dr. (Agriculture), Leading Scientific Worker of the agrochemistry and geographic information systems Laboratory of the FSBSI Federal agricultural Kursk research center Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation; e-mail: gennadij-glazunov@yandex.ru; tel. 8(4712)53-11-62.

SOLOV'EVA Yu.A.

Ph. Dr. (Geography), Senior Scientific Worker of the soil erosion control Laboratory of the FSBSI Federal agricultural Kursk research center Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation; e-mail: iuliana.solovieva@yandex.ru; tel. 8(4712)53-15-11.

**Essay.** Issues of morphometric analysis of terrain based on GIS-technologies are considered. The characteristics of the territory of the farm are given and its potential for use for agricultural production is determined in connection with the features of relief for the purposes of agroecological land assessment. The article justifies the need for a comprehensive agro-ecological assessment taking into account the peculiarities of the relief. The advantage of an integrated approach to the assessment of agro-land resources is given. Based on the research carried out, the data of scientific literature using modern methods, system, cartographic and statistical analyses, quantitative assessment of relief for agricultural activity and mapping of key results of agrolandscape research were performed. A brief comprehensive description of landscapes and modes of their use is given. With the help of GPS-receiver and space images, modern contours of the territory of the farm have been clarified. In the MapInfo program, a digital relief model was built by digitizing the contours of a 1:10,000 scale topographic map. The total mean slopes of the Earth's surface are calculated. To identify the areas most prone to the development of erosion processes, cartograms of convergent and divergent, convex and concave slopes have been built. According to the data obtained as a result of the set of point estimates for slopes, expositions, an integrated mosaic - an intermediate cartographic and mathematical design-model, reflecting the set of morphological characteristics of the relief in space - was built for the planned and profile dissection of the Earth's surface. Subsequently superimposed on the CMR in the Surfer program. In the environment of GIS on the basis of methods of digital modeling of a relief the morphometric analysis of its characteristics is carried out, electronic cards are created: digital model of a relief, steepness, exposition of slopes, planned curvature of surfaces of slopes, nature of a curve of a profile of slopes. An assessment of the potential use of agricultural land has been carried out on the basis of which an approach to agroecological land assessment has been developed, based on geomorphological differentiation of the landscape.

**Keywords:** agrolandscape, adaptive-landscape farming systems, agroecological assessment of lands, GIS, slope, side of slope.

**Введение.** Основой жизни человечества являются природные ресурсы. Развитие сельского хозяйства в основном ориентировано на рост производительности, в то время как рациональное природопользование должно быть направлено на максимальное использование каждого природно-территориального комплекса, обеспечение экологически безопасных условий существования человечества и получение материальных благ, предотвращение или максимальное снижение возможных рисков, возникающих в процессе производства.

В настоящее время перед учёными стоит задача разработки новых подходов к формированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ), включающих наукоемкие высокоинтенсивные экологически безопасные агротехнологии с заданным качеством про-

дукции, основанные на ГИС-технологиях с использованием прецизионных автоматизированных технических средств производства [1, 2, 3].

Микрогеоморфологическое районирование является сущностной основой дифференциации агроландшафтов по особенностям потенциала их использования. Моделирование рельефа в рамках геоинформационных систем – базовая процедура, предшествующая тематическому (в том числе ландшафтному) картографированию [4, 5, 6].

В работе проанализирован и определён потенциал использования территории для сельскохозяйственного производства в связи с особенностями рельефа. Данная оценка может представлять собой часть более крупной структуры – системы агроэкологической

оценки земель. В принципе, учет некоторых особенностей рельефа имеет место и в уже существующих методиках, но встроен в них не системно [3, 7, 8, 9]. В данной работе мы рассматриваем именно роль рельефа, как единого целого, его прямые и косвенные воздействия на потенциал ландшафта, абстрагируясь от прочих ландшафтных компонентов.

Цель исследования: путем анализа характеристик рельефа в среде ГИС и использования балльных оценок для его основных показателей, определить потенциал использования пахотных угодий на примере сельскохозяйственного производственного кооператива «Русь», расположенного в Советском районе Курской области.

**Материал и методика исследования.** Исследования проводились на базе лаборатории радиэкологии и агроэкологического мониторинга ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии» и ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» с использованием системного, картографического, статистического, сравнительно-аналитического методов анализа, ГИС-технологий на основе современных методик с использованием программных средств Microsoft Office, MapInfo и Surfer. Применение ГИС-технологий проводилось с использованием разработок отечественных, зарубежных авторов и авторского подхода [1, 3, 8, 9].

Для проведения исследования была выбрана территория сельскохозяйственного производственного кооператива (СПК) «Русь», расположенного в Советском районе Курской области. Он находится в типичных условиях для производственной деятельности сельскохозяйственных предприятий юго-восточной части области с преобладанием черноземных почв. Территория СПК «Русь» характеризуется пологоволнистым типом рельефа, где площадь пашни, расположенной на склонах до 3°, составляет 96,2 %. Эрозионные процессы наиболее развиты на участках, непосредственно примыкающих к надпойменной террасе реки Грайворонка.

Современные контуры угодий СПК были уточнены с помощью GPS-приемника и космического снимка территории хозяйства. Далее, для того чтобы провести анализ рельефа, в программе MapInfo была построена цифровая модель рельефа (ЦМР) хозяйства путем оцифровки горизонталей топографической карты масштаба 1:10 000. На основании данных радарной интерферометрии проекта

Агентства по исследованию космического пространства США (NASA USA) Shuttle Radar Topographic Mission рассчитаны общие средние уклоны земной поверхности. Для выявления участков, наиболее склонных к развитию эрозионных процессов, построены картограммы конвергентных и дивергентных, выпуклых и вогнутых склонов; каждому типу склонов также были присвоены балльные оценки. По данным, полученным в результате совокупности балльных оценок для уклонов, экспозиций, для планового и профильного расчленения земной поверхности, была построена интегральная мозаика, впоследствии наложенная на ЦМР в программе Surfer.

**Результаты исследования.** Геоморфологическое обоснование адаптивно-ландшафтных систем земледелия основывается на детализации исследований морфометрических характеристик рельефа, среди которых ключевые – плановые и профильные параметры склонов, крутизна склонов, их экспозиция, гипсометрическое положение. В сложившихся эколого-экономических условиях развитие сельскохозяйственного кооператива «Русь» требует перехода к АЛСЗ.

В гипсометрическом отношении территория располагается в высотном интервале от 150 до 245 метров, т.е. перепад высот в пределах столь ограниченного участка составляет практически 100 метров (рисунок 1). Западные склоны долины Грайворонки представлены полого-наклонными ступенчатыми поверхностями поймы и 1-ой надпойменной террасы. Глубина расчленения рельефа здесь незначительна, однако густота довольно существенна. По правому, восточному борту долины реки отмечается значительная изрезанность мощными эрозионными формами, оврагами и балками глубиной до 10-15 метров и длиной до 2-2,5 км. Выше склон постепенно переходит в платообразную поверхность междуречья с отметками абсолютных высот не менее 200 м и максимумом около 247 м. У северного края участка в направлении от юго-востока к северо-западу протянулась крупная эрозионная депрессия – долина р. Платовец – притока реки Грайворонка. Незначительное искажение дает проходящая здесь по насыпи железная дорога. На восточной окраине участка расположена очередная эрозионная депрессия – долина ручья Колибинский и открывающаяся в ней крупная балка.

Мегатип рельефа, характеризующего земную поверхность в районе СПК «Русь» – равнинный, соответственно, как и любой равнин-

## ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

ный рельеф, он характеризуется достаточно толерантными по отношению к любым видам хозяйственной деятельности лимитирующими характеристиками. На основании данных радарной интерферометрии проекта Агентства по исследованию космического

пространства США (NASA USA) Shuttle Radar Topographic Mission были рассчитаны картограммы общих средних уклонов земной поверхности. Результаты расчета картировали и представили в виде схемы (рисунок 2).

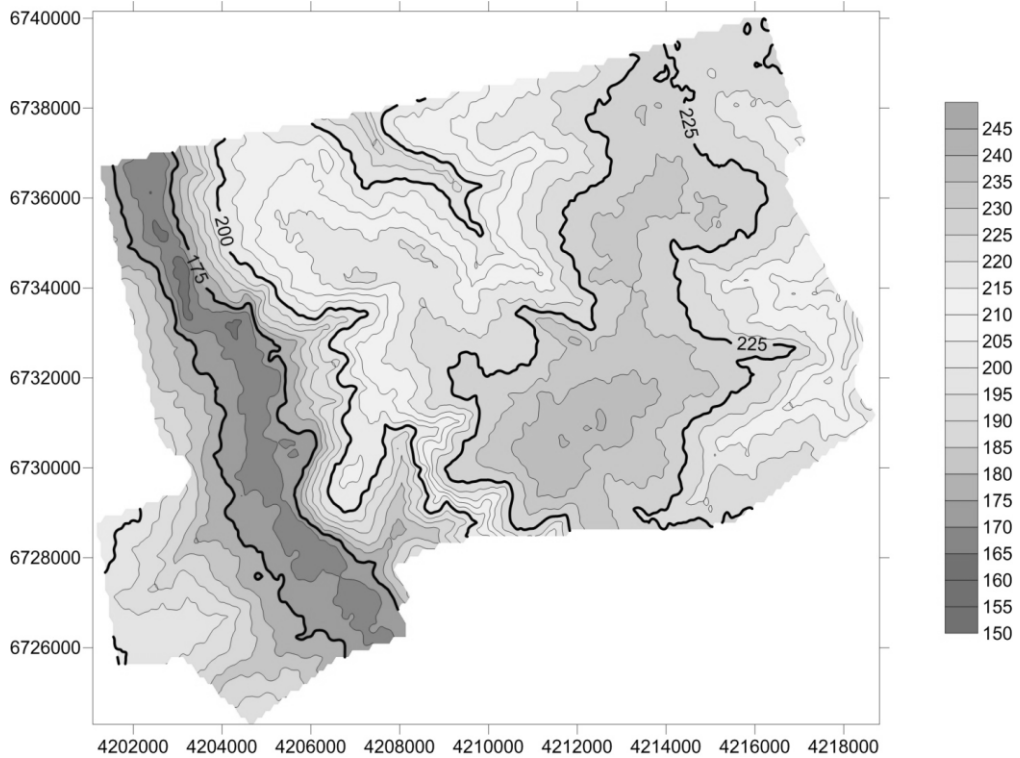


Рисунок 1 – Гипсометрическая схема территории СПК «Русь» (проекция Меркатора, датум – WGS84)

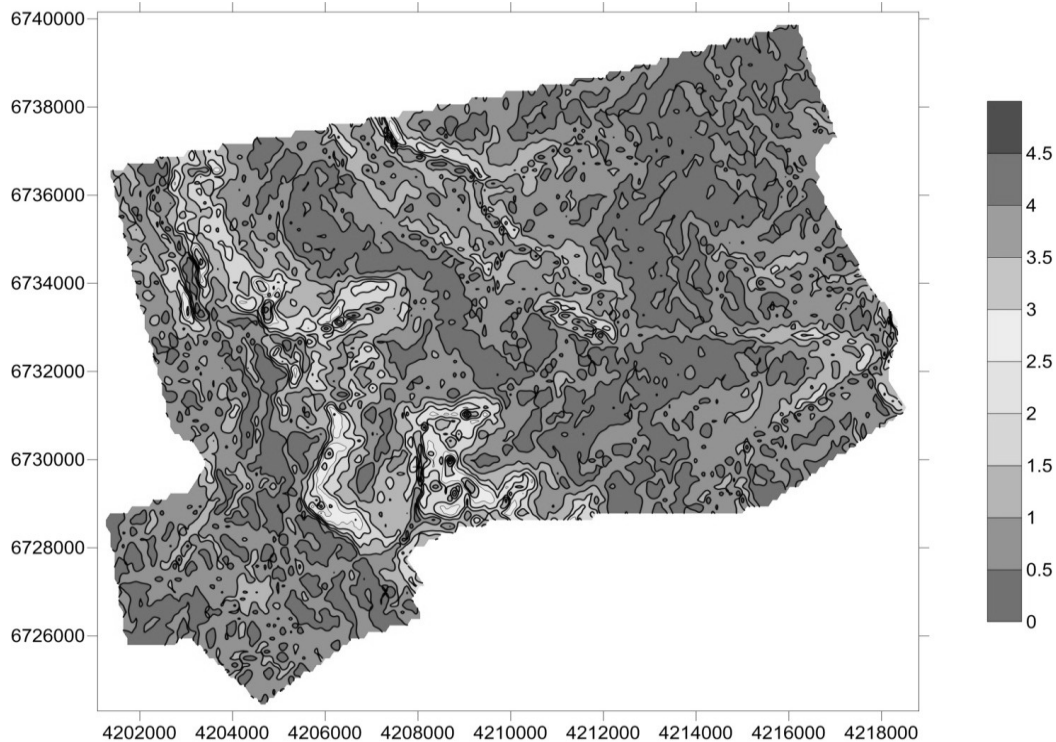


Рисунок 2 – Крутизна склонов, рассчитанная по ЦМР дискретизацией 3 угловые секунды

Важнейшим этапом целевой проблемы является утверждение количественных критериальных характеристик имеющихся морфографических данных. Для этого использовали разработки ведущих специалистов в области агроэкологии, экологии землепользования [1, 2, 10]. В дальнейшем было выполнено вычисление количественных критериальных характеристик морфографических данных территории СПК «Русь». Значения крутизны склонов, извлеченных из атрибутивной таблицы векторного слоя крутизны склонов, классифицированы по категориям поверхностей; каждой из категорий был присвоен определенный балл (таблица 1).

Распределение точек по балльным категориям пригодности для сельскохозяйственного использования территории в зависимости от уклонов отражено на графике (рисунок 3). Наиболее благоприятные значения у точек с показателем «4», таких почти 3000 из 12500

точек общего массива данных (или 23 % от общего массива). 62 % точек характеризуются умеренно благоприятными условиями, хотя именно с уклонов этой категории начинают себя проявлять процессы дегумификации плодородного слоя за счет плоскостной эрозии, либо же наоборот на чрезмерно плоских поверхностях затрудняется дренирование.

Таблица 1 – Классификация склонов по крутизне

Категория поверхностей	Уклон, %	Баллы	
Плоские поверхности	<1,75	3,5	
Склоны	Очень пологие	1,75...3,49	4
	Пологие	3,49...5,24	3
	Слабопокатые	5,24...8,75	2
	Покатые	8,75...14,05	1

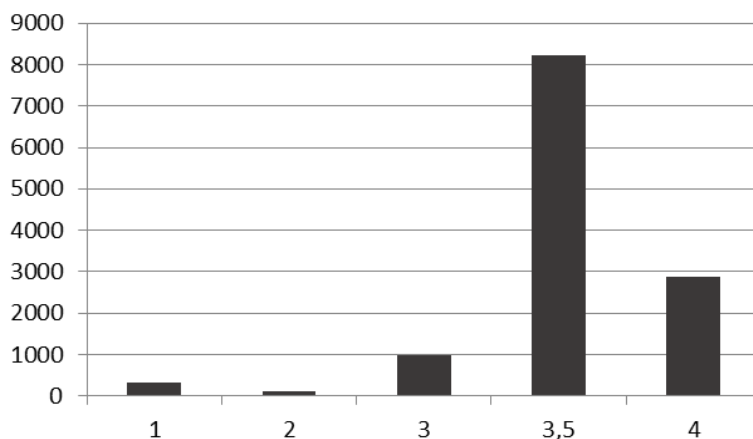


Рисунок 3 – Гистограмма распределения значений уклонов земной поверхности по балльным категориям

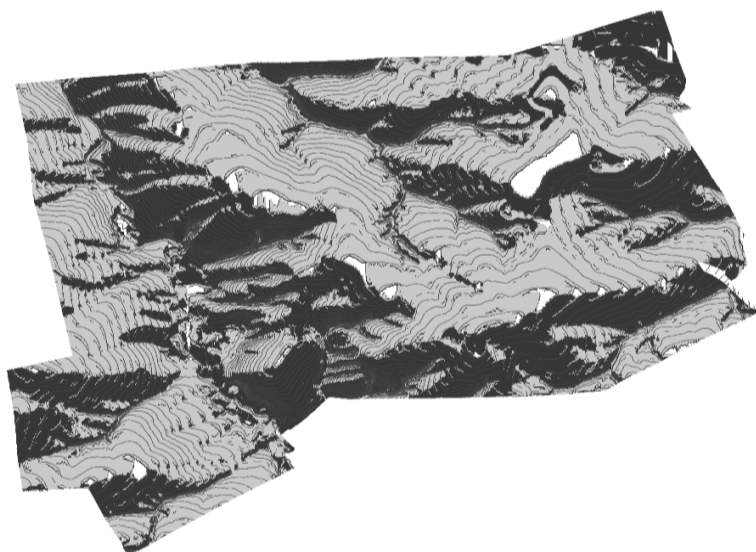


Рисунок 4 – Карта экспозиций склонов СПК «Русь» (светло-серый цвет - северная экспозиция, темно-серый – южная)

На следующем этапе исследования была построена картограмма экспозиций склонов для СПК «Русь» (рисунок 4).

Хорошо различимо, что склоны южной экспозиции более структурированы. Это связано с тем, что в весеннее время, «дружное» снеготаяние на южных склонах легко создает четко оформленные скульптурные формы, в то время как северные склоны более дифференцированы из-за отсутствия мощного моногенетического скульптуроформирующего процесса.

Экспозиция влияет на качество и степень благоприятности угодий двояко: склоны северной экспозиции менее подвержены эрозии, но это не компенсирует огромных энергетических потерь северной экспозиции относительно южной. Поэтому нами была разработана двухкритериальная шкала оценки экспозиционных характеристик склонов. Представлена она в таблице 2.

Морфологическое устройство склонов существенно влияет на интенсивность стока та-

лых и ливневых вод. Согласно процессам линейной эрозии более подвержены конвергентные и выпуклые склоны, поскольку они являются поверхностями формирования потоковых систем атмосферного стока. Эрозионная опасность выпуклых склонов в 1,25-1,5 раза возрастает по соотношению к прямым, вогнутые склоны, наоборот, снижают этот показатель на 25-50 % [1, 2, 11].

Нами была оценена степень плановой кривизны поверхности и морфологии профилей конкретных склонов. На основании геодезических данных и авторских рекогносцировочных наблюдений построены детальные схемы, характеризующие расчленение поверхности территории СПК «Русь».

На рисунке 5 белыми линиями отмечены крупные ложбины стока, которые в настоящее время проходят процесс оформления в качестве молодых эрозионных форм – промоин и, впоследствии, оврагов.

Таблица 2 – Критерии оценки рельефа в связи с экспозиционными характеристиками земной поверхности

Экспозиционность	Влияние на интенсивность эрозионных процессов	Энергетическое обеспечение растительности (в зависимости от продольного уклона)	Баллы
Северная экспозиция	2	1-2	1,75
Южная экспозиция	1	2-4	2

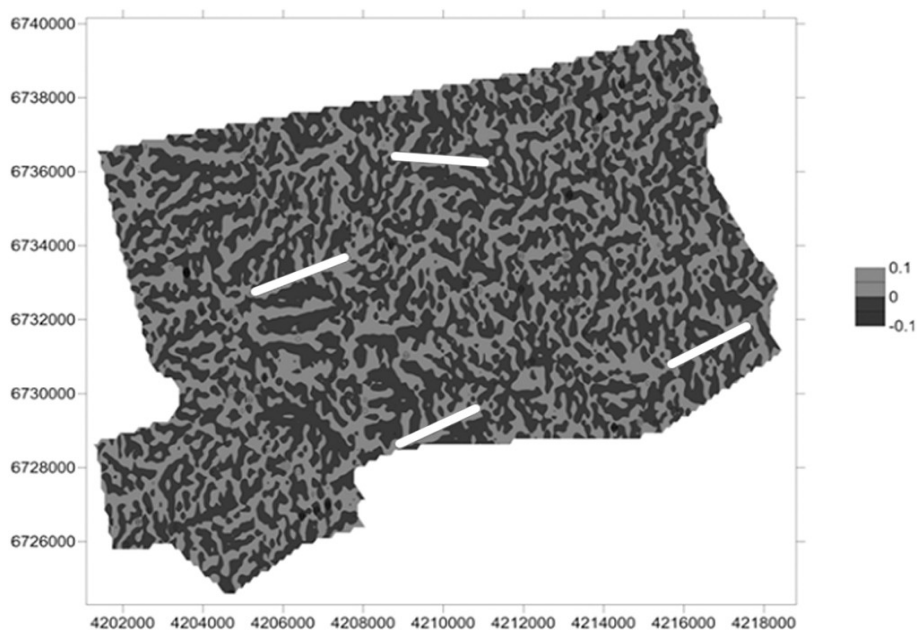


Рисунок 5 – Плановая кривизна поверхности: положительные значения – конвергентные склоны (светло-серый цвет); отрицательные значения – дивергентные склоны (темно-серый цвет);  – крупные ложбины стока

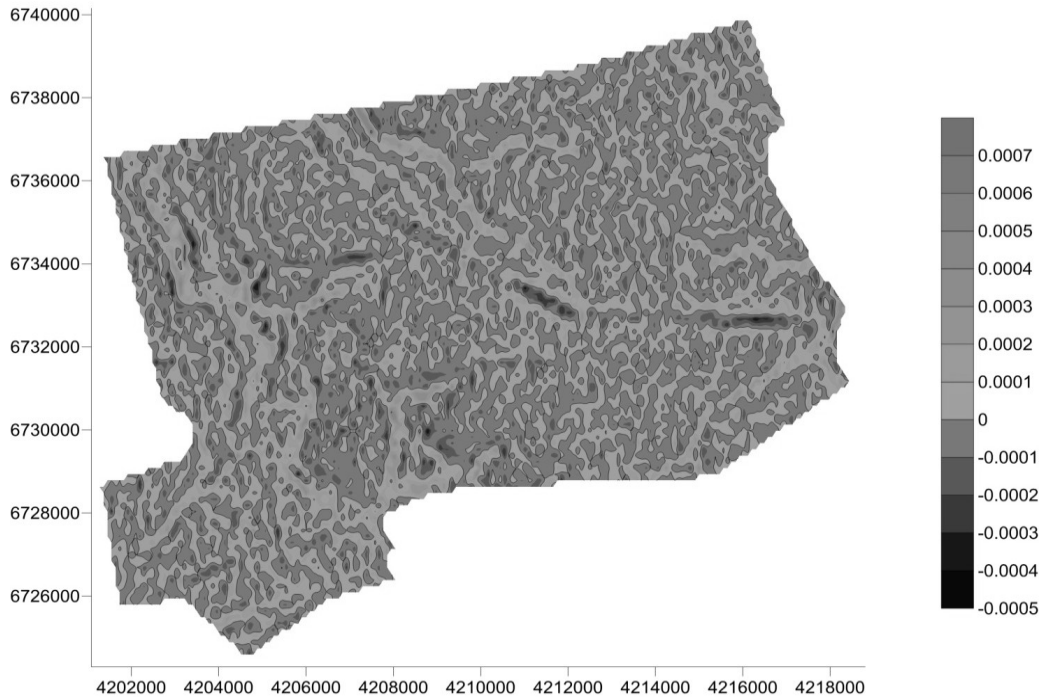


Рисунок 6 – Характер кривой линии профиля склона. Оттенки темно-серого – выпуклые склоны, оттенки светло-серого – вогнутые склоны

На интенсивность развития верхних звеньев эрозионных цепей существенное влияние оказывает характер профиля склона (рисунок 6). На выпуклых склонах широкого распространения овраги достигают максимальной глубины и современной интенсивности вреза. Метрические характеристики здесь, как и в случае с конвергентными и дивергентными потоками, определяют энергетические характеристики эрозионных процессов.

Критериальные характеристики морфологического строения склонов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Балльная оценка морфологии склонов

	Характер склона	Профиль	
		Вогнутые	Выпуклые
План	Дивергентные	2*2	2*1
	Конвергентные	1*2	1*1

В соответствии с данной критериальной типизацией построена интегральная мозаика. Это самая сложная промежуточная картографо-математическая конструкция-модель. Количество контуров при выражении ее в виде контурной карты крайне велико, что определяется постоянной и частой периодичностью морфологических характеристик рельефа в пространстве. Однако данная модель не может

быть оценочной, ибо степень корреляции свойств ландшафта в целом со свойствами рельефа находится на порядках первых десятков процентов (этими значениями и оценивается роль рельефа, как компонента ландшафта). Реальное подчинение экологических условий морфометрии рельефа наиболее четко прослеживается в границах элементарных (фации) и более крупных природно-территориальных комплексов (ПТК).

В деталях такая матрица наиболее качественно отражает все многообразие свойств рельефа и потенциала агроландшафтов, однако, учитывая современный уровень развития в стране сельскохозяйственных технологий, в целом, и, например, точного земледелия, в частности, нужно понимать, что данные нуждаются в некотором усреднении и генерализации. Поэтому по завершении аналитической фазы (Spatial Analysis) и построении подробной матрицы, началась фаза синтеза пространственной информации (Spatial Synthesis). Опираясь на описанные сложившиеся концепции геоморфологической дифференции ландшафта, предложена и вполне правомерна оценка по элементарным агроландшафтам (полям). При этом масштаб единичной оценки – десятки, первые сотни гектар – соответствует типичному размеру такого типа ПТК как урочище, что вполне отвечает нашим задачам.

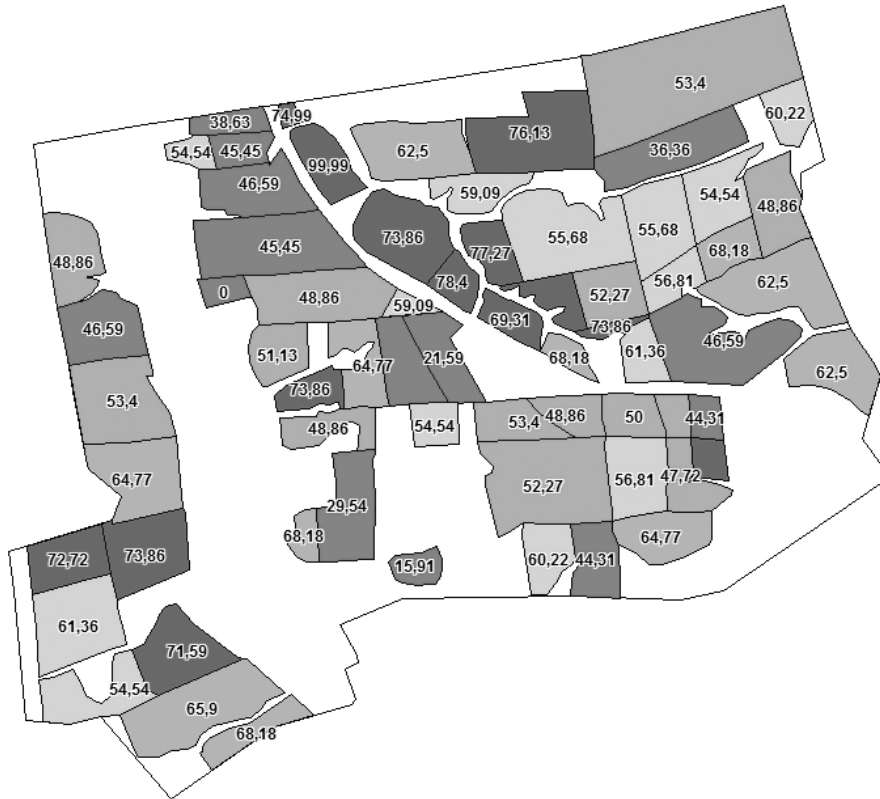


Рисунок 7 – Балльная оценка качества сельскохозяйственных угодий СПК «Русь» в зависимости от рельефа территории

Расчет производился по следующему принципу: разброс значений балльной оценки принимался за 100 %, минимум – за 0, максимум – за 100. Все промежуточные значения приобрели свои характеристики в соответствии с данной линейной шкалой.

Стоит отметить, что, казалось бы незначительные отклонения от среднего балла в 7,5 влияют на процессы в ландшафте крайне сильно, так как балл – усредненная оценка для всего участка поля, а если учесть, что большие их площади находятся в сравнительно одинаковых геоморфологических условиях, то на некоторых участках отклонения от абстрактного геоморфологического оптимума тем более существенны. Синтетическая балльная оценка для территорий отдельных полей отражена на картосхеме (рисунок 7).

Следует отметить, что более выгодные экологические условия для произрастания сельскохозяйственных культур отмечаются на пологих склонах южной экспозиции. Пологие склоны практически не подвержены ни линейной, ни

плоскостной эрозии, хорошо дренируемы и получают значительно большее количество солнечной энергии, чем склоны теневых экспозиций. Показателями уклона поля СПК «Русь» отличны в незначительной степени, а дифференциация агроэкологических параметров полей по балльной оценке, главным образом, зависит от экспозиции.

**Выводы.** Таким образом, на примере СПК «Русь» проведена количественная оценка благоприятности рельефа для ведения сельскохозяйственного производства. В среде ГИС создана серия электронных карт, отражающих основные показатели рельефа исследуемой территории и совокупную балльную оценку по исследуемым показателям для каждого поля. Результаты оценки показали, что наиболее благоприятные факторы рельефа для произрастания сельскохозяйственных культур на пологих склонах южной экспозиции. В применяемой балльной оценке наиболее значимым фактором оказалась экспозиция склона, а не его уклон.

#### Список использованных источников

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство. – М.: «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
2. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. – М.: Колос С, 2010. - 687 с.

3. Методика проектирования базовых элементов адаптивно-ландшафтной системы земледелия / Г.Н. Черкасов, Н.П. Масютенко, А.С. Акименко и др. – М.: Россельхозакадемия, 2010. – 85 с.
4. Колбовский Е.Ю., Пасхина М.В., Брагин П.Н. Рельеф в геоинформационных системах: от традиционных карт к моделям ГИС // Ярославский педагогический вестник, 2010. – Т. 3. – № 4. – С. 140-147.
5. Бутвиловский В.В. Рельеф и почвы как основа выделения и изучения ландшафтов // Известия Алтайского отделения Русского географического общества, 2015. – № 3. – С. 10-15.
6. Смирнов В.В., Вологжина О.В., Гопп Н.В. Диагностика и картография почвенного покрова с использованием трёхмерных моделей рельефа. – Интерэкспо Гео-Сибирь, 2006. – Т. 3. – № 1. – С. 232-234.
7. Научно-практические основы адаптивно-ландшафтной системы земледелия Курской области Черкасов Г.Н., Дубовик Д.В., Масютенко Н.П., и др. Курск: «ТОП+», 2017. – 188 с.
8. Адаптивно-ландшафтная система земледелия КФХ «Рассвет» Коньшевского района Курской области / Г.Н. Черкасов, Н.П. Масютенко, А.С. Акименко и др. – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2011. – 85 с.
9. Адаптивно-ландшафтная система земледелия СПК «Русь» Советского района Курской области / Г.Н. Черкасов, Н.П. Масютенко, А.С. Акименко и др. – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2012. – 92 с.
10. Карманов И.И. Методика и технология почвенно-экологической оценки и бонитировки почв для сельскохозяйственных культур. – М., ВАСХНИЛ 1990 – 114 с.
11. Герасименко В.П., Кумани М.В. Рекомендации по регулированию почвенно-гидрологических процессов на пахотных землях. – Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2000. – 105 с.
12. Черкасов Г.Н., Акименко А.С. Использование базы данных и программы ЭВМ для автоматизированного проектирования системы севооборотов в хозяйствах различной специализации Центрального Черноземья // Региональный вестник. – 2015. - № 1. – С. 31-32.

### List of sources used

1. Agroecological assessment of lands, design of adaptive-landscape systems of agriculture and agricultural technologies. Methodical guide. - M.: "Rosinformagroteh", 2005. - 784 p.
2. Kiryushin V.I. Agronomic soil science. - M.: Kolos S, 2010.- 687 p.
3. The methodology of designing the basic elements of the adaptive-landscape system of land-farming / G.N. Cherkasov, N.P. Masyutenko, A.S. Akimenko et al. - Moscow: Russian Agricultural Academy, 2010. - 85 p.
4. Kolbovsky E.Yu., Paschina M.V., Bragin P.N. Relief in geographic information systems: from traditional maps to GIS models // Yaroslavl Pedagogical Bulletin, 2010. - V. 3. –№ 4. - P. 140-147.
5. Butvilovsky V.V. Relief and soil as the basis for identifying and studying landscapes // News of the Altai Branch of the Russian Geographical Society, 2015. - No. 3. - P. 10-15.
6. Smirnov VV, Vologzhina OV, Gopp N.V. Diagnosis and cartography of soil cover using three-dimensional terrain models. - Interexpo Geo-Siberia, 2006. - T. 3. - No. 1. - P. 232-234.
7. Scientific and practical fundamentals of the adaptive-landscape farming system of the Kursk region G. Cherkasov, D. Dubovik, N. P. Masyutenko, and others. Kursk: "TOP +", 2017. - 188 p.
8. Adaptive-landscape farming system of peasant farm "Dawn" of Konyshovsky district of Kursk region / G.N. Cherkasov, N.P. Masyutenko, A.S. Akimenko et al. - Kursk: GNU VNIIZiZPE RAAS, 2011. - 85 p.
9. Adaptive-landscape farming system of SEC "Rus" of the Sovetsky District, Kursk Region / G.N. Cherkasov, N.P. Masyutenko, A.S. Akimenko et al. - Kursk: GNU VNIIZiZPE RAAS, 2012. - 92 p.
10. Karmanov II Methodology and technology of soil and environmental assessment and soil assessment for crops. - M., VASKHNIL 1990 - 114 p.
11. Gerasimenko V.P., Kumani M.V. Recommendations on the regulation of soil-hydrological processes on arable land. - Kursk: VNIIZiZPE, 2000. - 105 p.
12. Cherkasov G.N., Akimenko A.S. Using a database and a computer program for computer-aided design of a crop rotation system in farms of various specialization in the Central Chernozem region // Regional Bulletin. - 2015. - No. 1. - S. 31-32.

УДК 631.582: 631.584: 577.3

**ВЛИЯНИЕ СЕВООБОРОТОВ НА ПОТОКИ ВЕЩЕСТВА И ЭНЕРГИИ  
В АГРОБИОГЕОЦЕНОЗАХ**

ДУДКИНА Т.А.,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,  
ФГБНУ «Курский ФАНЦ», e-mail: dt5dt@mail.ru.

**Реферат.** В статье рассматриваются различные виды взаимоотношений между компонентами агроэкосистем и роль состава и чередования культур в севооборотах в их формировании. Антропогенное воздействие на потоки вещества и энергии должно снижать разомкнутость биологических циклов и, насколько это возможно, приблизиться в этом отношении к природным экосистемам. Плодородие почвы находится в зависимости от силы и направленности абиотических потоков и биологического круговорота веществ в биогеоценозах. Устойчивость аграрных экосистем обеспечивается, если в почву возвращаются в достаточном количестве элементы питания и органическое вещество. Севооборот относится к числу факторов, обладающих наряду с удобрениями и обработкой почвы, наибольшим регулирующим воздействием на круговорот веществ. Причём, при интенсивном ведении земледелия значение севооборота повышается. В статье освещается влияние севооборотного фактора и выращиваемых культур на количественные и качественные показатели органических остатков растительного происхождения, содержание органического вещества и питательных элементов в почве. Сельскохозяйственные культуры оказывают различное влияние на органическую часть почвы. Наибольшее количество растительных остатков в почве остаётся после многолетних трав. Регулируя состав и чередование культур в севооборотах, можно целенаправленно влиять на объёмы и качество поступающих в почву остатков растений возделываемых культур и, как следствие, на органическое вещество почвы. Выделена положительная роль приёмов биологизации земледелия, в частности, возделывание однолетних и многолетних бобовых культур, промежуточных посевов и сидерации, использование соломы на удобрение и почвенное плодородие. Севооборот влияет как на потоки веществ в агроэкосистемах, так и энергии. Описывается действие севооборотов на показатели биоэнергетики. Рассмотрен агроэнергетический подход применительно к продукционному процессу в агрофитоценозах и к показателям, характеризующим плодородие почвы.

**Ключевые слова:** севооборот, потоки веществ и энергии, плодородие, промежуточные культуры, сидерация.

**INFLUENCE OF CROP ROTATIONS ON MATTER AND ENERGY FLOWS  
IN AGROBIOGEOCENOSES**

DUDKINA T.A.,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Crop Rotations and Plant Protection, FSBSI "All-Russia Research Institute of Arable Farming and Soil Erosion Control",  
e-mail: dt5dt@mail.ru.

**Essay.** The article discusses various types of relationships between the components of agroecosystems and the role of the composition and alternation of crops in crop rotations in their formation. The anthropogenic impact on the flows of matter and energy should reduce the openness of biological cycles and, as far as possible, get closer to natural ecosystems in this regard. Soil fertility depends on the strength and direction of abiotic flows and the biological cycle of substances in biogeocenoses. The sustainability of agricultural ecosystems is ensured if nutrients and organic matter are returned to the soil in sufficient quantities. A crop rotation is among the factors that, along with fertilizers and tillage, has the greatest regulatory effect on cycling of substances. Moreover, in intensive farming the importance of a crop rotation increases. The article highlights the effect of a crop rotation factor and cultivated crops on quantitative and qualitative indicators of organic residues of vegetative origin, the content of organic matter and nutrients in the soil. Crops have different effects on the organic part of the soil. The largest amount of plant residues in the soil remains after perennial grasses.

By regulating the composition and alternation of crops in crop rotations, one can purposefully influence the amount and quality of crop residues of cultivated crops coming into the soil and, as a consequence, the organic matter of the soil. The positive role of agricultural greening practices, in particular, the cultivation of annual and perennial legumes, intermediate crops and green manure, the use of straw for fertilizer on soil fertility, is highlighted. A crop rotation affects both the flows of substances and energy in agroecosystems. The effect of crop rotations on bioenergy indicators is described. The agro-energy approach is considered in relation to the production process in agrophytocenoses and to the indicators characterizing soil fertility.

**Keywords:** crop rotation, flows of substances and energy, fertility, intermediate crops, green manure.

**Введение.** В.И. Вернадский [1] указывал, что на Земле нет более мощной и постоянно действующей химической силы, чем живое вещество с присущими ему вихревыми потоками атомов из живых организмов в косные природные тела и обратно.

Задача, которая стоит перед земледелием, заключается в создании ресурсо- и энергоэкономных агротехнологий с учётом сезонных потоков энергии в почвенно-растительной системе, улучшении качества получаемой продукции и более полной реализации средообразующего потенциала растений [2].

Для успешного решения этой задачи следует учитывать все многообразные и сложные взаимоотношения между компонентами биогеоценозов, подразделяющимися на живые (биоценозы) и косные. Отношения между живыми организмами многообразны, значительная часть их носит характер конкуренции за основные факторы жизни (свет, воду, питательные вещества).

Решающее влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур оказывает такой компонент биогеоценозов как почвенная среда. Почва обладает важнейшим свойством – плодородием, которое трактуется как «способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности», согласно ГОСТ 27593-88 (СТ СЭВ 5298-85) «Почвы. Термины и определения».

Агроэкосистема будет устойчивой, если в процессе её функционирования происходит возврат необходимого количества органического вещества и биогенных элементов, отчуждаемых с урожаем. В сбалансированной и стабильной системе должно быть обеспечено сохранение способности почвы являться фактором получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур [3].

Стремление производителей получить максимальный урожай сопровождается увели-

чением выноса питательных веществ и, следовательно, усложняет задачу их возврата.

**Цель исследований** - установление роли севооборотов в движении вещества и энергии в агробиогеоценозах и формировании почвенного плодородия.

**Результаты и их обсуждение.** Для правильной характеристики экологической системы следует принимать во внимание и анализировать все абиотические потоки, входящие в экосистему и выходящие из неё как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, и основные обменные процессы биотического круговорота [4].

Можно выделить следующие процессы биотического круговорота (по Титляновой А.А. [4], применительно к естественным фитоценозам): образование надземной продукции, отмирание надземной фитомассы и переход её в ветошь, образование подстилки из ветоши, разложение подстилки, прирост подземных органов, т.е. образование подземной продукции, отмирание подземных органов, разложение мёртвых подземных органов. Интенсивность процессов биотического круговорота значительно выше интенсивности абиотических процессов. Автор также отмечает, что пути, по которым проходят элементы питания и углерод в фитоценозе, довольно сложны и ещё слабо изучены.

Биотический круговорот является главным механизмом перераспределения углерода между атмосферой и почвой и таких элементов как N, P, K, Ca – между почвой и растениями. Следует специально отметить, что биотический круговорот обеспечивает непрерывное движение атомов по круговым траекториям, в то время как водная миграция (поверхностный сток) непрерывно работает в одном направлении – сверху вниз по катене, и результаты её деятельности суммируются.

Желательно, чтобы в сельскохозяйственном производстве организуемые человеком процессы, а также контролируемые им потоки

вещества и энергии были максимально приближены к таковым в естественных условиях. Должно присутствовать стремление к замкнутости биологических циклов. Хотя понятно, что в условиях поля, когда многие факторы не подвластны человеку, добиться этого практически невозможно, можно лишь сократить разомкнутость.

От силы и направленности абиотических потоков и биологического круговорота веществ в биогеоценозах зависит плодородие почвы. Чтобы его охарактеризовать, нет какого-то одного критерия, а оценка даётся по комплексу почвенных и иных показателей.

Существует много способов положительного влияния на плодородие почвы. В число их входит и севооборот. Причём, такой фактор как севооборот, можно поставить в один ряд с применением удобрений органического и минерального состава и механической обработкой почвы, как главных из них. Важной задачей является также проектирование рациональной структуры посевных площадей.

Особая роль севооборота заключается в том, что, благодаря ему, варьируя составом культур и их чередованием, можно управлять параметрами и режимами природных и изменённых в результате человеческой деятельности потоков вещества и энергии. Роль севооборота, как фактора биологизации земледелия, в решении актуальных задач по воспроизводству плодородия почвы, поддержания благоприятного фитосанитарного состояния полей, получения продукции, отвечающей экологическим требованиям, значительно повышается с увеличением уровня интенсификации земледелия [5, 35].

Малый биологический (биотический) круговорот веществ заключается в многократной циркуляции биогенных веществ между организмами и окружающей средой и включает в себя находящиеся во взаимодействии процессы синтеза и разрушения органических соединений. Такой круговорот, по сути, осуществляется в системе, где два главных компонента: почва и растение. Особенно большое значение он имеет в почвообразовании.

Только часть биомассы выращенных растений вывозится с поля и используется человеком непосредственно для своих нужд. Другая часть, которую называют нетоварной, остаётся в поле. Эта часть у разных культурных видов имеет значительные различия по массе и по химическому составу. Естественно, от набора и чередования культур в севооборотах зависит количество и качество поступаю-

щих в почву растительных остатков, а это обуславливает характер и интенсивность превращений и движения вещества и энергии в почве и в целом в агробиоценозе.

Органическое почвенное вещество в организации биогеоценоза и плодородия почв выполняет различные функции. Около 10-25 % растительного опада расходуется на гумификацию [6, 36]. Образование гумуса при высокой степени разложения органического вещества – отличительная характеристика культурного почвообразования, свидетельствующая об интенсификации происходящих в почве процессов минерализации и трансформации органического вещества, увеличении скорости и ёмкости круговорота веществ и энергии в агроценозе под воздействием окультуривания [7].

Запасы почвенной органики пополняются, главным образом, за счёт остатков сельскохозяйственных растений. Есть такие сельскохозяйственные культуры, которые при определённых условиях способны поддерживать бездефицитный баланс гумуса. Это многолетние травы, которые при использовании в течение двух-трёх лет не только оказывают на почву оструктурирующее воздействие, но и оставляют после себя в почве до 8 т/га абсолютно сухих растительных остатков, богатых азотом, фосфором, калием и другими питательными веществами, что эквивалентно внесению 30-35 т/га навоза хорошего качества с сохранением благоприятной экологической ситуации в агроландшафтах [8].

Исследования в различных земледельческих зонах показывают, что наибольшим содержанием растительных остатков в почве бывает после многолетних трав, наименьшим – после пропашных культур. Среднее положение в этом ряду занимают культуры, выращиваемые с целью получения зерновой продукции. Зная это, можно прогнозировать совокупное действие всего севооборота на динамику органического вещества в почве.

Показательны в этом отношении данные опытов Воронежского ГАУ [9]. Наиболее высокие темпы накопления растительных остатков отмечены под люцерной в первые два года пользования (прирост составлял 67-87 % общей массы), а также бобово-злаковыми травосмесями (прирост 7-15 т/га).

Результаты полевых исследований, проведенных во ВНИИСС [10] позволяют назвать группу культур, растительные остатки которых в наибольшей степени обогащают почву питательными веществами. Это клевер, вико-

овсяная смесь, горох. Названные культуры в наибольшей степени положительно влияли на плодородие почвы и на получение хорошего урожая культуры, идущей вслед за ними в севообороте - озимой пшеницы.

В опытах Ставропольского НИИСХ [11] наибольшее количество элементов питания поступало в почву с растительными остатками эспарцета и смеси озимой вики с озимой пшеницей на корм.

Меняя соотношение посевных площадей разных полевых культур в севообороте, можно управлять объёмами и качеством органического вещества, поступающими с растительными остатками [8]. Его количество может быть существенно увеличено за счёт расширения посевов многолетних трав, промежуточных культур, занятых паров, тогда как увеличение удельного веса пропашных культур, чистых паров в севообороте приводит к резкому снижению поступления растительных остатков в почву. Эти динамические процессы прямо связаны с балансами органического вещества и гумуса в почве.

Не меньшее значение, чем количество послеуборочных остатков, имеет их качество, прежде всего содержание в них азота, значительная часть которого находится в легкогидролизуемой форме. Растительные остатки бобовых культур имели высокое содержание азота, запасы его в них составляли от 0,42 до 1,41 ц/га [12].

Установлено, что культуры, предшествовавшие озимой пшенице, оказывали влияние на химический состав не прошедших стадию гумификации остатков сахарной свёклы. При размещении последней в звене: чёрный пар – озимая пшеница – сахарная свёкла в растительных остатках содержалось более 2% азота, было самое узкое соотношение углерода к азоту – 17 [13].

Характер изменения величины C:N, отражая зональные особенности почвообразования и сельскохозяйственного использования почв, непосредственно связан со степенью разложения органического вещества, интенсивностью микробиологических и ферментативных процессов. Математический анализ подтвердил наличие тесной корреляционной зависимости между величиной C:N и степенью разложения органического вещества (коэффициент корреляции колеблется от 0,70 до 0,90), а также между содержанием гумуса, значением C:N и уреазной активностью [7].

Сахарная свёкла нитратным азотом лучше была обеспечена в звеньях с многолетними,

однолетними травами и горохом. Что касается фосфора и калия в обменной форме, то заметных различий в их содержании в почве под сахарной свёклой в разных звеньях севооборота не отмечено [14].

Биомасса остатков многолетних трав способна быстро разлагаться и выделять элементы питания в доступной для растений форме.

Ощутимый недостаток органических удобрений вынуждает активнее осуществлять биологизацию земледелия, основным фактором которой является севооборот, действие которого усиливается применением сидератов, соломы, навоза. Одним из направлений биологизации является более широкое использование бобовых трав, причём не только в полевых, но и в севооборотах кормового направления и различных специализированных севооборотах [15].

Важным резервом биологизации земледелия является уплотнение севооборотов промежуточными посевами. К промежуточным культурам относятся культуры, которые возделывают в промежутках между выращиванием основных культур или в междурядьях основных культур. Эти культуры пополняют кормовую базу животноводства и, кроме того, играют важную экологическую роль, расширяя возможности плодосмена. Корневые и пожнивные остатки промежуточных культур служат также дополнительным источником пополнения запасов органического вещества в почве. При насыщении севооборота этими культурами повышается эффективность использования пашни. Если условия возделывания благоприятствуют этому, то промежуточные культуры могут использоваться на зелёное удобрение [5].

Эффективным приёмом обогащения почвы органическим веществом, макро- и микроэлементами и, следовательно, повышения почвенного плодородия является сидерация.

Большой удобрительной ценностью и положительным влиянием на баланс органического вещества в дерново-подзолистой почве обладает органическая масса промежуточных сидератов – белой горчицы, рапса озимого и ярового, масличной редьки, фацелии и других промежуточных культур [8]. Их использование на зелёное удобрение в сочетании с удобрением соломой и применением минеральных удобрений позволяет поддерживать положительный баланс гумуса дерново-подзолистых почв Нечернозёмной зоны и обеспечивать удобрительный эффект, равный внесению 30-35 т/га навоза. Это говорит о необходимости

расширения объёмов пожнивной сидерации в районах достаточного увлажнения и при орошении.

В полевых универсальных и специализированных севооборотах зелёное удобрение является полноценной заменой навоза и других органических удобрений [16].

В Нечернозёмной зоне при высокой концентрации зерновых культур в севообороте негативный эффект этого в значительной мере нивелируется за счёт применения пожнивно на сидерат горчицы белой. В этом случае урожайность зерновых культур была такая же, как и в плодосменном севообороте [17].

В Центральном Черноземье эффективным удобрительным средством в условиях недостатка навоза и минеральных удобрений является сидеральный пар, который следует практиковать в широких масштабах [18].

Совместные исследования ВНИИСХМ и ВНИПТИОУ [19] показали, что сидераты, применяемые в паровых полях, выполняют двоякую роль. С одной стороны, являясь носителем легкомобилизуемого органического вещества, они вызывают интенсивное развитие микрофлоры, которая принимает участие в процессах минерализации остатков растений и гумуса почвы, что влечёт за собой улучшение обеспечения растений элементами питания и, как следствие, улучшение их роста и развития. С другой стороны, поступающее с сидератами в почву органическое вещество вносит вклад в гумусный фонд почвы.

Сказанное выше подтверждается данными, полученными в Воронежском ГАУ [15]. При проведении сидерации поступление органического вещества в почву увеличивалось. При замене чёрного пара донниковым и эспарцетовым сидеральным паром в почву поступало 8-12 т/га органического вещества, что равноценно внесению навоза в дозе 40 т/га. В результате в севообороте снижались потери гумуса на 50-70 % по сравнению с контрольным вариантом. Использование многолетних бобовых трав на сидерат позволило сократить дозу внесения минерального азота на 60 кг д.в., не ухудшая условий минерального питания растений.

Зелёное удобрение, образно говоря, катализирует процессы распада растительных остатков в почве [20]. Следует обратить внимание, что при этом важен выбор культуры на зелёное удобрение [21].

Длительность позитивного влияния сидератов на показатели плодородия почвы и продуктивность культур - 3-6 лет, в зависимости,

в первую очередь, от количества поступающей растительной массы [22].

Опыты, проведенные в Центральном Черноземье [18] показали, что продуктивность всех возделываемых культур, как правило, повышалась в вариантах, включающих сидерацию, промежуточные посевы, применение повышенных норм навоза и внесение соломы в качестве удобрения.

Следует отметить микробиологический аспект заделки в почву органического вещества, его участия в циркуляции веществ и его воздействия на плодородие почвы. Большая роль в этом по праву отдаётся составу и чередованию культур в севообороте. Поступление в почву различного количества и качества растительных остатков создаёт неодинаковые условия для прохождения процессов микробиологической трансформации органического вещества почвы, их скорости и направленности.

Почвенные организмы относятся к гетеротрофам, то есть они нуждаются в потреблении органического вещества, обеспечивающего их пищей и энергией. Решающее влияние на протекание в почве микробиологических процессов оказывают растительные остатки и удобрения в органической форме с широким отношением углерода к азоту. Установлено, что высокоэффективным удобрительным средством являются зелёные удобрения [23].

Известно, что сидеральное удобрение (горчица и др.) содержит много азота, углеводов и других веществ, создающих хорошую питательную среду для микроорганизмов, находящихся в почве. Внесение сидератов в почву значительно изменяет в количественном и качественном отношении состав микрофлоры. Как правило, это приводит к интенсификации микробиологических процессов [24].

Исследования, проведенные нами в Курской области [25], показали, что сидерация является средством детоксикации почвы и повышения её биологической активности. В почве под озимой пшеницей, возделываемой по сидеральному пару, в сравнении со звеньями с чёрным и занятым паром, повышалась интенсивность выделения углекислого газа из почвы, протеолитическая активность и снижалась токсичность почвы.

Повышение общей биогенности и протеолитической активности почвы, а также снижение её токсичности при возделывании озимой пшеницы в звене с применением зелёного удобрения в паровом поле способствовало

улучшению условий для роста и развития культурных растений и получению более высокого урожая.

Состав и чередование культур относятся к числу факторов, которые значительно влияют на режим влажности почвы. От гидрологических условий зависят рост и развитие культурных растений и, как следствие, их урожайность, а также направленность и интенсивность превращений органических веществ, в частности, растительных остатков и других процессов в почве.

В лесостепи Центрального Черноземья занятые пары продуктивнее, чем чистые, используют влагу выпадающих весенне-летних осадков [26].

В полевых исследованиях в Белгородской области [14] запасы доступной влаги в 1,5-метровом слое почвы после уборки озимой пшеницы в звеньях с чёрным паром, горохом и кукурузой на силос были несколько выше, чем в остальных звеньях.

Формирование запасов почвенной влаги к севу озимой пшеницы во всех зонах идёт на занятых парах с заметным преимуществом по сравнению с непаровыми предшественниками. Однако в засушливой и крайне засушливой зонах влагообеспеченность озимой пшеницы по занятым парам часто недостаточна для получения своевременных и дружных всходов. В зонах, характеризующихся недостатком влаги (неустойчивого увлажнения), и в зоне достаточного увлажнения запас почвенной влаги в обрабатываемом слое после полей с занятым паром позволяет получить хорошие всходы озимой пшеницы. В то же время он сильно зависит от вида пара. Наибольший запас влаги в пахотном слое почвы, близкий к параметрам чистых паров, наблюдается на парах, занятых эспарцетом и бобово-злаковыми смесями [27].

Севообороты на равнине отличаются от севооборотов на склоновых землях. При формировании последних учитываются экспозиция склона, его крутизна, почвенные условия, интенсивность эрозионных процессов, в частности, показатели стока и смыва, почвозащитная способность сельскохозяйственных культур.

При решении вопроса о размещении культур с учётом рельефа местности на северных склонах и плато водораздела следует отдавать предпочтение посевам наиболее ценных и требовательных к плодородию почвы культур. При этом агротехника их возделывания должна быть оптимально адаптирована к сложив-

шимся условиям на различных элементах рельефа [28].

Севооборот значительное влияние оказывает не только на потоки вещества в агроэкосистемах, но и энергии. В последние годы при проектировании агротехнологий, вопросам энергосбережения и повышения энергетической эффективности выращивания сельскохозяйственных культур уделяется довольно много внимания.

Биоэнергетическая оценка выполняется путём сравнения совокупных затрат энергии, затрачиваемых на производство продукции и энергии, которая накапливается в урожае. Универсальным показателем, позволяющим сравнивать различные варианты, является биоэнергетический коэффициент. Если он больше единицы, то технология энергетически эффективна.

Известно, что экосистема – это саморегулирующая термодинамическая открытая система, тогда как агроэкосистема нуждается в притоке антропогенной энергии для корректировки её функционирования [29].

Баланс органического вещества в агроценозе может быть выражен в энергетических показателях [30]. Приходная часть его представлена энергетическим эквивалентом гумуса в почве, минеральных и органических удобрений, растительных остатков, семян при посеве культур. Авторами разработана методика определения баланса энергетических потоков, что даёт возможность конструировать адаптивно-экологические севообороты. В статью приходят масса сидеральных культур и другие поступающие органические вещества. В расходную статью включались урожайность основной и побочной продукции, минерализованный гумус.

Агроэнергетический подход применительно к продукционному процессу в полевых растительных сообществах и к показателям, характеризующим плодородие почвы, позволяет производить построение севооборотов, учитывая баланс энергии надземной и подземной массы растений. Универсальность метода заключается в возможности перевода в сопоставимые энергетические единицы надземной массы возделываемых культур, содержания в почве гумуса, пожнивно-корневых остатков.

Включение в севооборот бобовых трав и зерновых бобовых культур обеспечивает поддержание продуктивности возделываемых культур и существенное снижение затрат техногенной энергии. Баланс энергетических затрат и на-

копленной энергии в урожае зерновых бобовых культур, выращенных в одновидовых посевах и поликультуре, свидетельствует об их высокой энергетической эффективности на фосфорно-калийном фоне [31].

В условиях Рязанской области максимальный энергетический коэффициент при выращивании озимой пшеницы получен в звене севооборота с клеверным сидеральным паром, на 30 % она была ниже в звене с сурепицей на сидерат. Установлено, что в годы с достаточной влагообеспеченностью при возделывании озимой пшеницы по сидеральному пару энергетические затраты были значительно ниже, чем по чистому пару [32].

В опытах Тверской ГСХА [33] значительные превышения прихода энергии над расходом в агроценозе установлены для трав второго-третьего года пользования и ячменя. Отмечено, что наибольшая потеря энергии происходила в посевах картофеля.

Данные, полученные нами, показали [34], что самая низкая энергетическая ёмкость основной продукции отмечена в зернопаропропашном севообороте, а самая высокая – в плодосменном. Но при этом севооборот по типу плодосмена обеспечивал самые высокие, в

сравнении с другими севооборотами, чистый энергетический доход и энергетическую эффективность. Зернопаропропашной севооборот с сидеральным паром уступал по всем энергетическим показателям зернопаропропашному севообороту с чёрным паром.

Таким образом, создание эффективных современных агротехнологий, обеспечивающих получение большого количества качественной и экологически чистой продукции и, в то же время, предусматривающих экономное расходование вещественных и энергетических ресурсов, возможно только при учёте всех косных и биокосных компонентов биогеоценозов, сложных и многообразных отношений между ними, а также перемещений и превращений веществ и энергии в этих природно-антропогенных сообществах.

Особое внимание должно быть уделено приёмам биологизации земледелия, позволяющим снизить техногенную нагрузку, максимально приблизить агроэкосистемы к природным аналогам, повысить их устойчивость и улучшить экологическое состояние, в чём существенную роль призваны сыграть научно обоснованные севообороты.

### Список использованных источников

1. Вернадский В.И. К вопросу о химическом составе почв // Избр. соч. – М.: Изд. АН СССР, 1960.
2. Каштанов А.Н., Ермаков Е.И., Якушев В.П. Биологические и агрофизические основы моделирования экологически адаптивных почвенно-растительных систем в агроландшафтном земледелии // Доклады РАСХН. – 1999. - № 3. – С. 3-7.
3. Коржов С.И., Трофимова Т.А., Ожерельев В.Н. Роль севооборотов в сохранении плодородия почвы // В кн.: Наука, образование и инновации в современном мире: материалы Национальной научно-практической конференции (Воронеж, 20-21 марта 2018 г.). – Воронеж: Изд-во ВГАУ, 2018. – С. 18-24.
4. Титлянова А.А. Биотический круговорот – преграда выносу химических элементов из почвы // Материалы Пятой конференции «Математическое моделирование в экологии» ЭкоМатМод-2017 (г. Пушкино, Россия). – Пушкино, 2017. – С. 214-218.
5. Дудкин В.М., Дудкин И.В. Пути усиления роли севооборота как биологического фактора в современных системах земледелия // Почвозащитное земледелие в России / Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 45-летию ВНИИЗиЗПЭ (Курск, 15-17 сентября 2015 г.). – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2015. – С. 109-112.
6. Туев Н.А. Микробиологические процессы гумусообразования. – М.: Агропромиздат, 1989.
7. Плодородие почв и устойчивость земледелия (агроэкологические аспекты) / И.П. Макаров, В.Д. Муха, Н.И. Картамышев и др.; Под ред. И.П. Макарова и В.Д. Мухи. – М.: Колос, 1995. – 288 с.
8. Лошаков В.Г. Роль растительных остатков в воспроизводстве плодородия дерново-подзолистых почв // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия / Сборник докладов научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», посвящённой Международному году почв (Курск, 22 апреля 2016 г.). – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2016. – С. 162-167.
9. Дедов А.В. Роль многолетних трав в повышении плодородия чернозёмов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. - № 1(32). – С. 12-15.
10. Дудкин В.М., Павлюченко А.У. Накопление и разложение растительных остатков полевых культур в почве // Агрехимия. – 1980. - №3. – С. 72-77.

11. Гончаров Б.П. Питательный режим почвы // Чистые и занятые пары. – Ставрополь: Ставропольское кн. изд-во, 1986. – С. 88-97.
12. Турусов В.И., Недоцук Е.В. Роль пожнивно-корневых остатков в формировании почвенного плодородия // Пути сохранения плодородия почвы и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья / Материалы заседания Территориального координационного совета «Проблемы земледелия ЦЧЗ» (Каменная Степь, 29 мая 2009 г.). Ч.1. – Воронеж: Истоки, 2009. – С. 111-113.
13. Зезюков Н.И. Динамика растительных остатков в почве при различных способах возделывания культур в посевах на выщелоченном чернозёме: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / 06.01.01 – общее земледелие. – Воронеж, 1980. – 21 с.
14. Бабич В.Г. Обоснование размещения сахарной свёклы в севооборотах юго-западной части Центрального Черноземья: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / 06.01.01 – общее земледелие. – Курск, 1993. – 19 с.
15. Дедов А.В. Биологизация земледелия – основа сохранения плодородия чернозёмов // Земледелие. – 2002. - № 2. – С. 10.
16. Сычѳв В.Г., Лошаков В.Г. Оценка экологических и фитосанитарных функций зелёного удобрения // Сб.: Новые методы и результаты исследования ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. – Москва, 2018. – С. 149-153.
17. Лошаков В.Г., Иванов Ю.Д., Николаев В.А. Пути биологизации земледелия Нечернозёмной зоны России // Севооборот в современном земледелии / Сборник докладов Международной научной конференции. – М.: Изд-во МСХА, 2004. – С. 161-165.
18. Дудкин В.М. Научные принципы разработки структуры посевов и систем севооборотов в ландшафтном земледелии // Рациональное землепользование и способы защиты растений в реальных условиях ведения хозяйства / Материалы научно-практической конференции (февраль 1998 г.). – Курск, 1998. – С. 24-27.
19. Сидераты как фактор биологизации земледелия / Ю.М. Возняковская, Ж.П. Попова, М.Н. Новиков и др. // Земледелие. – 1999. - № 1. – С. 44.
20. Дудкин В.М. Проблемы совершенствования севооборотов в ландшафтном земледелии // Доклады научно-практической конференции «Проблемы ландшафтного земледелия» (г. Курск, 22-23 марта 1995 г.). – Курск, 1997. – С. 150-155.
21. Королѳв Н.Н., Морозова Е.В., Кузнецова Л.П. Биологизация севооборотов – основа сохранения плодородия почв // Агро XXI. – 2009. - № 10-12.
22. Кормилицын В.Ф. Развивать сидерацию в Поволжье // Земледелие. – 1999. - № 1. – С. 28.
23. Возняковская Ю.М. Биологические основы эффективного плодородия // Земледелие. – 1988. - № 3. – С. 26-28.
24. Лошаков В.Г. Эффективность совместного использования севооборота и удобрений // Плодородие. – 2016. - № 2(89). – С. 37-40. (б).
25. Дудкина Т.А., Дудкин И.В. Биологическая активность и токсичность почвы под озимой пшеницей в зависимости от севооборота и удобрений // Чернозѳмы Центральной России: генезис, география, эволюция / Материалы Международной научной конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения основателя Воронежской школы почвоведов Прокопия Гавриловича Адерихина (25-28 мая 2004 г.). - Воронеж, 2004. - С. 348-351.
26. Сидоров М.И. Научные и агротехнические основы чередования культур в полевых севооборотах Центрального Черноземья. – Воронеж: ВСХИ им. К.Д. Глинки, 1978. – 60 с.
27. Желнакова Л.И., Хомко В.Г. Накопление и сохранение почвенной влаги // Чистые и занятые пары. – Ставрополь: Ставропольское кн. изд-во, 1986. – С. 15-34.
28. Карипов Р.Х., Диденко С.В., Тлеппаева А.А. Водный режим почвы и урожайность зерновых культур на различных агроландшафтах // Путь науки. – 2014. - № 4(4). – С. 39-40.
29. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 263 с.
30. Тюлин В.А., Сутягин В.П. Конструирование севооборотов в адаптивно-экологическом земледелии (научный обзор) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. - № 10. – С. 297-301.
31. Исаев А.П. Агротехническая и энергосберегающая роль зерновых бобовых культур в лесостепной зоне европейской части России: автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук / 06.01.01 – общее земледелие. – Немчиновка, 1994. – 46 с.

32. Крючков М.М., Потапова Л.В., Марочкин Р.А. Сидеральные пары на выщелоченных чернозёмах Рязанской области // Земледелие. – 2010 - № 7. – С. 18-20.
33. Сутягин В.П. Биоэнергетический подход к изучению агрофитоценозов // Агро XXI. – 2008. - № 10-12.
34. Дудкин И.В., Дудкина Т.А. Биоэнергетическая оценка факторов биологизации земледелия // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. - № 2. – С. 6-10.
35. Анализ динамики регионального развития экосистем / С.Н. Волкова, Е.Е. Сивак, М.И. Пашкова и др. // Региональный вестник. – 2016. - № 1. – С. 33-36.
36. Долгополова Н.В. Факторы плодородия в биологическом земледелии лесостепи Центрального Черноземья // Региональный вестник. – 2016. - № 2(3). – С. 27-29.
37. Долгополова Н.В., Пигорев И.Я. Роль плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии // Сб.: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: материалы Международной научно-практической конференции. – Белгород: Изд-во Белгородский ГАУ, 2016. - С. 3-4.

#### List of sources used

1. Vernadsky V.I. To the issue of chemical composition of soils // Selected works. - Moscow: Publishing House of USSR Academy of Sciences, 1960.
2. Kashtanov A.N., Ermakov E.I., Yakushev V.P. Biological and agrophysical fundamentals of modeling ecologically adaptive soil-plant systems in agrolandscape farming // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. - 1999. - № 3. - P. 3-7.
3. Korzhov S.I., Trofimova T.A., Ozherel'ev V.N. The role of crop rotation in maintaining soil fertility // Science, education and innovation in the modern world / Proceedings of the national scientific-practical conf. (Voronezh, March 20-21, 2018). - Voronezh: VSAU Publishing House, 2018. - P. 18-24.
4. Titlyanova A.A. The biotic cycle is a barrier to the removal of chemical elements from the soil // Proceedings of the Fifth Conference "Mathematical Modeling in Ecology" EcoMatMod-2017 (Pushchino, Russia). - Pushchino, 2017. - P. 214-218.
5. Dudkin V.M., Dudkin I.V. Ways to enhance the role of crop rotation as a biological factor in modern farming systems // Conservation Agriculture in Russia / Collection of reports of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 45th anniversary of VNIIZiZPE (Kursk, September 15-17, 2015). - Kursk: FSBSI VNIIZiZPE, 2015. - P. 109-112.
6. Tuev N.A. Microbiological processes of humus formation. – Moscow: Agropromizdat, 1989.
7. Soil fertility and agricultural sustainability (agroecological aspects) / I.P. Makarov, V.D. Mukha, N.I. Kartamyshev et al. ; Ed. I.P. Makarov and V.D. Mukha. - Moscow: Kolos, 1995. - 288 p.
8. Loshakov V.G. The role of plant residues in the reproduction of the fertility of sod-podzolic soils // Urgent problems of soil science, ecology and agriculture / Collection of reports of the scientific-practical conference of the Kursk Branch of the MPO "The Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev", dedicated to the International Year of Soils (Kursk, April 22, 2016). - Kursk: FSBSI VNIIZiZPE, 2016. - P. 162-167.
9. Dedov A.V. The role of perennial grasses in increasing the fertility of chernozem soils // Bulletin of Voronezh State Agrarian University. - 2012. - № 1 (32). - P. 12-15.
10. Dudkin V.M., Pavlyuchenko A.U. The accumulation and decomposition of plant residues of field crops in the soil // Agrochemistry. - 1980. - № 3. - P. 72-77.
11. Goncharov B.P. Nutrient regime of the soil // Clean and cropped fallows. - Stavropol: Stavropol Book Publishing House, 1986. - P. 88-97.
12. Turusov V.I., Nedotsuk E.V. The role of crop-root residues in the formation of soil fertility // Ways to preserve soil fertility and increase crop productivity in adaptive landscape agriculture of the Central Chernozem Region / Materials of the meeting of the Territorial Coordinating Council "Problems of Agriculture of the Central Central Chernozem Area" (Kamennaya Step, May 29, 2009). Part 1. - Voronezh: Istoki, 2009. - P. 111-113.
13. Zezyukov N.I. The dynamics of plant residues in the soil with various methods of cultivating crops on leached chernozem soil: Theses dis. ... Cand. Agr. Sciences / 06.06.01 - General Agriculture. - Voronezh, 1980. - 21 p.
14. Babich V.G. Justification for the placement of sugar beets in crop rotations in the south-western part of the Central Chernozem Area: Theses dis. ... Cand. Agr. Sciences / 06.06.01 - General Agriculture. - Kursk, 1993. - 19 p.

15. Dedov A.V. Biologization of agriculture is the basis for maintaining the fertility of chernozem soils // *Zemledelie*. - 2002. - № 2. - P. 10.
16. Sychev V.G., Loshakov V.G. Assessment of ecological and phytosanitary functions of green manure // *Collected book: New methods and results of landscape studies in Europe, Central Asia and Siberia*. - Moscow, 2018. - P. 149-153.
17. Loshakov V.G., Ivanov Yu.D., Nikolaev V.A. Ways of greening agriculture in Non-Chernozemic Zone of Russia // *Crop rotation in modern agriculture / Collection of reports of the International Scientific Conference*. - Moscow: Publishing House of Moscow State Agricultural Academy, 2004. - P.161-165.
18. Dudkin V.M. Scientific principles of developing the structure of crops and crop rotation systems in landscape farming // *Rational land use and plant protection methods under real conditions of farming / Proceedings of the scientific and practical conference (February 1998)*. - Kursk, 1998. - P. 24-27.
19. Green manure crops as a factor in the greening of agriculture / Yu.M. Wozniakovskaya, Zh.P. Popova, M.N. Novikov et al. // *Zemledelie*. - 1999. - № 1. - P.44.
20. Dudkin V.M. Problems of improving crop rotation in landscape farming // *Proceedings the scientific-practical conference "Problems of landscape farming" (Kursk, March 22-23, 1995)*. - Kursk, 1997. - P.150-155.
21. Korolev N.N., Morozova E.V., Kuznetsova L.P. Greening of crop rotations is the basis for maintaining soil fertility // *Agro XXI*. - 2009. - №10-12.
22. Kormilitsyn V.F. To develop Green manure application in the Volga Region // *Zemledelie*. - 1999. - №1. - P. 28.
23. Voznyakovskaya Yu.M. Biological principles of effective fertility // *Zemledelie*. - 1988. - №3. - P. 26-28.
24. Loshakov V.G. Efficiency of joint use of crop rotation and fertilizers // *Fertility*. - 2016. - № 2 (89). - P. 37-40. (b)
25. Dudkina T.A., Dudkin I.V. Biological activity and toxicity of soil under winter wheat depending on crop rotation and fertilizers // *Chernozem soils of Central Russia: genesis, geography, evolution / Proceedings of the International Scientific Conference dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary of the birth of the founder of the Voronezh School of Soil Science Procopiy Gavrilovich Aderikhin (May 25-28 2004)*. - Voronezh, 2004. - P. 348-351.
26. Sidorov M.I. Scientific and agronomical principles of crop alternation in the field crop rotations of the Central Chernozem Region. - Voronezh: Voronezh Agricultural Institute named after K.D. Glinka, 1978. - 60 p.
27. Zhelnakova L.I., Khomko V.G. Accumulation and conservation of soil moisture // *Clean and cropped fallows*. - Stavropol: Stavropol Book Publishing House, 1986. - P. 15-34.
28. Karipov R.Kh., Didenko S.V., Tleppaeva A.A. Water regime of the soil and productivity of cereal crops in various agrolandscapes // *The Path of Science*. - 2014. - № 4 (4). - P. 39-40.
29. Kovda V.A. Biogeochemistry of soil cover. - Moscow: Nauka, 1985. -- 263 p.
30. Tyulin V.A., Sutyagin V.P. Designing crop rotations in adaptive ecological agriculture (scientific review) // *International Journal of Applied and Fundamental Research*. - 2001. - № 10. - P. 297-301.
31. Isaev A.P. Agronomical and energy-saving role of leguminous crops in the forest-steppe zone of the European part of Russia: Theses dis. ... Doctor. Agr. Sciences / 06.01.01 - General Agriculture. - Nemchinovka, 1994. - 46 p.
32. Kryuchkov M.M., Potapova L.V., Marochkin R.A. Green manured fallows on leached chernozems of Ryazan Region // *Zemledelie*. - 2010 - No. 7. - P. 18-20.
33. Sutyagin V.P. Bioenergy approach to the study of agrophytocenoses // *Agro XXI*. - 2008. - № 10-12.
34. Dudkin I.V., Dudkina T.A. Bioenergy assessment of agriculture greening factors // *Bulletin of Kursk State Agricultural Academy*. - 2017. - № 2. - P.6-10.
35. Analysis of the dynamics of regional development of ecosystems / S.N. Volkova, E.E. Sivak, M.I. Pashkova et al. // *Regional Bulletin*. - 2016. - No. 1. - S. 33-36.
36. Dolgopolova N.V. Fertility factors in biological farming of the forest-steppe of the Central Black Earth Region // *Regional Bulletin*. - 2016. - No. 2 (3). - S. 27-29.
37. Dolgopolova N.V., Pigorev I.Y. The role of fertility in adaptive landscape agriculture // *Collection: Problems and prospects for the innovative development of agricultural technologies: materials of the International Scientific and Practical Conference*. - Belgorod: Belgorod State Agrarian University publishing house, 2016. - P. 3-4.

УДК 574(4)

### ОПЫТ СТРАН ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА В ЗАЩИТЕ ЗЕМЕЛЬ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТОЧНЫХ ВОД И БЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ОСАДКА

ГОЛОВАЧЕВА Н.А.,

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры «Биологии и ихтиологии», ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ)», институт «Биотехнологий и рыбного хозяйства», e-mail: n.a.golovacheva@inbox.ru.

ПОНОМАРЕВА Л.Ф.,

кандидат биологических наук, и.о. зав. кафедры «Технологии пищевых производств», ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ)» Башкирский институт технологий и управления, e-mail: ponomareva.lilya@mail.ru.

КУЗНЕЦОВА Е.В.,

кандидат биологических наук, доцент кафедры «Технологии пищевых производств», ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ)» Башкирский институт технологий и управления, e-mail: ekuznetsova@mfmngutu.ru.

ГОРДЕЕВ И.А.,

кандидат исторических наук, доцент кафедры административного и трудового права, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», e-mail: gordeev\_ia@mail.ru.

**Реферат.** Использование осадков сточных вод в сельском хозяйстве Европейского Союза (ЕС) в настоящее время регулируется только пределами наличия тяжелых металлов (Cd, Cu, Hg, Ni, Pb и Zn), перечисленных в Директиве ЕС 86/278 / ЕЕС. Тем временем, стоит отметить, что данному документу уже более 30 лет, вследствие чего некоторые европейские страны ввели более строгие требования в сравнении с директивой и приняли более расширенный список предельных значений концентрации тяжелых металлов и синтетических органических соединений. В статье рассматриваются существующие пределы тяжелых веществ в осадке сточных вод, предельных концентраций тяжелых металлов в почве, а также действующие законы и нормативные акты стран Европейского союза относительно данного вопроса. В странах ЕС используется широкий спектр технологий переработки осадков сточных вод. Однако, в сельском хозяйстве преимущественно пользуется практическое применение с последующим компостированием. К примеру, использование осадков сточных вод в сельском хозяйстве в 2014 г. и 2015 г. в 13 странах ЕС составило 22,6 % (2014 г.) и 22,1 % (2015 г.). Однако, исходя из проведенного в данной статье анализа становится ясно, что отдельные показатели сильно варьируются между нулем (Мальта, Словения, Словакия) и 80 % использования осадков в сельском хозяйстве (Ирландия). В данной статье были рассмотрены и проанализированы примеры применения осадка сточных вод странами ЕС.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственные угодья; Европейские страны; законодательство; ограничение; удаление осадка сточных вод.

### EXPERIENCE OF THE COUNTRIES OF THE EUROPEAN UNION IN THE PROTECTION OF LANDS FROM EXPOSURE TO WASTE WATER AND SAFE APPLICATION OF SEDIMENTS

GOLOVACHEVA N.A.,

candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Biology and Ichthyology, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU) ”, Institute of Biotechnology and Fisheries, e-mail: n.a.golovacheva@inbox.ru.

PONOMAREVA L.F.,

candidate of Biological Sciences, acting Head Department of "Food Production Technologies", FSBEI of HE «Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU)» Bashkir Institute of Technology and Management, e-mail: ponomareva.lilya@mail.ru.

KUZNETSOVA E.V.,

candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Food Production Technologies, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU) »Bashkir Institute of Technology and Management, e-mail: ekuznetsova@mfmngutu.ru.

GORDEEV I.A.,

candidate of Historical Sciences, Associate Professor of the Department of Administrative and Labor Law, South-West State University, e-mail: gordeev\_ia@mail.ru.

**Essay.** The use of sewage sludge in agriculture of the European Union (EU) is currently regulated only by the limits of the presence of heavy metals (Cd, Cu, Hg, Ni, Pb and Zn) listed in EU Directive 86/278 / EEC. In the meantime, it is worth noting that this document has been more than 30 years old, as a result of which some European countries have introduced more stringent requirements in comparison with the directive and adopted a more extended list of limit values for the concentration of heavy metals and synthetic organic compounds. The article discusses the existing limits of heavy substances in sewage sludge, maximum concentrations of heavy metals in soil, as well as existing laws and regulations of European Union countries regarding this issue. EU countries use a wide range of wastewater sludge treatment technologies. However, in agriculture, practical application with subsequent composting takes precedence. For example, the use of sewage sludge in agriculture in 2014 and 2015 in 13 EU countries amounted to 22.6 % (2014) and 22.1 % (2015). However, based on the analysis performed in this article, it becomes clear that individual indicators vary greatly between zero (Malta, Slovenia, Slovakia) and 80 % of the use of precipitation in agriculture (Ireland). This article examined and analyzed examples of the use of sewage sludge by EU countries.

**Keywords:** agricultural land, European countries, legislation, restriction, sewage sludge disposal.

**Введение.** Страны Европейского союза в последние годы озадачены вопросом возможности безопасного использования осадка сточных вод в сельском хозяйстве. Их опыт, при правильном анализе и рассмотрении большого количества факторов воздействия, может стать отправной точкой для внедрения подобных методик в Российской Федерации.

Необходимо учитывать факторы, которые влияют на биодоступность элементов в почве, включают источник биологических отходов, их характер, состав и обработку, рН почвы, содержание органического вещества, состояние почвы, химический состав элементов, виды и сорта растений, фазу роста и прочее (Бертран и др. 2004; Мантови и др. 2005; Warmar & Termeer 2005).

В целом, осадок характеризуется значительной изменчивостью содержания питательных веществ в зависимости от источника сточных вод и процесса очистки (Moss et al. 2002). Органический азот и неорганический фосфор составляли большую часть общего содержания азота (TN) и общего фосфора (TP)

в осадке сточных вод (Сингх и Аграваль 2008). Уггетти и др. (2010) опубликовали процентное соотношение трех питательных веществ в осадке сточных вод на станции очистки сточных вод (СОСВ) на 1500 популяционных эквивалентов (ПЭ): общий азот 9,76 %, общий фосфор 2,68 % и калий (К) 0,27 % от общего количества твердых веществ. Сингх и Аграваль (2008) представили резюме исследований в Таиланде, Испании и Индии. Диапазон общего содержания азота, общего фосфора и калия в процентах не очень сильно варьировался: опубликованы значения от 2,5 до 3,4 % TN, 1,06–1,34 % TP и 0,2–0,42 % К. Gascó и Lobo (2007), количество TN в осадке сточных вод 1,5 % и количество TP - 1,2 г / кг. Хотя питательные вещества необходимы для роста растений, при чрезмерном применении (особенно азота и фосфора) могут накапливаться в почве, выщелачиваться и транспортироваться дренажными системами (особенно азотом) или переноситься водной эрозией (фосфор связан с частицами почвы) и представлять риск для поверхностных и подзем-

ных вод (Эрнандес и др., 1999; Уолтер и др., 2000; Корбулевский и др., 2002).

Количество азота и фосфора в иле, которое будет доступно в результате минерализации органического вещества, зависит от ранее выращенной культуры (питательные вещества из растительных остатков) и типа почвы до внесения ила на землю, что следует учитывать в каждом конкретном случае. Минерализация быстрее на песчаной почве, чем на глинистой почве. Азот, доступный в результате минерализации, приведет к снижению потребности в удобрениях. В первый год после применения биоотходов доступное значение азота составляет 50 % (Andreoli et al. 2007). Фосфатная порода указана в качестве одного из 20 важнейших видов сырья для Европейского Союза в «Отчете о критически важном сырье для ЕС», опубликованном Европейской комиссией в 2014 году (European Commission 2014). Многие исследования и руководства посвящены повышению эффективности использования питательных веществ (Cassman et al. 2002; FAO 2008; Roberts 2008) в агроэкосистемах и системах культур. Фосфорный осадок, достигающий биодоступности в диапазоне от 40 % до 80 % (Andreoli et al. 2007), представляет собой возобновляемый источник фосфора. Эффективность химического удобрения становится очень низкой, главным образом из-за высокой способности почвы фиксировать фосфор. На эффективность удобрений фосфора влияют характеристики почвы, включая водородный показатель и кислотность (FAO 2008; Mooso et al. 2013). Андреоли и др. (2007) отметили, что от 5 до 30 % общего фосфора, вносимого с помощью химических удобрений, используется растениями. Этот факт может привести к частому оплодотворению (фосфор является наиболее часто применяемым питательным веществом через химические удобрения во многих местах), что приводит к увеличению затрат на ведение сельского хозяйства. Осадок сточных вод также может содержать широкий спектр вредных токсичных веществ, таких как тяжелые металлы, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), полихлорированные дибензо-п-диоксины и дибензо-п-фураны (ПХДД / Ф), полихлорированные бифенилы (ПХД), ди (2) -этилгексил фталат (DEHP), полибромированные дифениловые эфиры (PBDE), остатки моющих средств, фармацевтические препараты, средства личной гигиены, эндогенные гормоны, синтетические стероиды и другие (Сингх & Аграваль 2008; Смит 2009; Фиалковский и др.

2017). На выброс тяжелых металлов, содержащихся в осадке сточных вод, и их адсорбцию и видообразование в почве влияют: pH почвы, емкость катионного обмена, содержание органического вещества, подвижность и форма конкретных металлов (Сильвейра и пр. 2003; Сингх & Аграваль 2008). Низкие дозы осадка сточных вод не вызвали значительного увеличения концентрации тяжелых металлов (Сингх & Аграваль 2008) и низкий металлический осадок благотворно влияет на микробную биомассу, органический углерод и микробную активность почвы (Усман и др. 2012). Было обнаружено, что чрезмерное внесение осадка сточных вод в почву увеличивает биодоступность тяжелых металлов (Сингх и Аграваль 2008), которые оказывают негативное влияние на почву (Усман и др. 2012). Концентрации органических загрязнителей в осадке сточных вод часто соотносят с их концентрациями в сточных водах. На них также влияют характеристики ила (pH, органическое вещество, концентрация катионов), физико-химические свойства соединений (молекулярная масса, гидрофобность, растворимость в воде, константа диссоциации кислоты, устойчивость к биодеградации) и эксплуатационные параметры очистных сооружений (присутствие или отсутствие первичного осадка, время гидравлического пребывания в разных резервуарах, время пребывания ила в биореакторах, методы стабилизации ила) (Фиалковский и др. 2017). Целью данного исследования является сравнение существующих ограничений, установленных законодательством, касающихся качества осадка сточных вод в странах ЕС в отношении дальнейшего использования осадка в сельском хозяйстве.

**Методология и материалы исследования.** Применение осадка создает угрозу потенциального долгосрочного накопления токсичных элементов в почве (Сингх и Аграваль 2008) и их поглощения растениями. Однако в настоящее время использование осадка сточных вод регулируется только концентрацией тяжелых металлов, указанной в Директиве Совета 86/278 / ЕЕС (СЕС 1986), которая устарела и не отражает текущие потребности в обеспечении безопасности применения осадка в сельском хозяйстве. Директива должна поддерживать безопасное использование осадка сточных вод в сельском хозяйстве и регулировать его использование для предотвращения вредного воздействия на почву, растительность, животных и людей.

Помимо прочего, Директива определила правила отбора проб и анализа осадка и почвы; она также устанавливает пределы концентрации тяжелых металлов в почве, подвергнутой обработке осадком. Все государства-члены ЕС перенесли ограничения Директивы Европейского совета 86/278 / ЕЕС (СЕС 1986) в свое собственное законодательство (таблица 1).

Большинство стран ЕС, приняли еще более строгие ограничения на использование осадка в сельском хозяйстве, установив более низкие пределы для тяжелых металлов по сравнению с европейской директивой 86/278 / ЕЕС (СЕС 1986). Что касается кадмия, это 18 из 27 стран. Что касается меди, это 14 из 27 стран. В случае ртути это 19 из 27 стран. В случае никеля это 16 из 27 стран. В случае свинца - 14 из 27 стран. Что касается цинка, это 10 из 27 стран. Очевидно, что нижние пределы были приняты странами ЕС в основном для наиболее токсичных тяжелых металлов - ртути и кадмия (в 67 % из 27 проанализированных стран ЕС). Напротив, для цинка были приняты предельные значения, рекомендованные Директивой (в 33 % из 27 проанализированных стран ЕС). Мы также проанализировали, сколько тяжелых металлов в группе Директивы (6 металлов - Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) в каждой из стран-членов ЕС приняли нижние предельные значения. Существуют две основные группы стран: первая - это группа стран (9 стран из 27), применяющих нижние предельные значения для всех тяжелых металлов, вторая - группа стран (7 стран из 27), принимающих предельные значения Директива для всех тяжелых металлов. Третья по величине группа (4 страны из 27) приняла нижние предельные значения для 5 тяжелых металлов. Великобритания не была включена в оценку, потому что она использовала другой подход к установлению предельных значений. Использование осадка сточных вод ограничено максимально допустимыми концентрациями Cd, Cu, Hg, Ni, Pb и Zn в почве, предназначенной для внесения осадка. В дополнение к предельным значениям для тяжелых металлов, перечисленным в Директиве 86/278 / ЕЕС (СЕС 1986), несколько стран ввели предельные значения для других элементов - хром (22 страны), мышьяк (7 стран), молибден (2 страны), кобальт и селен (Венгрия для обоих металлов), а также для других категорий загрязняющих веществ, обычно обнаруживаемых в иле, в качестве органических микрозагрязнителей и патогенных микроорганизмов. За исключени-

ем Венгрии, которая установила предельное значение 1 мг на 1 кг сухого вещества (DM) для шестивалентного хрома, страны ЕС не установили никаких предельных значений для ионов тяжелых металлов, которые являются более реакционноспособными и более токсичными для растений. Предлагаемые предельные значения для некоторых синтетических органических соединений, таких как галогенированные органические соединения, линейные алкилбензолсульфонаты (LAS), фталаты, нонилфенол, ПАУ, ПХД и ПХДД / Ф, были включены в третий проект Рабочего документа по осадку (Европейская комиссия, 2000) и национальное законодательство стран ЕС. В связи с тем, что обработанный ил может содержать значительные количества патогенных микроорганизмов, в зависимости от используемой процедуры обработки, были предложены пределы для бактерий в качестве индикаторов фекального загрязнения в третьем проекте рабочего документа по илу (Европейская комиссия, 2000). Соблюдение этих показателей необходимо для устранения негативного воздействия осадка из-за наличия загрязняющих веществ, в частности концентрации тяжелых металлов Zn, Cu, Pb, Hg, опасных органических микрозагрязнителей и патогенных микроорганизмов.

Для обработки осадка важную роль играют размерная категория очистных сооружений и, в частности, технология очистки. В небольших водоочистных сооружениях муниципальные сточные воды обычно перевешивают промышленные стоки, если они когда-либо возникают. Таким образом, содержание тяжелых металлов в осадке данной очистной, как правило, ниже, чем в более крупных очистных сооружениях, в городских условиях, однако нельзя упускать из виду потенциальную опасность единичного загрязнения, которое не компенсируется разбавлением.

В соответствии с Директивой Европейского парламента и Директивой Совета 2008/98 / ЕС (ЕРОС 2008) об отходах, предлагается следующая иерархия управления отходами:

- предотвращение,
- подготовка к повторному использованию,
- переработка,
- другое восстановление, например рекуперация энергии,
- утилизация.

Использование осадка сточных вод в сельском хозяйстве регулируется Директивой Совета 86/278 / ЕЕС (СЕС 1986). Ил должен использоваться с учетом потребностей растений

в питании, и его использование не должно ухудшать качество почвы или поверхностных и подземных вод. Государства-члены должны регулировать использование осадка таким образом, чтобы избежать превышения предельных значений из-за накопления тяжелых металлов в почве. Требуемые нормы внесения ила также зависят от потенциала иловых удобрений и свойств почвы. Широкий спектр технологий обработки осадка используется в странах ЕС. Наиболее распространенными методами стабилизации являются анаэробный (24 страны ЕС) и аэробный (20 стран ЕС). Механическое обезвоживание осадка является предпочтительным по сравнению с использованием сушильных слоев. Что касается стран ЕС-15 (старые государства-члены), в частности, в Германии, Италии, Франции и Великобритании, в основном применяется термическая сушка (Келессидис и Стасинакис 2012). Наиболее распространенным методом переработки ила в ЕС-15 в 2014 и 2015 годах было сжигание (47,3 %, 61,5 %) с последующим повторным использованием ила, включая прямое сельскохозяйственное применение и компостирование (48,2 %, 38,2 %). Национальное законодательство некоторых государств-членов установило очень строгие ограничения на содержание органического вещества или общего органического углерода (ГОС) в иле (Австрия, Германия, Нидерланды), практически запрещая захоронение и сжигание ила (Келессидис и Стасинакис 2012).

Только в Ирландии более 70 % общего ила было утилизировано в сельском хозяйстве, в 7 странах оно составляло от 70 % до 20 % (в Болгарии более 50 %), в 10 странах менее 20 % (в Словении 0,7 %, в Нидерландах, Словакии и на Мальте – 0 %). Мальта, Нидерланды и Словения относятся к группе стран с наиболее строгими предельными значениями для основной группы тяжелых металлов в иле. За 2015 год только 14 стран ЕС сообщили о значениях объема утилизации ила. Ирландия использовала 80 % общего объема утилизации осадка, 5 стран использовали от 70 % до 20 %. В течение нескольких лет Европейский союз предпринимал усилия по воссоединению подхода к обработке осадка, что завершилось созданием документа Объединенного исследовательского центра «Критерии конечных отходов для биоразлагаемых отходов, подвергаемых биологической обработке (компост и дигестат): Технические предложения», где ил был исключен из органических отходов, допущенных для производства компоста «из от-

ходов» (Савейн & Идер 2014; Минини и др. 2015).

Многие государства-члены уже производят большое количество компоста с илом, а именно Эстония, Финляндия, Франция, Германия, Италия, Литва и Испания. Крупнейшими производителями ила в Европе являются Испания, Германия, Великобритания, Франция и Италия. В Италии общее производство компоста в настоящее время оценивается в 1,0 млн. тонн в год + 0,3 млн. тонн в год компоста с илом. Приблизительно 450 000 тонн обезвоженного ила в год (10–15 % от общего объема производства ила) компостируется (Минини и др. 2015).

По данным Европейской федерации по переработке сельскохозяйственной продукции (EFAR), во Франции около 25 % отстоя осадков сточных вод компостируется с зелеными отходами. Стандарт NF U44-095, применяемый с мая 2002 года, определил критерии продукта для осадка сточных вод, что позволило создать хорошо структурированный рынок для этого типа улучшителя почвы (Савейн и Идер 2014).

Несмотря на тот факт, что Германия является одним из крупнейших производителей ила и создает большое количество компоста, содержащего ил, 18 января 2017 года правительство Германии приняло новый Указ об осадке сточных вод. Новый Указ значительно сокращает использование ила с осадком сточных вод для дальнейшего снижения выбросов загрязняющих веществ в почву. После переходных периодов (12 и 15 лет) применение ила на сельскохозяйственных землях возможно только при очистных сооружениях до 50 000 PE и выше. Основная цель проекта Указа состоит в том, чтобы возвращать ценные компоненты осадка сточных вод (таких как фосфор) в экономический цикл более всесторонне, чем прежде. Исключением является осадок сточных вод с содержанием фосфора менее 2 %. Регламент не предусматривает каких-либо конкретных технологий для восстановления фосфора, но оставляет много места для использования или разработки инновационных методов восстановления.

Аналогичным образом, Австрия опубликовала проект «Федерального плана обращения с отходами на 2017 год» 11 января 2017 года и запустила процесс участия общественности. С точки зрения стратегии будущего управления осадком сточных вод, который является частью плана, предлагается значительно сократить сельскохозяйственное использование

осадка сточных вод. В течение 10-летнего переходного периода прямое внесение осадка в почву и компостирование осадка сточных вод из очистных сооружений с проектной мощностью, превышающей или равной 20 000 PE, должно быть прекращено. Стратегия Австрии также включает в себя обязательство рециркулировать фосфор из осадка сточных вод из очистных с проектной емкостью, превышающей или равной 20 000 PE.

**Результаты исследования.** Осадок сточных вод может быть загрязнен широким спектром ксенобиотиков и других загрязняющих веществ, что приводит к финансово дорогостоящему анализу. Часто трудно оценить воздействие таких загрязнителей на окружающую среду и организмы. Методы комплексной оценки возможных негативных последствий находятся в стадии поиска. Одной из групп методов являются тесты на токсичность, позволяющие оценить комплексное влияние изучаемой матрицы на организмы. В случае небольших источников осадка, когда коммерческое использование осадка не ожидается, основная задача операторов и фермеров очистных заключается в том, чтобы уменьшить загрязнение получаемого осадка и обеспечить безопасное использование для здоровья и окружающей среды. Потенциальная токсичность может быть оценена, например, с помощью тестов на фитотоксичность и тестов с использованием дождевых червей. Тесты на фитотоксичность существуют в форме директив, выпущенных крупными природоохранными агентствами, такими как Агентство по охране окружающей среды США (US EPA), Организация экономического сотрудничества и развития (OECD), Международная организация по стандартизации (ISO), Американское общество по испытаниям и материалам (ASTM) и другие. Фитотоксические данные предоставляют информацию о воздействии различных опасных веществ, в том числе ксенобиотиков, на экосистемы и позволяют оценить влияние взаимодействия между внешними и внутренними факторами и чувствительность отдельных видов растений. Они также необходимы для формирования критериев принятых мер регулирования и, в конечном итоге, для оценки эффективности технологий биоремедиации. Преимущество тестов на фитотоксичность заключается в способности дать оценку кратковременного и долгосрочного воздействия загрязнителей на структуру и функцию подверженным растительным сообществам и экосистемам. Еще бо-

лее чувствительный индикатор загрязнения можно увидеть в тесте на уклонения. Организмы, используемые в этих анализах, имеют хеморецепторы, чувствительные к воздействию некоторых загрязнителей окружающей среды.

**Выводы.** Использование осадка в сельском хозяйстве ЕС в настоящее время регулируется главным образом лимитами на тяжелые металлы (Cd, Cu, Hg, Ni, Pb и Zn), перечисленными в Директиве Совета 86/278 / ЕЕС, которая устарела и не отражает современных стандартов обеспечения безопасности применения осадка в сельском хозяйстве. Целью Директивы было поощрение безопасного использования осадка сточных вод в сельском хозяйстве, чтобы предотвратить вредное воздействие на почву, растения, животных и людей. Несколько европейских стран дополнительно ввели более строгие директивы и законы и установили ограничения на концентрацию других тяжелых металлов. Наиболее распространенный дополнительный предел установлен для хрома.

Законодательные ограничения между отдельными странами ЕС широко варьируются на несколько порядков. Для кадмия пределы находятся в диапазоне от 0,7 до 40 мг / кг ДМ, для меди от 75 до 1750 мг / кг ДМ, для ртути от 0,4 до 25 мг / кг ДМ, для никеля от 25 до 400 мг / кг ДМ, для свинца от 45 до 1200 мг / кг ДМ, для цинка от 200 до 4000 мг / кг ДМ и для хрома от 70 до 1500 мг / кг ДМ. Кроме того, предельные значения для некоторых синтетических органических соединений были определены как в Рабочем документе по осадку от 2000 г., так и в национальных правилах. Наиболее распространенным является предел для абсорбируемого органического галогена (АОХ), который является одинаковым во всех странах, которые ввели этот предел. Значение составляет 500 мг на кг ДМ ила.

Последняя группа загрязнителей, для которых были определены пределы, - это микробное загрязнение. Пределы содержания сальмонеллы и кишечной палочки также изложены в рабочем документе по илу. Эти или другие показатели (энтерококки, термотолерантные кишечные бактерии и яйца гельминтов) представлены в национальном законодательстве всего 11 стран. Помимо пределов для самого ила, пределы содержания тяжелых металлов в почве, предназначенной для внесения ила, также определяются законодательными положениями. Различий в национальных пределах намного меньше по сравнению с преде-

лами для самого ила и колеблются. Использование осадков сточных вод в сельском хозяйстве в 2014 и 2015 годах в 13 странах ЕС, которые предоставили данные, составило 22,6 % (2014 г.) и 22,1 % (2015 г.) от произведенного ила и 23,3 % (2014 г.) и 23,1 % (2015 г.) отработанного ила. Страны ЕС используют широкий спектр технологий для переработки ила, однако преобладающими технологиями являются сжигание (39,9 % в 2014 году и 41,5% в 2015 году утилизации ила) и непосредственное применение в сельском хозяйстве компостирования (39,2 % в 2014 году и 38,6 % в 2015 году утилизации ила). Использование осадков сточных вод в сельском хозяйстве сильно варьируется среди стран ЕС и колеблется от нуля (Мальта, Словения, Словакия)

до 80 % (Ирландия). Тесты на фитотоксичность являются ценным инструментом для оценки применения ила на сельскохозяйственных землях. Тесты на токсичность включены в Директивы соответствующих агентств (например, US EPA, OECD, ISO и т.д.). Проблема использования осадка в сельском хозяйстве очень сложна и сопряжена с множеством рисков. Разработка общеевропейского законодательства, а также национальных нормативных актов важна для того, чтобы избежать этих рисков. Необходимо принять правильные меры безопасности, способствующие предотвращению возможной утечки загрязняющих веществ в поверхностные и грунтовые воды и во избежание токсического воздействия на почву, растения, животных и людей.

### Список использованных источников

1. Andreoli C.V., Pegorini E.S., Fernandes F., Santos H.F. (2007): Land application of sewage sludge. In: Von Sperling M., Andreoli C.V., Fernandes F. (eds.): Sludge Treatment and Disposal. London, IWA Publishing: 162–206.
2. ASTM E1963-09 (2014): Standard Guide for Conducting Terrestrial Plant Toxicity Tests. West Conshohocken, ASTM International. Available at [www.astm.org](http://www.astm.org).
3. Bakalová L. (2006): Phytotoxicity tests and their use for the evaluation of the impact of xenobiotics. [Bachelor Thesis.] Brno, Faculty of Science, Masaryk University. (in Czech)
4. Bertran E., Sort X., Soliva M., Trillas I. (2004): Composting winery waste: sludge and grape stalks. *Bioresource Technology*, 95: 203–208.
5. BMLFUW (2017): Federal Waste Management Plan 2017. The Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management. Available at <https://www.bmlfuw.gv.at/greentec/bundes-abfallwirtschaftsplan/BAWP2017.html> (accessed Mar 2017). (in German)
6. BMUB (2017): Regulation on the reorganization of sewage sludge recycling. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety. Available at <http://www.bmub.bund.de/en/topics/water-waste-soil/waste-management/details-waste-management/artikel/sewage-sludge-ordinance-abfklaerv/> (accessed Mar 2017).
7. Cassman K.G., Dobermann A.R., Walters D.T. (2002): Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management. *Ambio*, 31: 132–140.
8. CEC (1986): Council Directive of 12 June 1986 on the Protection of the Environment, and in Particular of the Soil, when Sewage Sludge is Used in Agriculture (86/278/EEC). Council of the European Communities, Official Journal of the European Communities No. L 181/6-12.
9. CEC (1991): Council Directive of 21 May 1991 Concerning Urban Waste Water Treatment (91/271/EEC). Council of the European Communities, Official Journal of the European Communities No. L 135/40-52.
10. CEC (2001): Commission Decision of 16 January 2001 Amending Decision 2000/532/EC as Regards the List of Wastes (2001/118/EC). Council of the European Communities, Official Journal of the European Communities No. L 47/1-31.
11. CZSO (2016): Statistical Yearbook of the Czech Republic 2015. Prague, Czech Statistical Office. (in Czech)
12. Draeger K., Pundsack J., Jorgenson M., Mulloy W.E. (1999): Watershed Effects and Biosolids Land Application: Literature Review. [Project 96-REM-2.] Water Environmental Research Foundation.
13. Edwards C.A., Bohlen P.J. (1996): *Biology and Ecology of Earthworms*. 3rd Ed. London, Chapman & Hall.
14. EPOC (2008): Directive 2008/98/EC of 19 November 2008 on Waste and Repealing Certain Directives. European Parliament and of the Council.

15. European Commission (2000a): Working Document on Sludge. 3rd Draft. Brussels, 27 April 2000, ENV.E.3/LM.
16. European Commission (2000b): The available scientific approaches to assess the potential effects and risk of chemicals on terrestrial ecosystems. In: Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment (CSTEE). Brussels, European Commission Directorategeneral Health and Consumer Protection. Available at [http://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/sct/documents/out\\_83\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/sct/documents/out_83_en.pdf) (accessed Jul 2016).
17. European Commission (2014): Report of the Ad hoc Working Group on defining critical raw materials. Report on Critical Raw Materials for the EU.
18. Eurostat (2016): Available at <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t en00030&plugin=1> (accessed Jun 2018).
19. FAO (2008): Efficiency of Soil and Fertilizer Phosphorus Use. Reconciling Changing Concepts of Soil Phosphorus Behaviour with Agronomic Information. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin No.18, Rome, FAO.
20. Fijalkowski K., Rorat A., Grobelak A., Kacprzak M.J. (2017): The presence of contamination in sewage sludge – the current situation. *Journal of Environmental Management*, 203: 1126–1136.
21. Fytali D., Zabaniotou A. (2008): Utilization of sludge in EU application of old and new methods – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72: 116–140.

УДК 631.8:633.16:631.438

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЕ**

КИЗЮЛЯ М.М.,  
аспирант, ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,  
e-mail: bgsha@bgsha.com.

КАЛИНОВ А.Г.,  
аспирант, ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,  
e-mail: bgsha@bgsha.com.

ШАПОВАЛОВ В.Ф.,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», e-mail: bgsha@bgsha.com.

ПИГОРЕВ И.Я.,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Курская ГСХА,  
e-mail: kursknich@gmail.com.

**Реферат.** В многолетнем стационарном полевом опыте в условиях радиоактивного загрязнения территории юго-запада Брянской области изучено действие минеральных удобрений различной степени насыщенности и гуминового препарата Гумистим на продуктивность ярового ячменя. Установлено, что применение гуминового препарата Гумистим в фазу начала выхода в трубку на фоне применения  $N_{120}P_{90}$  с повышенными дозами калийного удобрения  $K_{120}$ ,  $K_{150}$ ,  $K_{180}$  увеличило урожайность зерна в сравнении с контролем на 79,0-115,9%. Комплексное применение средств химизации способствовало повышению содержания сырого белка и величины его сбора с 1 га посевной площади, отмечено повышение окупаемости минеральных удобрений прибавкой урожая зерна. Изучаемые средства химизации улучшали аминокислотный состав белкового комплекса зерна. При комплексном применении средств химизации уменьшалась удельная активность цезия<sup>137</sup> в зерне ячменя с абсолютным контролем от 2,14 до 5,00 раз при санитарно-гигиеническом нормативе для продовольственного зерна 60 Бк/кг.

**Ключевые слова:** яровой ячмень, урожайность, удобрения, биопрепарат Гумистим, аминокислоты, цезий<sup>137</sup>.

**AGRO ECOLOGICAL ASSESSMENT OF APPLYING MINERAL FERTILIZERS AND A HUMIC PREPARATION WHEN CULTIVATING SPRING BARLEY ON A RADIOACTIVE CONTAMINATED SOIL**

KIZYULYA M.M.,  
postgraduate students Bryansk State Agrarian University, e-mail: bgsha@bgsha.com.

KALINOV A.G.,  
postgraduate students Bryansk State Agrarian University, e-mail: bgsha@bgsha.com.

SHAPOVALOV V.F.,  
professor, Doctor of Agricultural Sciences, Bryansk State Agrarian University,  
e-mail: bgsha@bgsha.com.

PIGOREV I.YA.,  
professor, Doctor of Agricultural Sciences Kursk State Agricultural Academy,  
e-mail: kurckgsha@gmail.com.

**Essay.** In the long-term stationary field experiment in the conditions of a radioactive contamination of the South-West territory of the Bryansk region the effect of mineral fertilizers of various saturation degree and a humic preparation Gumistim on the efficiency of spring barley has been studied. We have established that applying the humic preparation Gumistim in a phase of the beginning of a tube exit on the background of application of  $N_{120}P_{90}$  with the higher doses of potash fertilizer  $K_{120}$ ,  $K_{150}$ ,  $K_{180}$  was increasing the grain productivity in comparison with the control by 79.0 - 115.9%. The complex application of chemicalization means have promoted a rise in the content of crude protein and value of its collecting from 1 hectare of acreage, and there was an increase in the payback of mineral fertilizers by raising grain yield. The studied chemicalization means have been improving amino-acid structure of a protein complex of the grain. At complex application of chemicalization means the specific activity of cesium<sup>137</sup> in the barley seed with the absolute control was decreasing from 2.14 to 5.00 times at the sanitary and hygienic standard for food grain of 60 Bq/kg.

**Keywords:** spring barley, yields, fertilizers, biological preparation Gumistim, amino acids, cesium<sup>137</sup>.

**Введение.** Являясь важнейшей продовольственной, кормовой и технической культурой, яровой ячмень по размерам посевных площадей в нашей стране стоит на втором месте после озимой пшеницы [1,2]. В настоящий период времени при соблюдении всех технологических приемов возделывания и в зависимости от природно-климатических и сортовых особенностей урожайность зерна ярового ячменя составляет порядка 5-8 т/га [3]. Белковый комплекс зерна ячменя характеризуется наличием практически всех незаменимых аминокислот, при этом белки зерна некоторых сортов содержат от 4,5 до 4,9 % лизина, который определяет высокую питательную ценность ярового ячменя [4]. Кроме того, наличие в зерне ячменя горденина уменьшает риск развития в организме животных грамположительных бактерий, что особо ценно для их здоровья [5].

Исследованиями отечественных и зарубежных авторов установлено, что применение минеральных удобрений обеспечивает получение от 30 до 60 % прибавки урожая зерна ячменя [6]. При обширном радиоактивном загрязнении территорий юго-запада Центрального региона Нечерноземной зоны России долгоживущими радионуклидами, важнейшей задачей сельхозпроизводителей различной формы собственности является наращивание объемов производства растениеводческой продукции, в том числе и зерна, на уровне требований санитарно-гигиенического норматива по содержанию в ней основного дозообразующего радионуклида цезия-137 [7], биологическая доступность которого в системе «почва-растения» регламентируется применением агрохимических мероприятий, среди которых ведущая роль принадлежит калийным удобрениям, вносимым в повышенных дозах в

сравнении с ранее рекомендованными [8]. Повышение продуктивности зерновых культур при использовании современных технологий возделывания невозможно без применения различных новейших биологически активных препаратов, стимулирующих рост и развитие растений, повышающих их устойчивость в стрессовых ситуациях [9]. При радиоактивном загрязнении агроландшафтов долгоживущими радионуклидами производство экологически безопасной продукции на уровне действующего норматива по содержанию в ней радионуклидов является приоритетной задачей современного сельскохозяйственного производства [10-12], где главным требованием является уменьшение размеров перехода из почвы в растения - применение повышенных доз калийных удобрений [6, 7].

**Цель исследований.** Дать агроэкологическую оценку действия минеральных удобрений в комплексе с гуминовым препаратом на урожайность ярового ячменя и качественные показатели урожая зерна.

**Материал и методика исследований.** Экспериментальные исследования по изучению действия средств химизации на продуктивность ярового ячменя проводили в стационарном полевом опыте, заложенном на полях Новозыбковского филиала Брянского ГАУ в 2014-2018 гг. Возделывали яровой ячмень сорта Эльф в многолетнем стационарном опыте полевого севооборота: люпин, озимая пшеница, ячмень, овес. Почва опытного поля дерново-подзолистая, супесчаная, до закладки имела следующую агрохимическую характеристику пахотного слоя: органическое вещество (по Тюрину) 2,32-2,63,  $pH_{\text{сол}}$  5,40 - 5,50 содержание фосфора и калия (по Кирсанову) 350-518 и 120-155 мг/кг, соответственно. Загрязнение почвы опытного поля цезием<sup>137</sup> –

216-248 кБк/м<sup>2</sup>. Общая посевная площадь делянки в опыте 120 м<sup>2</sup>, учетная - 50 м<sup>2</sup>. Повторность опыта – 3-х кратная. Делянки располагались в опыте систематически. Учитывали урожай поделяночно, методом сплошной уборки малогабаритным комбайном «Сампо-500». Урожай зерна приводили к стандартной влажности – 14%. Возделывали яровой ячмень в опыте, руководствуясь общепринятой для зоны технологией. Норма высева семян- 5,0 млн. шт. зерен на 1 га.

Внесение минеральных удобрений на опытных делянках осуществляли вручную вразброс весной под предпосевную культивацию почвы. Растения ярового ячменя обрабатывали регулятором роста в фазу начала выхода в трубку из расчета 6 л/га. Закладку полевых опытов и проведение лабораторно-аналитических исследований осуществляли согласно общепринятым методикам. Результаты исследований подвергали статистической обработке по методике Б.А. Доспехова (1985) [13].

Схема опыта включала следующие варианты: контроль (без удобрений); N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> - фон I; фон I + K<sub>60</sub>; фон I + K<sub>90</sub>; фон I + K<sub>120</sub>; N<sub>120</sub>P<sub>90</sub> - фон II; фон II + K<sub>120</sub>; фон II + K<sub>150</sub>; фон II + K<sub>180</sub>; Контроль + Гумистим; фон II + Гумистим; фон II + K<sub>120</sub> + Гумистим; фон II + K<sub>150</sub> + Гумистим; фон II + K<sub>180</sub> + Гумистим.

Метеорологические условия периодов вегетации в годы проведения экспериментальных

исследований по условиям увлажнения и температурному режиму различались. Более благоприятными для роста и развития ячменя по погодным условиям оказались 2016 и 2018 гг.

**Результаты исследования.** Наименьший уровень урожайности зерна ячменя 2,33 т/га в среднем за годы исследований получен на контрольном варианте. Более высокая урожайность зерна ячменя в среднем по опыту отмечена в 2016 и 2018 гг. составляя 3,86 и 3,81 т/га соответственно. Уровень урожайности зерна в 2016 г. по изучаемым вариантам опыта изменялся в пределах 2,63 - 5,26 т/га. Применение азотно-фосфорного удобрения N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> (фон I) повышало урожайность зерна до 2,46 т/га или на 18,3 % относительно абсолютного контроля. Внесение возрастающих доз калия (K<sub>120</sub>-K<sub>150</sub>, K<sub>180</sub>) на фоне N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> способствовало повышению урожайности зерна в среднем на 0,79-1,33 т/га относительно контроля. Применение повышенной дозы азотно-фосфорного удобрения N<sub>120</sub>P<sub>90</sub> (фон II) позволило сформировать урожай зерна ячменя на уровне 3,54 т/га, прибавка по отношению к контролю составила 1,21 т/га. В сравнении с фоном II прибавка урожайности достигала 0,86 т/га или она возрастала на 31,5%. Применение калийных удобрений в возрастающих дозах от 120 до 180 кг/га д.в. в составе N<sub>120</sub>P<sub>90</sub> способствовало повышению урожайности зерна ячменя относительно контроля в среднем на 1,58-2,30 т/га или 67,8- 97,8 %.

Таблица 1 – Урожайность зерна ячменя в зависимости от применяемых средств химизации

Варианты опыта	Урожайность, т/га				Прибавка, т/га		Окупаемость удобрений прибавкой урожая, кг/кг
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее	к контролю	от Гумистима	
1	2,63	1,99	2,36	2,33	-	-	-
2	2,89	2,52	2,78	2,73	0,40	-	2,7
3	3,34	2,83	3,19	3,12	0,79	-	3,8
4	3,67	2,96	3,46	3,36	1,03	-	4,3
5	3,95	3,26	3,77	3,66	1,33	-	4,1
6	3,57	3,39	3,67	3,54	1,21	-	6,0
7	3,89	3,52	4,33	3,91	1,58	-	4,8
8	4,26	3,97	4,65	4,29	1,96	-	5,4
9	4,68	4,35	4,86	4,63	2,30	-	5,9
10	2,79	2,18	2,52	2,50	0,17	0,17	-
11	3,88	3,48	3,82	3,73	1,40	0,19	5,9
12	4,46	3,67	4,38	4,17	1,84	0,26	5,6
13	4,81	4,47	4,69	4,66	2,33	0,37	6,5
14	5,26	4,62	4,91	4,93	2,60	0,30	6,7
В среднем	3,86	3,37	3,81				

НСР<sub>05</sub> 0,21 0,10 0,18

Примечание: расшифровка вариантов дана в схеме опыта.

При обработке вегетирующих посевов ячменя гуминовым препаратом величина прибавки относительно абсолютного контроля достигала уровня 0,17 т/га (9,0%), в то же время величина прибавки от применения стимулятора роста в варианте N<sub>120</sub>P<sub>90</sub> составила 1,25 т/га (53,6%), относительно варианта N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> она увеличилась на 0,58 т/га (16,1%). Внесение последовательно возрастающих доз калия (K<sub>120</sub>-K<sub>180</sub>) повышало урожайность зерна ячменя относительно абсолютного контроля в среднем за 3 года на 1,84-2,60 т/га (79,0-115,9%), в то время как величина прибавки от регулятора роста составляла 0,26-0,37 т/га (11,1- 15,9%). В среднем за годы проведения полевых опытов самая высокая урожайность зерна ячменя 4,93 т/га отмечена в варианте N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub>+Гумистим, при окупаемости 1 кг НРК прибавкой урожая зерна, равной 6,7 кг/кг.

В наших опытах в результате лабораторно-аналитических исследований установлено, что

под влиянием полного минерального удобрения отмечалось увеличение в зерне ячменя как общего содержания аминокислот, так и незаменимых (таблица 2). Повышение дозы калия в составе НРК способствовало увеличению содержания всех аминокислот в зерне ячменя.

Установлено, что в зерне ячменя в наибольшем количестве накапливалось валина и лейцина, среди остальных - аргинина и пролина. Под действием изучаемых средств химизации изменялось и соотношение аминокислот в зерне ячменя. Наибольшее количество аминокислот, в том числе и незаменимых, в зерне ячменя накапливалось в варианте с применением гуминового препарата Гумистим на фоне полного минерального удобрения в дозе N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub>.

Проведенными исследованиями установлено, что при интенсификации средств химизации в опыте отмечено увеличение содержания макроэлементов в зерне ячменя (таблица 3).

Таблица 2 – Влияние минерального удобрения на содержание аминокислот в зерне ячменя, % на воздушно-сухое вещество (2016-2018 гг.)

Аминокислоты	Варианты опыта			
	контроль (без удобрений)	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub> + Гумистим
Валин (Val)	0,662	0,728	0,734	0,824
Лейцин (Leo)+ изолейцин	1,418	1,459	1,473	1,746
Лизин (Lys)	0,570	0,585	0,591	0,615
Метеонин (Met)	0,162	0,189	0,220	0,255
Треонин (Thr)	0,360	0,529	0,653	0,684
Триптофан (Trp)	0,088	0,093	0,099	0,107
Фенилаланин (Phe)	0,605	0,654	0,685	0,718
<b>Всего незаменимых</b>	<b>3,865</b>	<b>4,237</b>	<b>4,455</b>	<b>4,949</b>
Аланин (Ala)	0,706	0,732	0,726	0,752
Аргинин (Ang)	0,585	0,976	0,923	1,072
Гистидин (His)	0,159	0,183	0,195	0,216
Глицин (Gly)	0,425	0,578	0,621	0,693
Пролин (Pro)	1,611	1,652	1,719	1,903
Серин (Ser)	0,574	0,623	0,636	0,678
Тирозин (Tyr)	0,236	0,295	0,432	0,452
<b>Сумма всех аминокислот</b>	<b>8,185</b>	<b>9,276</b>	<b>9,707</b>	<b>10,715</b>

Таблица 3 – Содержание элементов питания в зерне ячменя, мг/кг (2016- 2018 гг.)

Макроэлементы	Системы удобрения		
	контроль (без удобрений)	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub> + Гумистим
Фосфор	960	1150	1270
Калий	5850	6500	6650
Кальций	970	1110	1250
Магний	260	350	390
Натрий	66	75	85
Сера	340	450	550
Железо	70	130	150

Таблица 4 - Изменение удельной активности цезия 37 в зерне ячменя под влиянием средств химизации

Вариант	Удельная активность. Бк/кг				Кратность снижения, раз	Коэффициент накопления, $n \times 10^{-2}$
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем		
1	10	15	17	15	-	1,34
2	14	20	22	19	-	1,55
3	10	14	14	13	1,15	1,30
4	9	12	13	11	1,36	1,12
5	8	10	10	9	1,67	0,85
6	16	22	24	21	-	1,46
7	6	10	12	9	1,67	0,98
8	5	9	8	7	2,14	0,74
9	4	7	8	6	2,50	0,61
10	8	13	14	12	1,25	1,12
11	7	9	8	8	1,87	0,88
12	4	9	7	7	2,14	0,76
13	2	7	5	5	3,00	0,44
14	2	3	4	3	5,00	0,40
<b>НСР<sub>05</sub></b>	2	4	3			

Примечание: допустимый уровень 60 Бк/кг; расшифровка вариантов дана в схеме опыта

В среднем за три года опытов самое высокое содержание основных элементов питания в зерне ячменя было получено при комплексном применении удобрений и регулятора роста - вариант (N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub> + Гумистим).

Результаты проведенных лабораторно-аналитических исследований показали, что в среднем за годы проведения полевых экспериментальных исследований наиболее высокая концентрация <sup>137</sup>Cs урожая зерна отмечено в 2017 г., изменяясь по вариантам опыта 20-33 Бк/кг (таблица 4), при наименьшей концентрации <sup>137</sup>Cs в зерне ячменя в разрезе изучаемых вариантов опыта в более благоприятном по условиям вегетационного периода 2016 года, а на фоне применения азотно-фосфорного удобрения в дозах N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> (фон I) и N<sub>120</sub>P<sub>90</sub> (фон II) отмечалось увеличение размеров потребления радиоцезия из почвы растениями ячменя до уровня 19-22 Бк/кг при концентрации <sup>137</sup>Cs в зерне ячменя на контрольном варианте 15 Бк/кг.

Применение калийного удобрения в дозах K<sub>90</sub>-K<sub>120</sub> в составе N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> (фон I) снижало концентрацию <sup>137</sup>Cs в сравнении с контролем в среднем в 1,15-1,67 раза при соответствующем снижении коэффициента накопления с 1,30 до 0,85. Удельная активность <sup>137</sup>Cs в зерне ячменя от применения возрастающих доз калия K<sub>120</sub>-K<sub>180</sub> уменьшалась в среднем в 1,67- 2,50 раза, а коэффициент накопления снижался с 0,98 до 0,61 соответственно. Обработка растений ячменя гуминовым препаратом на контрольном варианте, способствовало уменьшению удельной активности <sup>137</sup>Cs в урожае зерна ячменя относи-

тельно абсолютного контроля в среднем в 1,25 раза. Обработка посевов ячменя Гуминовым препаратом на фоне азотно-фосфорного удобрения N<sub>120</sub>P<sub>90</sub> (фон II) уменьшило удельную активность <sup>137</sup>Cs в зерне в сравнении с абсолютным контролем в среднем в 1,87 раза. Внесение калийного удобрения K<sub>120</sub>, K<sub>150</sub> и K<sub>180</sub> совместно с азотно-фосфорным удобрением N<sub>120</sub>P<sub>90</sub> (фон II) в комплексе с регулятором роста способствовало уменьшению удельной активности <sup>137</sup>Cs в урожае зерна ячменя в 2,14-5,00 раз, при снижении коэффициента накопления с 0,76 до 0,40 соответственно. Полученный урожай зерна ячменя на всех изучаемых вариантах опыта по удельной активности в нем <sup>137</sup>Cs не превышает санитарно-гигиенический норматив и может быть использовано без ограничений, как на пищевые, так и на кормовые цели.

**Выводы.** Таким образом, при возделывании ярового ячменя на дерново- подзолистой, супесчаной, радиоактивно загрязненной почве статистически установлено, что комплексное применение средств химизации способствовало повышению урожайности и окупаемости 1 кг NPK прибавкой урожая зерна. Под влиянием средств химизации в зерне ячменя повышалось содержание макроэлементов и улучшался аминокислотный состав белкового комплекса зерна ячменя. Применение удобрений различной степени насыщенности как отдельно, так и совместно с гуминовым препаратом Гумистим уменьшало удельную активность <sup>137</sup>Cs в зерне ячменя в 1,15-5,00 раз в сравнении с контролем.

**Список использованных источников**

1. Прудникова Е.Г., Хилкова Н.Л. Сортовые особенности элементного состава и формирование продуктивности зерновых культур // *Аграрная наука*. – 2014. – №9. – С. 11-12.
2. Бельченко С.А., Белоус И.Н., Наумова М.П. Развитие АПК Брянской области // *Вестник Брянской ГСХА*. – 2015. – №2. – С.32-36.
3. Агрохимические приемы в технологиях возделывания сортов ярового ячменя на дерново-подзолистых почвах. Селекция зерновых культур и технология их возделывания в Центральном Федеральном округе РФ / П.М. Политыко, М.Н. Зяблова, Л.Е. Пивоварова и др. // *Материалы научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н.И.Вавилова*. – М.: Московский НИСХ «Немчиновка». – 2013. – С. 231-237.
4. Роль минеральных удобрений и средств защиты растений в формировании урожайности и качества зерна сортов ярового ячменя (*Hordeum vulgare*L) при разных технологиях возделывания на дерново-подзолистых почвах / Политыко П.М., Кисилев Е.Ф., Капранов В.Н. и др. // *Проблемы агрохимии и экологии*. – 2017. – №2. – С. 13-18.
5. Сорокин А.И., Цевденова А.С. Применение регуляторов роста под яровой ячмень на светло-каштановых почвах // *Зерновое хозяйство России*, 2016. – №1. – С. 35-38.
6. Белоус Н.М., Драганская М.Г., Бельченко С.А. Системы удобрений и реабилитация песчаных почв // *Брянск*, 2010. – 224 с.
7. Кузнецов В.К., Санжарова Н.И., Бровкин В.И., Серегин Н.В., Грунская В.П. Оценка влияния длительного применения минеральных удобрений на свойства почв, качество продукции и накопление <sup>137</sup>Cs урожаем зерновых культур // *Агрохимия*. – 2017. – №2. – С. 64-72.
8. Ратников А.Н., Жигарева Т.Л., Петров К.В., Попова Г.И., Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф., Моисеенко Ф.В. Эффективность окультуривания дерново-подзолистых почв в земледелии на радиоактивно загрязненных территориях // *Бюллетень ВИУА*, 2001. – №114. – С. 151-152.
9. Пушкина Г.Л., Бушковская Л.М., Балакина М.В. Состояние и перспективы повышения экологической безопасности // *Химические методы защиты растений*. – СПб. – 2004. – С. 266-269.
10. Малявко Г.П., Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Агрохимическое обоснование технологий возделывания озимой ржи на юго-западе России. – Брянск: Изд-во Брянской ГСХА. – 2010. – 247 с.
11. Пигорев И.Я., Тарасов А.А., Тарасов С.А. Биопрепараты как средства интенсификации земледелия // *Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева"*. - 2017. - С. 155-161.
12. Пигорев И.Я., Степкина И.И., Агеева А.А. Экономико-энергетическая оценка выращивания ярового ячменя на черноземе типичном лесостепи // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. - 2013. - № 2. - С. 44-46.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

**List of used sources**

1. Prudnikova E.G. Khilkova N.L. Varietal Features of the Elemental Composition and the Formation of the Productivity of Grain Crops // *Agrarian Science*. 2014. - No. 9. - P. 11-12.
2. Bel'chenko S.A. Belous I.N., Naumova M.P. Development of Agro-industrial Complex in the Bryansk Region. / *Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy*, 2015. No. 2 - P. 32-36.
3. Polityko P.M., Zyablova M.N., Pivovarova L.E., Eroshenko N.A., Dolgikh A.V., Rudenko A.B., Mityuta S.V. Agrochemical Techniques in the Technologies of Cultivating Spring Barley Varieties on Sod-podzolic Soils. Grain Breeding and Cultivation Technology in the Central Federal District of the Russian Federation. // *Materials of the Scientific and Practical Conference. Dedicated to the 125th Anniversary of the Birth of N.I. Vavilov*. - M.: Moscow NISH "Nemchinovka". 2013. - P. 231- 237.
4. Polityko P.M., Kisilev E.F., Kapranov V.N. et sat. The Role of Mineral Fertilizers and Plant Protection Products in the Formation of Yield and Grain Quality of Spring Barley Varieties (*Hordeum vulgare*L) with Different Cultivation Technologies on Sod-podzolic Soils // *Problems of Agricultural Chemistry and Ecology*. 2017. No2. - P. 13-18.
5. Sorokin A.I., Tsevdanova A.S. The Use of Growth Regulators Under Spring Barley on Light Chestnut Soils // *Grain Farm of Russia*, 2016. No. 1. - P. 35-38.
6. Belous N.M., Draganskaya MG, Belchenko S.A. Fertilizer Systems and Rehabilitation of Sandy Soils // *Bryansk*, 2010. – 224 p.
7. Kuznetsov V.K. Sanzharova N.I., Brovkin V.I., Seregin N.V., Grunskaya V.P. Evaluation of the Effect of

Prolonged Use of Mineral Fertilizers on Soil Properties, Product Quality and <sup>137</sup>Cs Accumulation by Grain C // Agrochemistry. 2017. No2. - S. 64-72.

8. Ratnikov A.N., Zhigareva T.L., Petrov K.V., Popova G.I., Belous N.M., Shapovalov V.F., Moiseenko F.V. The Effectiveness of Cultivation of Sod-podzolic Soils in Agriculture in Radioactively Contaminated Territories // Bulletin of the VIUA, 2001. No. 114. - from.151-152.

9. Pushkina G.L., Bushkovskaya L.M., Balakina M.V. Status and Prospects of Improving Environmental Safety // Chemical Methods of Plant Protection. St. Petersburg. 2004. - P. 266-269.

10. Malyavko G.P., Belous N.M., Shapovalov V.F. Agrochemical Substantiation of Winter Rye Cultivation Technologies in the South-west of Russia. - Bryansk: Publishing House of the Bryansk State Agricultural Academy. 2010. - 247 p.

11. Pigorev I.Y., Tarasov A.A, Tarasov S.A. Biopreparaty as a means of intensification of agriculture // Collection: Principles and technologies of greening production in agriculture, forestry and fisheries: Proceedings of the 68th International Scientific and Practical Conference on the Year of Ecology in Russia. Ministry of Agriculture of the Russian Federation; Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University named after PA Kostychev". - 2017. - P. 155-161.

12. Pigorev I.Y., Stepkina I.I., Ageeva A.A. Economic and energy assessment of the cultivation of spring barley on typical Chernozem of the forest steppe // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2013. - №. 2. - P. 44-46.

13. Armor B.A. Methodology of field experience. - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 p.

УДК 631. 58.631,48:581:5

**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ  
НА ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР  
НА ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ**

ЛЕВШАКОВ Л.В.,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВО Курская ГСХА;  
e-mail: leo-levshakov@yandex.ru, тел. 8-4712-53-11-80.

ЧЕВЫЧЕЛОВ А.В.,

аспирант ФГБОУ ВО Курская ГСХА; e-mail: andr46@mail.ru, тел. 8-910310-41-42.

ЛАЗАРЕВ В.И.,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Курская ГСХА;  
e-mail: vla190353@yandex.ru, тел.8-910-312-29-14.

ПЯТАКОВ М.А.,

аспирант, ФГБОУ ВО Курская ГСХА, тел.8-920-731-07-92.

**Реферат.** Для того, чтобы растения в полной мере могли использовать элементы питания для своего роста и развития из почвы и вносимых минеральных удобрений необходимы оптимальные климатические условия и агрофизические свойства почвы. Для почв доминирующим фактором является содержание влаги. При внесении минеральных удобрений традиционно увеличиваются показатели продуктивности возделываемых культур вследствие улучшения питания растений и улучшения показателей почвенного плодородия. Помимо этого, комплексные минеральные удобрения оказывают воздействие и на агрофизические свойства почвы, такие важные как содержание продуктивной влаги. В данной статье обобщены полученные производственные результаты по эффективности применения комплексных минеральных серосодержащих удобрений в зональных почвах Центрального Черноземья и их влияние на питательный режим чернозёмов и серых лесных почв и коэффициенты водопотребления при возделывании зерновых культур. Полученные данные показывают, что применение минеральных удобрений снижает на зональных почвах Центрального Черноземья величину водопотребления при возделывании яровой пшеницы от 5 до 10 мм/т. Внесение серосодержащих минеральных удобрений, особенно в повышенных дозах, оказывает значительное влияние на содержание доступных для растений основных элементов питания, таких как азот, фосфор, калий и сера в пахотном слое черноземов и серых лесных почв.

**Ключевые слова:** чернозем типичный, темно-серая лесная почва, сера, минеральное удобрение с содержанием серы, продуктивная влага, коэффициент водопотребления, питательный элемент.

**INFLUENCE OF COMPLEX SULFUR-CONTAINING FERTILIZERS ON NUTRIENT  
REGIME AND WATER CONSUMPTION OF AGRICULTURAL CROPS ON ZONAL SOILS  
OF CENTRAL CHERNOZEM REGION**

LEVSHAKOV L.V.,

candidate of agricultural Sciences, associate Professor of «Kursk state agricultural Academy I.I. Ivanov».

CHEVYCHELOV A.V.,

post-graduate STUDENT of «Kursk state agricultural Academy I.I. Ivanov»

LAZAREV V.I.,

doctor of agricultural Sciences, Professor of «Kursk state agricultural Academy I.I. Ivanov»

РУАТАКОВ М. А.,  
post-graduate STUDENT of the «Kursk state agricultural Academy I.I. Ivanov»

**Essay.** In order for plants to fully use the elements of nutrition for their growth and development from the soil and introduced mineral fertilizers, optimal climatic conditions and agrophysical properties of the soil are necessary. For soils, the dominant factor is the moisture content. When applying mineral fertilizers, productivity indicators of cultivated crops traditionally increase due to improved plant nutrition and improved soil fertility. In addition, complex minerals have an impact on the agrophysical properties of the soil, such as the content of productive moisture. This article summarizes the production results obtained on the effectiveness of the use of complex mineral sulfur-containing fertilizers in zonal soils of the Central black earth region and their impact on the nutrient regime of black soil and gray forest soils and water consumption coefficients in the cultivation of grain crops. The obtained data show that the use of mineral fertilizers reduces the amount of water consumption in the cultivation of spring wheat from 5 to 10 mm/t on zonal soils of the Central Chernozem region, the Introduction of sulfur-containing mineral fertilizers, especially in high doses, has a significant impact on the content of basic nutrients available to plants, such as nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur in the arable layer of chernozems and gray forest soils.

**Keywords:** typical chernozem, dark gray forest soil, sulfur, mineral fertilizer with sulfur content, productive moisture, water consumption coefficient, nutrient element.

**Введение.** При возделывании сельскохозяйственных культур для получения стабильно высокой урожайности необходимо обеспечить потребность растений полным набором макро-, мезо- и микроэлементов на протяжении всего периода вегетации. Недостаток усвояемых форм макро, микро- и мезоэлементов в почве приводит к снижению урожайности и качества продукции, становится причиной различных заболеваний сельскохозяйственных культур [1]. Для этого необходима оптимальная система применения удобрений, учитывающая потребность различных культур по фазам вегетации, обеспеченность почвы доступными формами элементов, планируемую урожайность [2]. Традиционная система применения минеральных удобрений практически не уделяла должного внимания внесению мезоэлементов, таких как кальций, магний, сера, железо. Однако как показали исследования многих учёных [3, 4], эти элементы оказывают значительное влияние на продуктивность возделывания большинства сельскохозяйственных культур. При этом в последнее время значение серы как одного из важнейших элементов питания всё более возрастает [5]. Традиционно считалось, что зональные почвы Центрального Черноземья в достаточной степени обеспечены этими элементами и нет необходимости в их дополнительном внесении с минеральными удобрениями [6]. Однако агрохимический анализ почв Курской области показал, что они имеют низкую обеспеченность подвижными формами серы (96,5 % от обследованной пашни). В этих условиях получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных

культур без внесения удобрений, содержащих серу, весьма проблематично [7]. Внесение комплексных минеральных серосодержащих удобрений оказывает положительное влияние на питательный режим чернозёмов и серых лесных почв и обеспечивает потребность растений в элементах питания на протяжении всего периода вегетации [8]. Минеральные удобрения также оказывают влияние на содержание продуктивной влаги и коэффициенты водопотребления возделываемых сельскохозяйственных культур. Высокая урожайность сельскохозяйственных культур возможна лишь в том случае, если растения в критические периоды роста и развития не испытывают недостатка в воде. От содержания влаги в почве зависят физические, физико-химические и микробиологические процессы, определяющие превращение питательных веществ, передвижение их в почве и поступление с водой в растения [8, 9].

В целом при оптимальном сочетании вышеперечисленных факторов можно создать наиболее благоприятные условия для получения планируемой урожайности зерновых культур высокого качества.

**Материал и методика исследования.** Изучение эффективности применения комплексных минеральных серосодержащих удобрений проводили в 2015 – 2017 гг. на зональных почвах Центрального Черноземья: темно-серой лесной в ООО «Знаменское» Рыльского района и черноземе типичном в условиях Курского НИИ АПП на посевах яровой пшеницы по вариантам:

1. Контроль – без внесения удобрений;

2. Сульфат аммония ( $N_{40}S_{48}$ ) - весной под предпосевную культивацию;

3. Аммиачная селитра ( $N_{40}$ ) весной под предпосевную культивацию;

4. Внесение NPKS-(10-20-20-6) в дозе  $N_{20}P_{40}K_{40}S_{12}$  (200 кг/га) с осени под основную обработку почвы +  $N_{20}$  (аммиачная селитра) весной под предпосевную культивацию;

5. Внесение NPKS-(10-20-20-6) в дозе  $N_{30}P_{60}K_{60}S_{18}$  (300 кг/га) с осени под основную обработку почвы +  $N_{30}$  (аммиачная селитра) весной под предпосевную культивацию;

6. Внесение NPK (16-16-16) в дозе  $N_{40}P_{40}K_{40}$  (250 кг/га) с осени под основную обработку почвы;

7. Внесение NPK (16-16-16) в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$  (375 кг/га) с осени под основную обработку почвы.

Опыты проводились в 4-польных севооборотах: на черноземе типичном - 1. Чистый пар 2. Озимая пшеница 3. Сахарная свекла 4. Яровая пшеница; на темно-серой лесной почве - 1. Многолетние травы 2 года пользования 2. Озимая пшеница 3. Сахарная свекла 4. Яровая пшеница.

Сорт яровой пшеницы Дарья. Норма посева – 5 млн. всхожих зерен на гектар. Способ посева – рядовой, глубина заделки семян – 4-5 см.

Повторность опыта - трехкратная, размещение вариантов в опыте систематическое в один ярус. Общая площадь делянки  $120\text{ м}^2$ , учетная площадь делянки  $100\text{ м}^2$ . Агрохимическая характеристика почвы представлена в таблице 1.

При проведении исследований определялись следующие показатели: влажность почвы – термостатно-весовым методом с высушиванием почвы при температуре  $105^{\circ}\text{C}$  до постоянного веса (ГОСТ 28268-89). Агрохимические показатели плодородия почвы определяли общепринятыми методиками: нитратный азот - колориметрически дисульфифеноловым

методом, подвижный фосфор – по Чирикову, обменный калий – по Масловой, подвижной серы методом объемной трилометрической оценки сульфатов.

Анализ отобранных почвенных образцов на агрохимические показатели проводили в межфакультетской аналитической лаборатории Курской ГСХА.

**Результаты исследования.** Весь период вегетации растений характеризуется неравномерным потреблением влаги. На это оказывают влияние много факторов. В первую очередь это зависит от биологических особенностей возделываемой культуры, содержание доступной влаги в почве, температуры окружающей среды, особенностей роста и развития растений (густота стояния, мощность их корневой системы и др.). В начальный период роста и развития для прорастания зерна и появления всходов количество влаги абсолютно минимально. В процессе роста для получения дружных и полноценных всходов в пахотном слое почвы (0-20 см) не менее 18 мм продуктивной влаги. Содержание доступной для растений влаги зависит от многих условий, но в первую очередь определяется количеством выпавших осадков, ландшафтно-экологическими условиями, способами обработки почвы, количеством внесённых удобрений и другими факторами.

Полученные в ходе полевых опытов экспериментальные данные показывают, что внесение комплексных минеральных серосодержащих удобрений оказывает значительное влияние на содержание продуктивной влаги в почве, коэффициенты водопотребления яровой пшеницы и содержание доступных для растений макро- и мезоэлементов как на черноземе типичном, так и темно-серой лесной почве.

Таблица 1 - Агрохимическая характеристика пахотного слоя почв опытных участков

Показатели	Содержание	
	Чернозем типичный	Темно-серая лесная
Гумус, %	6,1	3,2
pH водной суспензии	6,5	5,0
Гидролизующий азот, мг/кг	184	90
Подвижный фосфор, мг/кг	156	113
Обменный калий, мг/кг	113	81
Бор, мг/кг	0,34	0,37
Медь, мг/кг	0,30	0,06
Цинк, мг/кг	0,32	0,4
Магний, мг/экв./на 100 г	4,5	7,5
Сера, мг/кг	7,7	2,8

Из полученных данных видно, что запас доступной влаги по всем вариантам проведения исследований как весной в начале вегетации, так и в конце вегетации перед уборкой в вариантах внесения минеральных удобрений отличался от контрольного варианта. Под влиянием внесённых минеральных удобрений на чернозёме типичном содержание доступной влаги увеличивалось на 0,8 мм во втором варианте до 2,3 мм в пятом варианте. Запасы доступной влаги на тёмно-серой лесной почве в начале вегетации были выше показателей чернозёма, что объясняется большим количеством осадков в осенне-зимний период и агрофизическими свойствами почвы. На тёмно-серой лесной почве по сравнению с контролем под влиянием удобрений также повышалось содержание доступной влаги. По вариантам закономерности увеличения были аналогичными полученным данным чернозёмных почв.

Наиболее высокие показатели содержания доступной влаги получены в пятом варианте (+2,4 мм по сравнению с контролем) где внесли NPKS в дозе N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>S<sub>18</sub> под основную обработку почвы + N<sub>30</sub> весной под культивацию (таблица 2).

Ко времени уборки яровой пшеницы содержание влаги в пахотном слое почвы уменьшалось, а в 2016 г. достигало влажности устойчивого завядания и определялось количеством выпавших осадков в период вегетации и уровнем урожайности яровой пшеницы. Однако, разница в запасах доступной влаги в пахотном слое почвы под яровой пшеницей по различным фонам удобренности сохранялась. В вариантах внесения комплексных серосодержащих удобрений содержание доступной влаги как на чернозёмах, так и на серых лесных почвах превышало контрольный вариант на 5 – 7 %.

Таблица 2 - Влияние минеральных удобрений, содержащих серу на, показатели суммарно водопотребления яровой пшеницы, 2015-2017 гг.

Варианты	Запас доступной влаги в пахотном слое почвы, мм, вегетация		Сумма осадков за вегетацию, мм	Всего использовано влаги, мм	Урожай, ц/га (основная и побочная продукция)	К водопотребления, мм/т
	в начале	в конце				
<b>Чернозем типичный</b>						
1.Контроль	31,8	10,1	<b>243,8</b>	21,7+ 265,5	29,7+35,6= 65,3	40,65
2. Сульфат аммония (N <sub>40</sub> S <sub>48</sub> ), весна	32,6	10,3		22,3+ 266,1	36,7+44,0= 80,7	32,9
3.Аммиачная селитра (N <sub>40</sub> ) весна	32,7	10,2		22,5+ 266,3	34,9+41,8= 76,7	34,7
4. NPKS в дозе N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> S <sub>12</sub> + N <sub>20</sub>	33,2	10,4		22,8+ 266,6	37,8+45,4= 83,2	32,0
5. NPKS в дозе N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>18</sub> + N <sub>30</sub>	34,1	10,7		23,4+ 267,2	40,5+48,6= 89,1	29,9
6. NPK в дозе N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	33,3	10,6		22,7+ 266,5	37,2+44,6= 81,8	32,5
7. NPK в дозе N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	33,9	10,8		23,1+ 266,9	39,7+47,6= 87,3	30,6
<b>Тёмно-серая лесная почва</b>						
1.Контроль	35,3	11,2	<b>235,7</b>	24,1+ 259,8	26,6+31,9= 58,5	44,4
2. Сульфат аммония (N <sub>40</sub> S <sub>48</sub> ), весна	36,1	11,3		24,8+ 260,5	33,5+40,2= 73,7	35,3
3.Аммиачная селитра (N <sub>40</sub> ) весна	36,4	11,5		24,9+ 260,6	30,6+36,7= 67,3	38,7
4. NPKS в дозе N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> S <sub>12</sub> + N <sub>20</sub>	36,7	11,5		25,2+ 260,9	37,8+45,4= 83,2	31,5
5. NPKS в дозе N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>18</sub> + N <sub>30</sub>	37,7	11,8		25,9+ 261,6	40,3+48,3= 88,6	29,5
6. NPK в дозе N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	36,7	11,6		25,1+ 260,8	35,1+42,1= 77,2	33,8
7. NPK в дозе N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	37,6	11,8		25,8+ 261,5	37,2+44,6= 81,8	31,9

При возделывании зерновых культур в условиях Центрального Черноземья фактор водообеспеченности и водопотребления становится одним из наиболее важных, определяющим в целом эффективность производства. При этом показателем, характеризующим эффективность использования растениями влаги, является коэффициент водопотребления, который показывает расход воды для образования единицы сухого вещества.

На посевах яровой пшеницы этот показатель существенно варьировал в зависимости от метеорологических условий года, уровня удобренности и величины урожая. Установлено, что количество использованной яровой пшеницей влаги в вариантах без внесения удобрений на черноземе типичном составило 40,65 мм/т, на темно-серой лесной почве – 44,4 мм/т.

Использование комплексных минеральных удобрений без серы (NPK(16-16-16) снижало величину коэффициента водопотребления на черноземе типичном до 30,6-32,5 мм/т, на темно-серой лесной почве до 33,8-31,9 мм/т, а в вариантах с внесением комплексных минеральных удобрений, содержащих серу (NPKS(10-20-20-6) – до 29,9-32,0 и 29,5-31,5 мм/т, соответственно. Влияние серы, находящейся в комплексных удобрениях, практически не сказывалось на влагообеспеченности яровой пшеницы, возделываемой на черноземе типичном.

При возделывании яровой пшеницы на темно-серой лесной почве наличие серы в комплексном удобрении приводило к достоверному снижению коэффициента водопотребления - на 2,3-2,4 мм/т.

Для оптимизации почвенного плодородия в целях повышения урожайности и качества возделываемых культур доминирующая роль принадлежит внесению минеральных удобрений. При проектировании научно-обоснованной системы применения удобрений необходимо просчитать, какое количество элементов питания растения усваивают за счёт почвенного плодородия и какое количество необходимо внести с минеральными удобрениями. С точки зрения питания растений наиболее важным показателем является содержание нитратного азота. Достаточная обеспеченность почвы нитратным азотом говорит о сложившихся оптимальных условиях с точки зрения протекания почвенных биологических процессов, о создании достаточной влажности и аэрации, достаточного наличия подвижных азотных органических соединений.

Наблюдения за питательным режимом под яровой пшеницей проводились в пахотном слое почвы перед посевом, в период колошения и перед уборкой. Нами установлена практически полная зависимость содержания нитратного азота от содержания доступной для растений влаги. Это говорит о том, что без оптимального водно-воздушного режима невозможно обеспечить в почве активного протекания различных биологических процессов трансформации органического вещества, приводящих к накоплению нитратных форм азота. В наших исследованиях анализ корреляционной зависимости между содержанием доступной влаги и запасами нитратного азота выявил между ними тесную связь с коэффициентом корреляции, равным 0,77.

Как показали проведенные нами опыты, по всем вариантам исследования при внесении комплексных минеральных удобрений в почве происходило повышение содержания нитратного азота. На рисунке представлена динамика изменения содержания нитратного азота по вариантам опыта в течение периода вегетации яровой пшеницы на чернозёмах и серых лесных почвах.

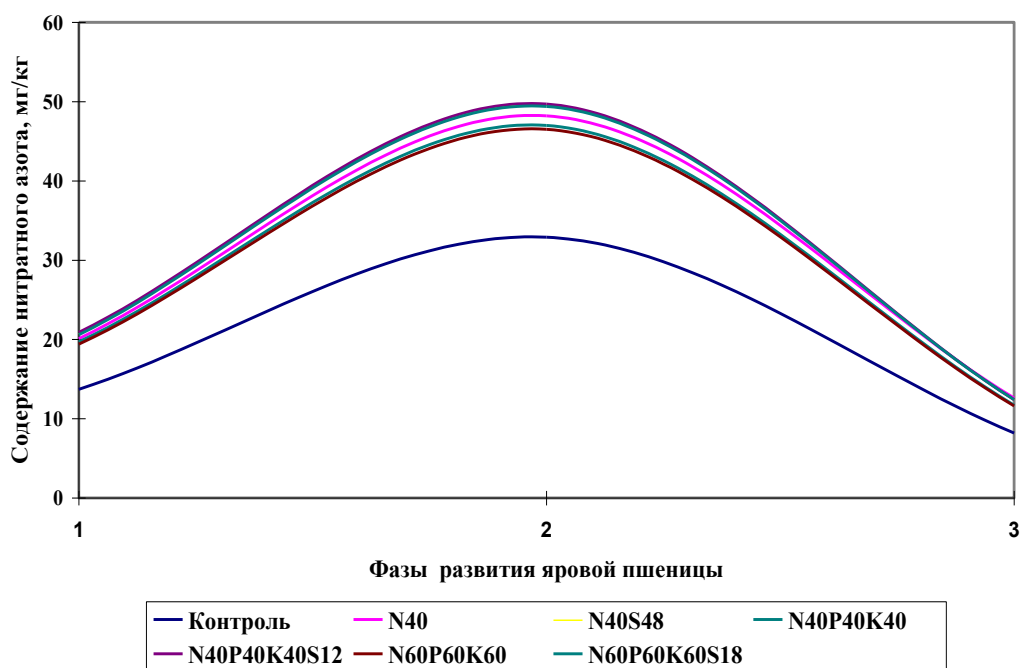
Так, при внесении NPK (16-16-16) в дозе  $N_{40}P_{40}K_{40}$  под основную обработку почвы запасы нитратного азота в 0-40 см слое почвы чернозема типичного составили 19,4 мг/кг, а темно-серой лесной почвы - 16,1 мг/кг. При содержании его в вариантах 13,7 мг/кг и 11,8 мг/кг, соответственно. С увеличением дозы внесения удобрений до  $N_{60}P_{60}K_{60}$  запасы нитратного азота увеличивались до 20,6 мг/кг в 0-40 см слое почвы чернозема типичного и до 17,5 мг/кг в темно-серой лесной почве. В вариантах, где вносились серосодержащие минеральные удобрения запасы нитратного азота в слое почвы 0-40 см перед посевом яровой пшеницы были более высокими по сравнению с вариантами с внесением комплексных минеральных удобрений, не содержащих серу.

Таким образом, в ходе исследований наглядно показана зависимость содержания нитратного азота от внесения в почву минеральных удобрений. Влияние серы, находящейся в комплексных минеральных удобрениях, на содержание нитратного азота было незначительным, наблюдалась лишь тенденция повышения нитратного азота как в черноземе типичном, так и в темно-серой лесной почве.

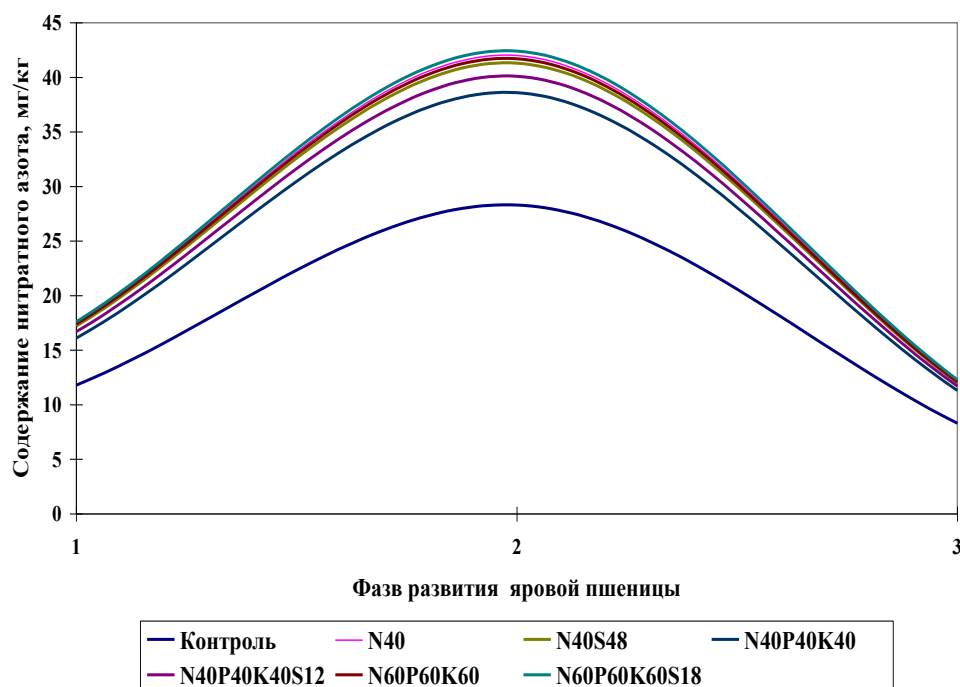
При внесении в почву серосодержащих минеральных удобрений (сульфат аммония,

НРКС 10-20-20-6) в повышенных дозах, оказывало значительное влияние на содержание доступных для растений фосфора, калия и серы в пахотном слое исследуемых почв (таблица 3).

Как показали наши исследования, по всем вариантам опыта как на чернозёме типичном, так и на серой лесной почве содержание подвижных форм элементов по сравнению с контролем значительно увеличивается.



### *Чернозем типичный*



### *Темно-серая лесная почва*

Рисунок 1 - Динамика запасов нитратного азота под яровой пшеницей в пахотном (0-40 см) слое почвы, 2015-2017 гг.

Таблица 3 - Влияние минеральных удобрений на содержание подвижных форм фосфора и серы, обменного калия в пахотном слое чернозема типичного и темно-серой лесной почвы, 2015-2017 гг.

Варианты	Содержание, мг/кг,		
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
Чернозем типичный			
1. Контроль	14,2	11,3	6,5
2. Сульфат аммония (N <sub>40</sub> S <sub>48</sub> ), весна	14,6	11,5	10,8
3. Аммиачная селитра (N <sub>40</sub> ) весна	14,4	11,4	6,8
4. NPKS в дозе N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> S <sub>12</sub> + N <sub>20</sub>	16,8	13,3	9,7
5. NPKS в дозе N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>18</sub> + N <sub>30</sub>	17,9	14,7	10,2
6. NPK в дозе N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	16,2	12,9	6,9
7. NPK в дозе N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	17,6	14,0	7,0
Темно-серая лесная почва			
1. Контроль	10,2	7,8	2,6
2. Сульфат аммония (N <sub>40</sub> S <sub>48</sub> ), весна	10,4	8,0	4,4
3. Аммиачная селитра (N <sub>40</sub> ) весна	10,1	7,9	2,8
4. NPKS в дозе N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> S <sub>12</sub> + N <sub>20</sub>	11,9	9,2	3,6
5. NPKS в дозе N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>18</sub> + N <sub>30</sub>	12,8	10,1	4,2
6. NPK в дозе N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	11,5	8,9	2,9
7. NPK в дозе N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	12,6	9,7	3,2

Таким образом, в результате наших исследований установлено положительное влияние минеральных удобрений, содержащих серу, на содержание подвижных форм фосфора и серы и обменного калия в почве. Внесение серосодержащих минеральных удобрений (NPKS 10-20-20-6), особенно в повышенных дозах, оказывает значительное влияние на содержание этих элементов в пахотном слое исследуемых почв.

**Выводы.** Использование комплексных минеральных серосодержащих удобрений снижает

величину коэффициента водопотребления при возделывании яровой пшеницы как на черноземе типичном, так и темно-серой лесной почве.

Вносимые минеральные серосодержащие удобрения значительно повышают почвенное плодородие вследствие увеличения содержания доступных для растений нитратного азота, подвижных форм фосфора и серы, обменного калия.

#### Список используемых источников

1. Левшаков Л.В., Чевычелов А.В. Влияние серосодержащих минеральных удобрений на питательный режим зональных почв Центрального Черноземья // В кн.: Ресурсосберегающие технологии в земледелии: материалы IV Международной научно-практической конференции 27 февраля 2019 г., ФГБОУ ВО «Ярославская ГСХА». – Ярославль, 2019.
2. Ягодин Б.А., Агрохимия. – М.: Изд-во Наука, 2003. - 435 с.
3. Шеуджен А.Х. Биогеохимия. - Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2003. – 1028 с.
4. Аристархов А.Н. Агрохимия серы. Под ред. академ. РАСХН Сычёва В.Г. - М.: ВНИИА, 2007. - 272 с.
5. Чевычелов А.В., Левшаков Л.В., Лазарев В.И. Влияние удобрений, содержащих серу, на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Курской области // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. - № 4. - С. 51 – 54.
6. Протасова Н.А., Щербаков А.П. Микроэлементы в черноземах и серых лесных почвах Центрального Черноземья. - Воронеж, 2003. - 367 с.
7. Лазарев В.И., Чевычелов А.В. Эффективность комплексных удобрений, содержащих серу, на черноземных и серых лесных почвах Курской области при возделывании яровой пшеницы // Земледелие. - 2016. - № 5. - С. 29-32.
8. Чевычелов А.В., Левшаков Л.В. Эффективность применения серосодержащих удобрений при возделывании яровой пшеницы на зональных почвах Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. - № 1. - С. 53 - 59.

9. Пигорев И.Я. Аграрная наука в реальном секторе экономики АПК Курской области и предстоящие задачи // В кн.: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве: материалы Международной научно-практической конференции. – Курск: Изд-во Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. - 2015. - С. 3-7.

10. Долгополова Н.В. Факторы плодородия в биологическом земледелии лесостепи Центрального Черноземья // Региональный вестник. – 2016. - № 2(3). – С. 27-29.

### List of sources used

1. Levshakov L.V., Chevychelov A.V. Influence of sulfur-containing mineral fertilizers on the nutritional regime of zonal soils of the Central Chernozem region // In: Resource-saving technologies in agriculture: materials of the IV International scientific and practical conference February 27, 2019, FSBEI HE "Yaroslavl State Agricultural Academy". - Yaroslavl, 2019.

2. Yagodin B.A., Agricultural chemistry. - M.: Publishing House of Science, 2003. - 435 p.

3. Sheujen A.Kh. Biogeochemistry. - Maykop: GURIPP "Adygea", 2003. - 1028 p.

4. Aristarkhov A.N. Agrochemistry of sulfur. Ed. Academic RAAS Sycheva V.G. - M.: VNIIA, 2007.- 272 p.

5. Chevychelov A.V., Levshakov L.V., Lazarev V.I. The effect of fertilizers containing sulfur on the yield and grain quality of spring wheat in the conditions of the Kursk region // International Agricultural Journal. - 2019. - No. 4. - P. 51 - 54.

6. Protasova N.A., Scherbakov A.P. Trace elements in chernozems and gray forest soils of the Central Black Earth Region. - Voronezh, 2003. - 367 p.

7. Lazarev V.I., Chevychelov A.V. Efficiency of complex fertilizers containing sulfur on chernozem and gray forest soils of the Kursk region during the cultivation of spring wheat // Agriculture. - 2016. - No. 5. - S. 29-32.

8. Chevychelov A.V., Levshakov L.V. The effectiveness of the use of sulfur-containing fertilizers in the cultivation of spring wheat on zonal soils of the Kursk region // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2016. - No. 1. - P. 53 - 59.

9. Pigorev I.Y. Agrarian science in the real sector of the economy of the agro-industrial complex of the Kursk region and the challenges ahead // Collection: Actual problems and innovative activity in agro-industrial production: materials of the International Scientific and Practical Conference. - Kursk: Publishing house of the Kursk State Agricultural Academy, 2015. - P. 3-7.

10. Dolgopolova N.V. Fertility factors in biological farming of the forest-steppe of the Central Chernozem region // Regional Bulletin. - 2016. - No. 2 (3). - S. 27-29.

УДК 631.8:635.21

**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ  
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОГО  
НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ**

СЕКИРНИКОВ А.Е.,  
аспирант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ; e-mail: bgsha@bgsha.com.

БЕЛЬЧЕНКО С.А.,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства,  
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ; e-mail: bgsha@bgsha.com.

ПИГОРЕВ И.Я.,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения, общего земледелия  
и растениеводства, проректор по научной работе и инновациям, ФГБОУ ВО Курская ГСХА;  
e-mail: kyrsknich@gmail.com.

ШАПОВАЛОВ В.Ф.,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии,  
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ; e-mail: bgsha@bgsha.com.

**Реферат.** В многолетнем полевом опыте на дерново-подзолистой рыхлопесчаной почве в условиях радиоактивного загрязнения территории изучено действие совместного применения средств химизации на продуктивность картофеля сорта Кураж. Установлено, что максимальный выход клубней (35,8 т/га) в среднем, обеспечило применение органо-минеральной системы удобрения совместно с низкой дозой минпитания NPK - (N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub>) на фоне защитного комплекса (пестициды) и гуминового препарата «Гумистим». Под влиянием изучаемых применяемых химикатов как отдельно, так и при их совместном применении наблюдали снижение содержания крахмала, повышение содержания сырого белка и сбор его с единицы площади и снижение удельной активности цезия-137 в товарной продукции.

**Ключевые слова:** картофель, севооборот, удобрения, урожайность, «Гумистим», крахмал, сырой белок, <sup>137</sup>Cs.

**INFLUENCE OF COMPLEX APPLICATION OF CHEMICALIZATION MEANS  
ON THE POTATO PRODUCTIVITY GROWN IN THE CONTAMINATED SOD-PODZOLIC  
SANDY SOIL**

SEKIRNIKOV A.E.,  
postgraduate student of the Department of "Agrochemistry, Soil science and Ecology", FSBEI HE  
Bryansk GAU.

BEL'CHENKO S.A.,  
doctor of Science (Agriculture), Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed growing,  
FSBEI HE Bryansk GAU.

PIGOREV I.Ya.,  
doctor of Science (Agriculture), Professor of the Department of "Soil Science, General Agriculture and  
Plant growing", Vice-Rector for Research and Innovation, Kursk State Agricultural Academy e-mail:  
kyrsknich@gmail.com

SHAPOVALOV V.F.,  
doctor of Science (Agriculture), Professor of the Department of "Agrochemistry, Soil science and  
Ecology", FSBEI HE Bryansk GAU.

**Essay.** In the long-term field experience on sod-podzolic friable sandy soil in the conditions of radioactive contamination of the territory, the effect of complex application of chemicalization means on the potato productivity of the variety Kurazh has been studied. It was established, on average, that maximum tuber yield t/ha has provided the use of organo-mineral fertilizer system together with a lower dose of NPK (N75P30K90) against the background of the protective complex (pesticides) and humic preparation Gumistim. Under the influence of the studied means of chemicalization used both separately and comprehensively, a decrease in starch content, an increase and collection of crude protein per unit area, and a decrease in the specific activity of cesium-137 in commercial products were noted.

**Keywords:** potato, crop rotation, fertilizer system, yields, Gumistim, starch, crude protein,  $^{137}\text{Cs}$ .

**Введение.** Картофель в условиях функционирования рыночного механизма хозяйствования, как одна из важнейших продовольственных культур, занимающая важное место оказывает значительное влияние в укреплении продовольственной безопасности страны [1, 2, 3, 4, 27].

Важнейшим фактором повышения урожайности и качества товарных клубней картофеля в условиях интенсификации земледелия является использование последних достижений селекции и внедрения новейших средств защиты растений, образцов сельскохозяйственной техники, различных биологических препаратов, применение современных химических мелиорантов и удобрений, где сбалансированности элементов минерального питания принадлежит особая роль, с учетом почвенно-климатических приемов возделывания [5, 6, 7, 28]. Практика возделывания картофеля в Нечерноземной зоне Российской Федерации свидетельствует, что в наибольшей степени для возделывания этой культуры подходят дерново-подзолистые почвы легкого гранулометрического состава занимающие в Нечерноземье около 5 млн. га [8, 23, 24]. Применение в условиях изменяющегося климата новейших биологических препаратов (регуляторов роста) снижающих стрессовое состояние вегетирующих растений особенно при радиоактивном загрязнении сельскохозяйственных угодий [9, 10, 11, 12, 13, 25, 26]. Важнейшим агрохимическим приемом на радиоактивно загрязненной почве и основным фактором снижения поступления радиоцезия в урожай товарной продукции растениеводства является применение повышенных доз калийных удобрений [14, 15, 16, 17].

**Цель исследований** – изучить эффективную значимость применения различных минеральных удобрений и органики, как отдельно, так и при их совместном внесении со средствами защиты растений и гуминовым препаратом «Гумистим» под пропашные культуры (картофель) на загрязненной радионуклидами почве.

**Методика.** Экспериментальные исследования проводили в 2014-2017 гг. в стационарном

полевом опыте на дерново-подзолистой рыхлопесчаной почве, характеризующейся следующими агрохимическими показателями пахотного слоя: содержание органического вещества (по Тюрину) 1,9-2,2; рН<sub>сол.</sub> – 6,7-6,9; сумма поглощенных оснований – 12,2-16,4 ммоль-экв/100 г почвы, содержание обменного калия 71-86 мг/кг, подвижного фосфора – 370-390 мг/кг (по Кирсанову); плотность загрязнения почвы опытного поля радиоцезием - 137 порядка 526-666 кБк/ м<sup>2</sup>.

Опыт проводили в плодосменном севообороте со следующей ротацией с.-х. культур: пропашные (картофель) – овес (яровые зерновые) – люпин (з\бобовые) - озимая рожь (озимые зерновые). Повторность в полевом эксперименте – четырехкратная с систематическим расположением делянок. Посевная площадь делянки 90 м<sup>2</sup>, учетная – 70 м<sup>2</sup>. В проводимом опыте в качестве эксперимента использовали сорт картофеля Кураж.

Схема опыта предоставлена следующим вариантами: контроль (Без удобрений); Органика (навоз -80 т/ж); Навоз-40 т/ж + N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub>; N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub>; N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>180</sub>; N<sub>225</sub>P<sub>90</sub>K<sub>270</sub>; Навоз 40 т/га + N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub> + защитный комплекс N<sub>75</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90+</sub> защитный комплекс; N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>180</sub> + защитный комплекс; N<sub>225</sub>P<sub>90</sub>K<sub>270</sub> + защитный комплекс; Навоз ультра + N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub> + защитный комплекс + гуминовый препарат; N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90+</sub> защитный комплекс + гуминовый препарат; N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>180+</sub> защитный комплекс + гуминовый препарат; N<sub>225</sub>P<sub>90</sub>K<sub>270</sub> + защитный комплекс + гуминовый препарат. Органика представлена подстилочным навозом КРС. Минудобрения применяли в форме Naа(34,4%), Рсд(48 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); Кх(56 % K<sub>2</sub>O).

Применяемые удобрения вносили под перепашку зяби. В опыте изучали гуминовый препарат «Гумистим» производства ООО «Женьшень», содержащий в своем составе соли гуминовых кислот, витамины, янтарную кислоту, фитогормоны микро и макроэлементы в форме доступных органических соединений. Обработку посадок картофеля препаратом «Гумистим» про-

## АГРОХИМИЯ

водили двукратно: 1<sup>й</sup> - их расчета 6 л/га в фазу бутонизации и второй раз - фазу полного цветения. Для защиты картофеля от вредных организмов в течение вегетации применяли следующие пестициды до всходов культуры применяли гербициды: - Зенкор 50 % С.П.; в дозе 0,7 кг/га в фазе цветения Титус ВДГ - 50 г/га, против фитофтороза вносили Акробат МЦ, ВДГ-2,0 кг/га, Сектин Феномен ВДГ - 1,26 кг/га. С появлением на посадках картофеля колорадского жука и его личинок применяли инсектицид Актара ВДГ – 0,06 кг/га.

В опыте использовали общепринятую зональную технологию возделывания картофеля. Посадку начинали в III декаде апреля. Уборку и учет производили вручную - поделяночно, ве-

совым способом. Исследования как полевые, так лабораторно-аналитические осуществляли по принятым в агрохимической службе методикам [19-20].

Метеоусловия во время проведения исследований имели некоторые различия по температурному режиму и условиям увлажнения. Наиболее благоприятными для картофеля по этим показателям были 2014 г. и 2016 г. Далее (2015 г. и 2017 г.) характеризовались дефицитом атмосферных осадков, а так же неравномерностью при их выпадении (таблица 1).

В связи с этим выход клубней картофеля имел заметные колебания по годам проведенных экспериментальных исследований (таблица 2).

Таблица 1 - Метеоусловия в период вегетации картофеля

Годы исследований	Месяцы исследований				
	IV	V	VI	VII	VIII
Ср.сут. t°C					
2014	10,4	18,3	18,9	20,8	20,8
2015	7,9	16,8	20,0	19,7	20,9
2016	10,1	16,6	20,2	20,0	18,7
2017	9,1	14,9	18,3	19,7	20,9
Средняя (2014-2016 гг.)	7,3	14,9	18,2	20,3	18,6
Осадки, мм					
2014	14,7	80,2	54,3	66,8	41,4
2015	18,4	47,4	38,5	45,6	28,8
2016	50,0	87,8	44,1	113,4	83,9
2017	19,6	38,4	66,6	157,0	37,1
Средняя (2014-2016 гг.)	38,9	54,4	71,6	80,0	69,7

Таблица 2 - Влияние химикатов на выход клубней (тонн/га)

№ варианта	Выход продукции, тонн/га				В среднем за 2014-2017 гг.	По отношению к контролю
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.		
1 (контроль)	9,8	8,6	12,9	10,6	10,5	-
2	22,6	20,4	24,6	20,4	22,0	11,5
3	28,8	26,6	28,4	27,2	27,7	17,2
4	23,3	22,4	25,8	25,6	24,3	13,8
5	24,6	23,8	27,3	27,8	25,9	15,4
6	23,7	22,9	26,6	26,4	24,9	14,4
7	30,8	32,2	36,4	33,2	33,1	22,6
8	23,9	24,6	25,8	26,6	25,2	14,7
9	29,3	27,4	29,6	29,4	28,9	18,4
10	26,9	26,6	28,4	28,6	27,6	17,1
11	36,8	33,8	37,3	35,2	35,8	25,3
12	26,8	26,4	27,4	28,4	27,2	16,7
13	31,2	29,2	38,4	34,2	32,3	21,8
14	27,6	26,8	33,6	30,4	29,6	19,1
	<b>2,9</b>	<b>3,2</b>	<b>2,7</b>	<b>3,0</b>		

Примечание: Расшифровка вариантов дана в схеме опыта. Защитный комплекс – гербициды: Зенкор - 0,7 л/га Титус - 50 г/га, Фунгициды – Сектин феномен 1,26 л/га, препарат Акробат МЦ, ВДГ– 2.0 кг/га, инсектицид Актара 0,06 кг/га.

В среднем за годы исследований наименьший выход клубней - 10,5 был получен в контрольном варианте (таблица 2).

Применение органики (80 т/га подстилочного навоза) повышало выход клубней картофеля относительно контрольного варианта на 11,5 т/га. Более высокий выход клубней картофеля формировался в годы с достаточной влагообеспеченностью 2014 г. и 2016 г. Внесение органики – 40 т/га совместно с низкой дозой NPK ( $N_{75}P_{30}K_{90}$ ) обеспечило дальнейшее увеличение прибавки по отношению к контролю до 17,2 т/га, а в сравнении с вариантом 2 выход продукции возрастал на 6,7 т/га, что свидетельствует о более высокой доступности элементов питания для растений при использовании органоминеральной системы в год внесения удобрений. При внесении низкой дозы NPK ( $N_{75}P_{30}K_{90}$ ) повышало уровень урожая клубней относительно контроля в среднем за 4 года на 13,8 т/га при наиболее высоком - в (23,3 и 25,8) во влагообеспеченные годы (2014, 2016). Применение средней дозы (2NDK)  $N_{150}P_{60}K_{180}$  способствовало увеличению урожая картофеля в сравнении с контролем на 15,4 т/га, а относительно варианта 1 NPK ( $N_{75}P_{30}K_{90}$ ) на 1,6 т/га.

Применение повышенной дозы (3NPK)  $N_{225}P_{90}K_{270}$ , также способствовало урожаю клубней относительно контрольного варианта, однако эффект от внесения этой дозы был заметно ниже чем в предыдущем варианте. Уровень прибавки в среднем за годы проведенных исследований в этом варианте составил 14,4 т/га, что ниже на 1,0 т/га по сравнению с прибавкой, полученной в варианте со средней дозой NPK. То есть уровень эффективности применения высоких доз NPK - удобрений на дерно-подзолистых на дерново-подзолистой рыхлопесчаной почве является относительно невысокой. Вероятно, это связано с повышенной концентрацией солевого раствора в почве, а также депрессирующем действии хлора в составе калия хлористого, особенно при дефиците увлажнения почвы и высокой температуре воздуха. Применение защитного комплекса на фоне удобрений значительно увеличивало уровень урожайности клубней картофеля в наших исследованиях. В среднем за годы проведения исследований уровень выхода клубней клубней в вариантах с применением химикатов увеличивался на 14,7-22,6 т/га, при наиболее высокой урожайности клубней

33,2 т/га в варианте навоз 40 т/га +  $N_{75}P_{30}K_{90}$  + защитный комплекс (3 к).

Совместное применение защитного комплекса (пестицидов) с гуминовым препаратом на фоне различных систем удобрений увеличивало урожайность картофеля от 27,2 до 35,8 т/га, при максимуме уровня прибавку урожая 25,3 т/га в варианте навоз 40 т/га  $N_{75}P_{30}K_{90}$  + 3К + «Гумистим». Наибольшая прибавка урожайности от применения препарата «Гумистим» в опыте составил в среднем 2,7 т/га.

Результаты аналитических исследований свидетельствуют о том, что применения различных минеральных удобрений и органики, как отдельно, так и при совместном их внесении со средствами защиты растений и гуминовым препаратом Гумистим оказывали определенное влияние на изменения показателей качества товарной продукции. Так, в целом применяемые средства химизации способствовали уменьшению крахмалистости клубней картофеля от 0,6 до 1,5 % (таблица 3).

При этом наименьшая крахмалистость клубней отмечена в годы с повышенной засухой, в первую половину вегетационного периода (2015-2016 гг.). Установлено, что относительное (%) содержание белка в клубнях картофеля по изучаемым вариантам опыта в среднем варьировало от 2,25 до 2,74 %, при этом его содержание в товарных клубнях возрастало при недостатке влаги в почве.

Применение подстилочного навоза в дозе 80 т/га увеличивало белковость товарных клубней относительно контроля в среднем на 0,16 %, а величина его сбора возрастала при этом в 2,7 раза. Внесение 50 % дозы навоза совместно с низкой дозой NPK (навоз 40 т/га +  $N_{75}P_{30}K_{90}$ ) повышало белковость клубней относительно контроля на 0,26 %, а его сбор с 1 га площади составлял 0,695 т/га клубней. Величина прибавки по сравнению с вариантом 2 (навоз 80 т/га) увеличивалась на 53,5 %. При внесении низкой дозы NPK ( $N_{75}P_{30}K_{90}$ ) содержание белка и величина его сбора увеличивался по отношению к контролю, но значительно меньше, чем в варианте 3 (навоз 40 т/га +  $N_{75}P_{30}K_{90}$ ). Увеличение дозы полного минерального удобрения в два раза ( $N_{150}P_{60}K_{180}$ ) повышалось как содержание сырого белка в урожае клубней, в сравнении с контролем, так и относительно низкой дозы  $N_{75}P_{30}K_{90}$  при этом меры его сбора с 1 га площади возрастали на 20,7 %.

## АГРОХИМИЯ

Таблица 3 - Влияние удобрений, пестицидов и биопрепарата «Гумистим» на изменение крахмалистости клубней

№ варианта		Данные по содержанию крахмала, %				В среднем за 2014-2017 гг.	По отношению к контролю
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.		
1	Контроль (без удобрений)	14,3	11,9	13,4	13,6	13,3	-
2	Навоз 80 т/га	14,3	11,7	12,5	12,3	12,7	-0,6
3	Навоз 40 т/га +N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	14,1	11,5	12,1	12,0	12,4	-0,9
4	N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	13,8	11,7	12,1	12,2	12,4	-0,9
5	N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	13,6	11,2	11,5	12,0	12,1	-1,2
6	N <sub>225</sub> P <sub>90</sub> K <sub>270</sub>	13,6	10,8	11,2	11,6	11,8	-1,5
7	Навоз 40 т/га + N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> +пестициды	14,1	10,5	12,1	12,8	12,4	-0,9
8	N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> +пестициды	14,1	11,7	12,1	12,8	12,7	-0,6
9	N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> +пестициды	13,8	11,5	12,0	12,4	12,4	-0,9
10	N <sub>225</sub> P <sub>90</sub> K <sub>270</sub> +пестициды	13,6	10,5	11,9	11,8	11,9	-1,4
11	Навоз 40 т/га + N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> +пестициды+Гумистим	14,3	11,1	12,5	12,3	12,5	-0,8
12	N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> +пестициды+Гумистим	14,3	11,3	11,9	12,2	12,4	-0,9
13	N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> +пестициды+Гумистим	13,3	11,8	12,1	12,6	12,5	-0,8
14	N <sub>225</sub> P <sub>90</sub> K <sub>270</sub> +пестициды+Гумистим	13,0	11,6	12,6	12,8	12,5	-0,8
	<b>НСР<sub>0,5</sub>, %</b>	<b>0,56</b>	<b>0,74</b>	<b>0,68</b>	<b>0,65</b>		

Таблица 4 - Влияние средств химизации на содержание и сбор сырого белка урожаем клубней картофеля

№ варианта	Данные по содержанию сырого белка, %				В среднем за 2014-2017 гг.	Выход белка, т/га	По отношению к контролю
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.			
1	1,93	2,75	1,91	2,39	2,5	0,236	-
2	2,00	3,12	2,19	2,42	2,3	0,535	+0,299
3	2,12	3,18	2,20	2,52	2,51	0,695	+0,459
4	2,06	3,02	2,17	2,47	2,3	0,590	+0,354
5	2,12	3,08	2,29	2,53	2,75	0,712	+0,476
6	2,25	3,18	2,50	2,62	2,64	0,657	+0,421
7	2,15	3,20	2,32	2,33	2,50	0,827	+0,591
8	2,00	3,06	2,62	2,08	2,4	0,615	+0,879
9	2,13	3,09	2,70	2,14	2,51	0,725	+0,489
10	2,28	3,19	3,12	2,04	2,65	0,731	+0,425
11	2,30	3,22	2,59	2,65	2,19	0,963	+0,727
12	2,12	3,09	2,68	2,48	2,59	0,704	+0,468
13	2,16	3,14	2,69	2,56	2,64	0,853	+0,617
14	2,32	3,24	2,74	2,66	2,74	0,811	+0,575
	<b>0,09</b>	<b>0,13</b>	<b>0,17</b>	<b>0,09</b>			

Таблица 5 - Изменение удельной активности цезия-137 в клубнях картофеля под влиянием средств химизации, Бк/кг

№ варианта	Удельная активность, Бк/кг				В среднем за 2014-2017 гг.	Кратность снижения, раз
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.		
1	68	101	86	78	83	-
2	26	42	29	32	30	2,77
3	18	38	26	25	27	3,07
4	15	36	18	23	23	3,6
5	14	30	14	21	20	4,15
6	17	27	16	20	15	5,53
7	14	32	19	19	21	3,95
8	18	36	24	22	25	3,32
9	14	28	13	18	18	4,61
10	12	25	10	15	15	5,53
11	12	26	15	16	17	4,88
12	11	24	15	16	17	4,88
13	10	22	12	13	14	5,93
14	10	20	9	10	12	6,08
	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>5</b>		

Применение дозы NPK ( $N_{225}P_{90}K_{270}$ ) также повышало белковость клубней картофеля, однако величина его сбора с единицы площади была заметно ниже в сравнении с вариантом  $N_{150}P_{60}K_{180}$ , за счет разницы в уровнях урожаев клубней в этих вариантах. Необходимо также отметить, что применяемый защитный комплекс (пестициды) оказали косвенное влияние на содержание белка и величину его сбора с единицы площади поскольку их применение на фоне изучаемых различных систем удобрения повышало выход клубней картофеля и соответственно возрастал сбор сырого белка с 1 га площади посадок. Максимальная величина сбора белка отмечена по органо-минеральной системе (навоз 40 т/га+  $N_{70}P_{90}K_{90}$  + защитный комплекс). Обработка картофеля гуминовым препаратом картофеля на фоне изучаемых систем удобрения (варианты 11,12,13,14) заметно повышало белковость клубней картофеля при этом эффект от применяемого биопрепарата в засушливые годы (2015-2017 гг.). Под влиянием биопрепарата Гумистим белковость клубней картофеля относительно вариантов, где он не применялся, повышалась в пределах 0,09-0,19 %, с максимальным его сбором в среднем 0,963 т/га. При применении органо-минеральной системы (навоз 40 т/га+  $N_{70}P_{90}K_{90}$ + защитный комплекс + «Гумистим»).

Подстилочный навоз внесенный в дозе 80 т/га способствовал снижению поступления

$^{137}Cs$  в урожай клубней в сравнении с контролем в 2,77 раза. Внесение навоза в дозе 40т/га совместно с низкой дозой NPK ( $N_{75}P_{30}K_{90}$ ) уменьшало удельную активность  $^{137}Cs$  в урожае товарных клубней относительно контрольного варианта в 3,07 раза. Применение минеральных удобрений в возрастающих дозах от  $N_{75}P_{30}K_{90}$  до  $N_{225}P_{90}K_{270}$  уменьшило удельную активность цезия-137 в клубнях в среднем от 3,6 до 5,53 раз. Химические средства защиты на фоне изучаемых систем удобрения, способствуя повышению продуктивности картофеля, оказывали косвенное влияние по уменьшению концентрации радиоцезия в клубнях за счёт эффекта биологического разбавления.

Обработка вегетирующих растений картофеля, гуминовым препаратом Гумистим способствовала увеличению урожайности (продуктивности) и тем самым уменьшала концентрацию  $^{137}Cs$  в урожае товарной продукции. Максимальное снижение концентрации  $^{137}Cs$  в 6,08 раза отмечено в варианте внесения полного минерального удобрения в повышенной дозе  $N_{225}P_{90}K_{270}$ + защитный комплекс + «Гумистим».

На основании вышеизложенного можно кратко заключить: в результате проведённых исследований на дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве установлено, что применение удобрений разной степени насыщенности как раздельно, так и в комплексе с

пестицидами и гуминовым препаратом Гумистим обеспечивает повышение урожайности картофеля на 11,5-25,3 т/га. Максимальный выход клубней картофеля в среднем за период проведения исследований 25,3 т/га достигал в варианте навоз 40 т/га + N<sub>70</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub>+ защитный комплекс+ «Гумистим».

Применение при возделывании картофеля удобрений, пестицидов и гуминового препарата «Гумистим» способствовали снижению крахмалистости клубней картофеля на 0,6-0,9 % в сравнении с контрольным вариантом.

Применения различных минудобрений и органики, как отдельно, так и совместно их внесении со средствами защиты растений и гуминовым препаратом «Гумистим» при возделывании пропашных культур (картофеля) на загрязненной радионуклидами почве способствовали повышению белковости клубней картофеля и величине его сбора с единицы площади. Наиболее высокое содержание сы-

рого белка (2,69-2,74 %) в среднем за четыре года опытов получено в варианте навоз 40 т/га+ N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub>+ защитный комплекс + Гумистим и N<sub>225</sub>P<sub>90</sub>K<sub>270</sub>. В среднем за годы исследований наибольшую величину сбора белка 0,727 т/га обеспечило совместное применение средств химизации в варианте: Органика (навоз) 40 т/га+ N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub>+ защитный комплекс + гуминовый препарат.

Применяемые удобрения как отдельно, так совместно с пестицидами и гуминовым препаратом уменьшали концентрацию цезия - 137 в клубнях относительно контрольного варианта от 2,77 до 6,08 раз при средней концентрации радиоцезия-137 в контрольном варианте 83 Бк/кг. Полученный урожай товарных клубней по уровню концентрации цезия – 137 ниже требований санитарно-гигиенического норматива и может быть использован как продовольственный продукт в питании человека так и на кормовые цели в животноводческой отрасли без ограничений.

#### Список использованных источников

1. Производство и рынок картофеля в Российской Федерации: итоги, проблемы и перспективы / Б.В. Анисимов, В.С. Чугунов, О.Н. Шангилова и др. // Картофель и овощи. – 2012. - №1. – С. 45-51.
2. Основные элементы технологии интенсивного выращивания раннего картофеля / В.В. Иванин, А.В. Иванин, С.П. Тихонов и др. // Картофель и овощи. – 2012. - №4. - С. 3-4.
3. Современное состояние картофелеводческого комплекса Брянской области / В.Е. Ториков, А.В. Богомаз, И.В. Лобырев, М.А. Богомаз // Вестник БГСХА. – 2012. - № 2. - С. 13-22.
4. Удобрение и защита картофеля в условиях радиоактивного загрязнения / В.Г. Сычев, В.Ф. Шаповалов, Н.М. Белоус, Д.П. Шлык // Плодородие. – 2014. - № 5. – С. 37-38.
5. Урожайность и качество картофеля в зависимости от применяемых средств химизации при радиоактивном загрязнении почвы / Д.П. Шлык, Е.В. Справцева, В.Ф. Шаповалов и др. // Вестник Брянской ГСХА. – 2014. - № 5. - С. 31-36.
6. Влияние средств химизации на урожайность и качество картофеля в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малявко, Д.П. Шлык // Земледелие. - 2015. - № 2. - С. 28-30.
7. Бельченко С.А., Ториков В.Е., Белоус И.Н. Тенденции развития картофелеводства Брянской области в 2015 году // Вестник Брянского ГАУ. – 2015. - № 2. - С. 28-33.
8. Влияние длительного применения средств химизации на продуктивность плодосменного севооборота и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях радиоактивного загрязнения / Н.М. Белоус, В.Г. Сычев, В.Ф. Шаповалов, И.Н. Белоус // Плодородие. – 2013. - № 3 (72). – С. 1-3.
9. Федотова Л.С., Филиппова Г.И. Система удобрения картофеля должна быть научно обоснованной // Картофель и овощи. – 2010. - № 5. - С. 10-13.
10. Урожайность картофеля на дерново-подзолистых почвах Нечерноземья при применении регуляторов роста / А.В. Шитикова, А.В. Черных, А.В. Кузьмин, В.Н. Абкумов // Кормопроизводство. – 2015. - № 5. - С. 22-25.
11. Шлык Д.П., Коренев В.Б., Талызин В.В. Эффективность комплексного применения средств химизации при возделывании картофеля в условиях радиоактивного загрязнения // Плодородие. – 2015. - № 3 (84). – С. 37-40.
12. Панов А.Ф., Фесенко С.Ф., Алексахин Р.М. Оптимизация защитных мероприятий в сельских населенных пунктах в зоне аварии на Чернобыльской АЭС // Доклады РАСХН. – 2005. - № 3. - С. 3-7.
13. Влияние минеральных удобрений и препарата Эпин-Экстра на урожайность и качество зерна люпина узколистного при радиоактивном загрязнении агроценозов / В.В. Пашутко, В.Ф. Шапо-

валов, Н.М. Белоус и др. // *Агрохимический вестник*. – 2017. - № 3. – С. 19-22.

14. Шаповалов В.Ф. Экологическая оценка систем удобрения дерново-подзолистых песчаных почв Брянской области в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС: автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04. 03.00.16. - М.: ВНИИА, 2006. - 40 с.

15. Продуктивность и качество клубней картофеля при различных системах удобрения / Н.М. Белоус, Н.К. Симоненко, В.Ф. Шаповалов и др. // *Плодородие*. - 2009. - № 5. – С. 13-15.

16. Калийные удобрения как фактор влияния на содержание в зеленой массе многолетних трав цезия – 137 / Н.М. Белоус, Ю.А. Анишина, В.Ф. Шаповалов, Е.В. Смольский // *Вестник БГСХА*. – 2012. - № 1. – С. 54-61.

17. Шаповалов В.Ф., Смольский Е.В. Калийные удобрения при реабилитации радиоактивно загрязненных кормовых угодий // *Чернобыль: 30 лет спустя. Материалы международной научной конференции (Гомель 21-22 апреля 2016 г.)* – Гомель: Институт радиологии, 2016. – 380-384.

18. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч.1. М.: ВИУА, 1975. 167 с.; Часть 2. - М.: ВИУА, 1983. 171 с. Часть 3. - М.: ВИУА, 1985. - 131 с.

19. Методические указания по определению естественных радионуклидов в почвах и растениях. Москва: ЦИНАО, 1985. - 22 с.

20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

21. Бельченко С.А., Бердников А.М., Сорокин А.Е. Агроэкологическая оценка различных систем удобрений картофеля // *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. - 2007. - № 5. - С. 9-13.

22. Бельченко С.А., Ториков В.Е., Белоус И.Н. О тенденции развития картофелеводства Брянской области // *Агроконсультант*. - 2015. - № 5. - С. 16-19.

23. Белоус Н.М., Драганская М.Г., Бельченко С.А. Системы удобрений и реабилитация песчаных почв. - Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2010. - 224 с.

24. Бельченко С.А. Влияние систем удобрения на продуктивность севооборота, баланс элементов питания и плодородие дерново-подзолистой песчаной почвы // *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. - 2011. - Т.32. 35. - С.94-95.

25. Технология применения биопрепаратов на картофеле в Центральном Черноземье / В.А. Семькин, Э.В. Засорина, А.В. Толмачев, В.В. Прокудин // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. - 2012. - № 1. - С. 61-64.

26. Засорина Э.В., Толмачев А.В., Прокудин В.В. Изучение влияния применения биопрепаратов и элементы структуры урожая картофеля *Solanum Tuberosum L.* в Центральном Черноземье // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. - 2013. - Т.3. – С. 138-145.

27. Об итогах социально-экономического развития АПК Брянской области в 2015 году и задачах на 2016 год / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус, С.Н. Поцепай // *Вестник Брянской государственной академии*. - 2016. - № 1 (53). - С. 37-46.

28. Перспективы применения нетрадиционных органических удобрений на картофеле в Центральном Черноземье / И.Я. Пигорев, Э.В. Засорина, А.В. Толмачев, В.В. Прокудин // *Аграрная наука*. - 2013. - № 11. - С.17-20.

29. Применение регуляторов роста в агрокомплексе при возделывании картофеля в Центральном Черноземье / И.Я. Пигорев, Э.В. Засорина, К.Л. Родионов, К.С. Катунин // *Аграрная наука*. - 2011. - № 2. - С. 15-18.

30. Пигорев И.Я., Тарасов А.А., Тарасов С.А. Биопрепараты как средства интенсификации земледелия // В кн.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". - 2017. - С. 155-161.

#### List of sources used

1. Production and market of potatoes in the Russian Federation: results, problems and prospects / B.V. Anisimov, V.S. Chugunov, O.N. Shangilova et al. // *Potatoes and vegetables*. - 2012. - No. 1. - P. 45-51.

2. The main elements of the technology of intensive cultivation of early potatoes / V.V. Ivanin, A.V. Ivanin, S.P. Tikhonov et al. // *Potatoes and vegetables*. - 2012. - No. 4. - P. 3-4.

3. The current state of the potato complex of the Bryansk region / V.E. Torikov A.V. Bogomaz, I.V.

Lobyrev, M.A. Bogomaz // Bulletin of BSAA. - 2012. - No. 2. S. 13-22.

4. Fertilizer and protection of potatoes in conditions of radioactive contamination / V.G. Sychev, V.F. Shapovalov, N.M. Belous, D.P. Shlyk // Fertility. - 2014. - No. 5. - P. 37-38.

5. Productivity and quality of potatoes, depending on the chemicals used for radioactive contamination of the soil / D.P. Shlyk, E.V. Sprastseva, V.F. Shapovalov and others // Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy. - 2014. - No. 5. - P. 31-36.

6. The effect of chemicals on the yield and quality of potatoes in conditions of radioactive pollution of the environment / N.M. Belous, V.F. Shapovalov, G.P. Malyavko, D.P. Shlyk // Agriculture. - 2015. - No. 2. - S. 28-30.

7. Belchenko S.A., Torikov V.E., Belous I.N. Trends in the development of potato growing in the Bryansk region in 2015 // Bulletin of the Bryansk State Agrarian University. - 2015. - No. 2. - P. 28-33.

8. The effect of long-term use of chemicals on the productivity of crop rotation and fertility of sod-podzolic soil under conditions of radioactive contamination / N.M. Belous, V.G. Sychev, V.F. Shapovalov, I.N. Belous // Fertility. - 2013. - No. 3 (72). - P. 1-3.

9. Fedotova L.S., Filippova G.I. The potato fertilizer system must be scientifically sound // Potatoes and vegetables. - 2010. - No. 5. - P. 10-13.

10. Potato productivity on sod-podzolic soils of the Non-chernozem region with the use of growth regulators / A.V. Shitikova, A.V. Chernykh, A.V. Kuzmin, V.N. Abkumov // Feed production. - 2015. - No. 5. - P. 22-25.

11. Shlyk D.P., Korenev V.B., Talyzin V.V. The effectiveness of the integrated use of chemicals in the cultivation of potatoes in conditions of radioactive contamination // Fertility. - 2015. - No. 3 (84). - P. 37-40.

12. Panov A.F., Fesenko S.F., Aleksakhin R.M. Optimization of protective measures in rural settlements in the accident zone at the Chernobyl nuclear power plant // Reports of RAAS. - 2005. - No. 3. - P. 3-7.

13. The effect of mineral fertilizers and the Epin-Extra preparation on the yield and grain quality of narrow-leaved lupine during radioactive contamination of agrocenoses / V.V. Pashutko, V.F. Shapovalov, N.M. Belous et al. // Agrochemical Bulletin. - 2017. - No. 3. - P. 19-22.

14. Shapovalov V.F. Ecological assessment of fertilizer systems of sod-podzolic sandy soils of the Bryansk region in the distant period after the Chernobyl accident: Abstract. diss. ... Dr. S.-kh. Sciences: 01/06/04. 03.00.16. - M.: VNIIA, 2006. - 40 p.

15. Productivity and quality of potato tubers with various fertilizer systems / N.M. Belous, N.K. Simonenko, V.F. Shapovalov et al. // Fertility. - 2009. - No. 5. - P. 13-15.

16. Potash fertilizers as a factor of influence on the content of perennial cesium herbs in the green mass - 137 / N.M. Belous, Yu.A. Anishina, V.F. Shapovalov, E.V. Smolsky // Bulletin of BSAA. - 2012. - No. 1. - P. 54-61.

17. Shapovalov V.F., Smolsky E.V. Potash fertilizers in the rehabilitation of radioactively contaminated forage land // Chernobyl: 30 years later. Materials of the international scientific conference (Gomel April 21-22, 2016) - Gomel: Institute of Radiology, 2016. - 380-384.

18. Methodological guidelines for research in long-term experiments with fertilizers. Part 1. M.: VIUA, 1975. 167 p.; Part 2. - M.: VIUA, 1983. 171 p. Part 3. - M.: VIUA, 1985. - 131 p.

19. Guidelines for the determination of natural radionuclides in soils and plants. Moscow: TsINAO, 1985. - 22 p.

20. Armor B.A. Methodology of field experience. - M.: Agropromizdat, 1985. -- 351 p.

21. Belchenko S.A., Berdnikov A.M., Sorokin A.E. Agroecological assessment of various potato fertilizer systems // Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy. - 2007. - No. 5. - P. 9-13.

22. Belchenko S.A., Torikov V.E., Belous I.N. On the development trend of potato growing in the Bryansk region // Agricultural consultant. - 2015. - No. 5. - P. 16-19.

23. Belous N.M., Draganskaya M.G., Belchenko S.A. Fertilizer systems and rehabilitation of sandy soils. - Bryansk: Publishing House of the Bryansk State Agricultural Academy, 2010. - 224 p.

24. Belchenko S.A. The influence of fertilizer systems on crop rotation productivity, nutrient balance and fertility of sod-podzolic sandy soil // Bulletin of the Oryol State Agrarian University. - 2011. - T.32. 35. - P.94-95.

25. The technology of using biological products on potatoes in the Central Chernozem region / V.A. Semykin, E.V. Zasorina, A.V. Tolmachev, V.V. Prokudin // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2012. - No. 1. - P. 61-64.

26. Zasorina E.V., Tolmachev A.V., Prokudin V.V. The study of the influence of the use of biological products and structural elements of the potato crop *Solanum Tuberosum* L. in the Central Chernozem region // *Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy*. - 2013. - Т.3. - P. 138-145.

27. About the results of socio-economic development of the agro-industrial complex of the Bryansk region in 2015 and tasks for 2016 / S.A. Belchenko, V.E. Torikov, I.N. Belous, S.N. Hook // *Bulletin of the Bryansk State Academy*. - 2016. - No. 1 (53). - P. 37-46.

28. Prospects for the use of unconventional organic fertilizers on potatoes in the Central Black Soil / I.Ya. Pigorev, E.V. Zasorina, A.V. Tolmachev, V.V. Prokudin // *Agricultural science*. - 2013. - No. 11. - P.17-20.

29. Application of growth regulators in the agro-complex during the cultivation of potatoes in the Central Chernozemye / I.Y. Pigorev, E.V. Zasorina, K.L. Rodionov, K.S. Katunin // *Agrarian Science*. - 2011. - №. 2. - P. 15-18.

30. Pigorev I.Y., Tarasov A.A, Tarasov S.A. Biopreparaty as a means of intensification of agriculture // *Collection: Principles and technologies of greening production in agriculture, forestry and fisheries: Proceedings of the 68th International Scientific and Practical Conference on the Year of Ecology in Russia*. Ministry of Agriculture of the Russian Federation; Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University named after PA Kostychev". - 2017. - P. 155-161.

УДК 634.7:631.527

## ОТДАЛЕННЫЕ СКРЕЩИВАНИЯ В СЕЛЕКЦИИ КРЫЖОВНИКА ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА

КУРАШЕВ О.В.,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции и сортоизучения крыжовника, малины и земляники, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, e-mail: kurashev@vniispk.ru, тел. 89538178110.

КНЯЗЕВ С.Д.,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, e-mail: info@vniispk.ru.

ТИТОВА Ю.Г.,

аспирант, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, e-mail: info@vniispk.ru.

**Реферат.** В результате проведенных исследований показано, что использование в селекции крыжовника вида *Grossularia robusta* позволяет проводить отдаленную гибридизацию и получать полноценное потомство с рядом выдающихся хозяйственно-полезных признаков. Целью исследований было изучение гибридных сеянцев F<sub>2</sub>, полученных от отдаленных скрещиваний с видом *Grossularia robusta*, как потенциальных объектов по пригодности их к машинной уборке урожая. Методика исследований была общепринятая и включала определение ряда лимитирующих и нелимитирующих для машинной уборки признаков с применением приборной базы (индикаторов силы «Дина-2» и «Плодтест»). Исследования показали, что такие лимитирующие признаки, как усилие отрыва ягод (>100 г), усилие раздавливания ягод (800-1000 г) и коэффициент относительной прочности ягод (1,5-7,2), а также оптимальный габитус кустов, слабая шиповатость, устойчивость к американской мучнистой росе свидетельствуют о том, что изученные отборные формы крыжовника пригодны для непосредственного использования на производственных плантациях. Так же они могут использоваться в селекционных программах в качестве потенциальных источников и доноров при выведении новых сортов крыжовника промышленного типа, пригодных для механизированного сбора урожая.

**Ключевые слова:** крыжовник, вид, отдаленные скрещивания, отборные формы, физико-механические свойства ягод.

## REMOTE HYBRIDIZATION IN BREEDING OF INDUSTRIAL GOOSEBERRIES

KURASHEV O.V.,

Agr. Sci. PhD, leading researcher, head of the laboratory of gooseberry, raspberry and strawberry breeding and variety investigation, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, kurashev@vniispk.ru, tel. 8 953 817 81 10.

KNYAZEV S.D.,

Agr. Sci. Doctor, professor, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, info@vniispk.ru.

TITOVA Yu.G.,

post-graduate student, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, info@vniispk.ru

**Essay.** As a result of the studies it is shown that the use of *Grossularia robusta* in gooseberry breeding allows to conduct remote hybridization and to get a good offspring with several outstanding economic and useful traits. The task of the research was to study hybrid seedlings F<sub>2</sub> from the remote crossings with *Grossularia robusta* as potential targets for suitability to mechanized harvest. The

methods of the studies were common and included determination of a number of limiting and non-limiting features for mechanized harvest using the equipment base (“Dina-2” and “Plodtest”). The research showed that such limiting features as the force to tear berries off ( $> 100$  g), the force of berry crushing (800-1000 g) and the coefficient of the relative firmness of berries, as well as the optimal bush habit, weak presence of thorns and resistance to powdery mildew indicated that the studied selected gooseberry genotypes were suitable for direct use in industrial plantations. They also can be used in breeding programs as potential sources and donors when developing new gooseberry varieties of the industrial type suitable for mechanized harvest.

**Keywords:** gooseberry, species, remote crossings, selected genotypes, physical and mechanic features of berries.

**Введение.** Среди ягодных культур, возделываемых в России, крыжовник занимает одно из ведущих мест. К сожалению последние двадцати лет эта культура незаслуженно забыта промышленным производителем, и отсутствуют промышленные площади возделывания. В чем же причина столь негативного отношения у промышленного производителя к крыжовнику и упорное нежелание возделывать столь уникальную ягодную культуру? На самом деле причин тому множество. Вероятно, самые главные – сложности агротехнического характера возделывания крыжовника, трудоемкость уборки урожая, низкий коэффициент размножения и, как следствие, определенный дефицит посадочного материала, сложности сбыта готовой продукции, как для свежего потребления, так и для переработки. А между тем, крыжовник в силу своих биологических особенностей и потенциалов, заложенным в нем, способен быть ценной и высококорентабельной культурой, заняв достойное место среди таких промышленных культур, как земляника, малина и смородина.

Существует ряд причины, мешающих возделыванию крыжовника в промышленных масштабах. Одна из главных, хотя и не лимитирующих причин – отсутствие сортов, имеющих габитус куста, пригодный для машинной уборки. Габитус куста крыжовника характеризуется, как правило, плагиотропностью, то есть имеет полупониклые или сильно пониклые ветви (особенно в самый продуктивный, коммерческий период под нагрузкой урожая) и только сравнительно небольшая группа сортов характеризуется ярко выраженной ортотропностью, т.е. пряморослостью побегов и соответственно компактной сжатой формой куста. Именно последняя форма куста и соответствует оптимальной модели, которая пригодна для машинной уборки урожая.

Одна из самых трудоемких операций в агротехническом комплексе возделывания крыжовника является уборка урожая. Поскольку

ручной сбор ягод крыжовника представляет большие трудности, то при промышленном возделывании культуры необходимо проводить уборку урожая различного рода механизмами (ягодоборочными комбайнами). Вопросами механизированной уборки урожая крыжовника занимался ряд отечественных исследователей [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9], однако эта тема требует дальнейших исследований и не только косвенными методами, но и с непосредственным применением ягодоборочной техники, что бы исследования носили максимально объективный характер.

Важное значение для механизированной уборки урожая имеют такие показатели качества ягод, как усилие отрыва ягод, усилие раздавливания и относительная прочность ягод. Эти показатели должны быть оптимально сбалансированы, так как низкое усилие отрыва ягод приводит к преждевременному опадению, а высокое усилие к потери части урожая. Немаловажное значение имеет и шиповатость побегов. Хотя этот фактор и не является строго лимитирующим для промышленного возделывания, тем не менее, сорта, пригодные для механизированной уборки должны обладать слабой шиповатостью или бесшипностью. В противном случае, сильная шиповатость усложняет разделение куста активными органами комбайна ввиду сцепления ветвей и, как следствие, их травмирование (надломы, отрывы, вплоть до корчевания кустов), а также ухудшает товарные качества ягод.

Для промышленного возделывания крыжовника необходимы сорта, обладающие высоким уровнем устойчивости к поражению основными грибными заболеваниями, среди которых наибольший урон наносит американская мучнистая роса. Закладку промышленных плантаций необходимо осуществлять сортами либо невосприимчивыми, либо проявляющими высокий уровень устойчивости к тем или иным патогенам, чтобы снизить пес-

тицидную нагрузку и повысить рентабельность возделывания.

Перечисленные причины могут являться прямыми или опосредованными факторами сдерживания широкого распространения культуры крыжовника для промышленного возделывания. И одним из главных способов решения, способствующим продвижению крыжовника в промышленную культуру, есть селекция. Перед современной селекцией стоит задача выведения сортов крыжовника, лишённого указанных выше недостатков и обладающих теми параметрами, которые подходили бы под модель «промышленного» типа, а именно:

- оптимальным габитусом куста (ветви пряморослые или полупоникие (под нагрузкой урожая), зона размещения урожая не ниже 0,3 м и не выше 1,8 м, сами кусты сильнорослые – более 1,2 м);

- оптимальным усилием отрыва ягод и достаточной прочностью кожицы;

- высокой урожайностью;

- слабой шиповатостью и/или бесшипностью побегов;

- высокой адаптивностью к абиотическим факторам (морозостойкость и зимостойкость, засухоустойчивость и жаростойкость);

- высокой устойчивостью к поражению американской мучнистой росой и листовыми пятнистостям;

Целью наших исследований являлось изучение ряда отборных форм отдалённых гибридов F<sub>2</sub>, полученных в результате отдалённых скрещиваний с видом *Grossularia robusta* как перспективных объектов для непосредственного промышленного возделывания, либо как селекционных форм в качестве источников и доноров ценных признаков при выведении сортов крыжовника «промышленного» типа.

**Объекты и методы исследования.** Исследования проводились на экспериментальном участке первичного изучения крыжовника отдела селекции и сортоизучения ягодных культур ФГБНУ ВНИИСПК (г. Орел) в 2019 году. Возраст опытных растений 8 лет. Схема посадки 3 × 0,5 м. В течение вегетационного периода проводились общепринятые агротехнические мероприятия (подкормки, прополки, междурядная обработка). В качестве исследуемых объектов выступали отборные сеянцы F<sub>2</sub> из 3 гибридных семей, полученных от отдалённых (межвидовых) скрещиваний отборных и элитных форм селекции ВНИИСПК (выступавших в качестве материнских роди-

телей) и вида *Grossularia robusta* (взятого в скрещивания в качестве отцовского родителя). В том числе 12 сеянцев из гибридной семьи №288св (151-нс-7 × *Grossularia robusta*), 12 сеянцев из гибридной семьи №283св (142-х36-12 × *Grossularia robusta*) и 13 сеянцев из гибридной семьи №258св (13-15-1 × *Grossularia robusta*). Предварительный отбор и оценка отборных форм на стадии первичного сортоизучения проводились методом косвенной оценки по ряду лимитирующих и нелимитирующих параметров: габитус куста, масса ягод, физико-механические свойства ягод, а также степень и характер шиповатости, устойчивость к поражению американской мучнистой росой [10; 11]. Усилие отрыва ягод определяли с помощью индикатора силы «Дина-2» (производства СибФТИ СФНЦА РАН по ТУ 4381-002-05030170-2010, г. Новосибирск). Усилие раздавливания ягод определяли с помощью индикатора силы ПЛОДТЕСТ (производства СибФТИ СФНЦА РАН по ТУ 4381-001-05030170-2009, г. Новосибирск). Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [12].

**Результаты исследований.** В нашей селекционной работе по выведению крыжовника «промышленного» типа мы проводили отдалённые (межвидовые) скрещивания с привлечением в гибридизацию вида крыжовника *Grossularia robusta*. Чем был обусловлен выбор этого вида? Дело в том, что вид *G. robusta* обладает целым рядом ценных качеств и признаков, отдельные компоненты которых фигурируют в модели сорта крыжовника «промышленного» типа. Такими, как мощный, пряморослый габитус куста, высокая адаптивность к неблагоприятным абиотическим факторам (морозостойкость, засухо- и жаростойкость), относительная слабая шиповатость, абсолютная непоражаемость американской мучнистой росой и листовыми пятнистостями (антракноз, септориоз). Масса плодов у данного вида очень мелкая, в среднем 0,7 г. Представлялся интерес получить с использованием в скрещиваниях с видом *Grossularia robusta* и потомками американско-европейских форм крыжовника (отборные и элитные сеянцы селекции ВНИИСПК) потомства с ягодами высоких товарных качеств и набором хозяйственно-полезных признаков, приближающих их к модели крыжовника «промышленного» типа.

Одним из главных и даже лимитирующих признаков крыжовника, характеризующий его как фактор пригодности к механизированной уборке урожая, является габитус куста. В нашей

селекционной практике, используя в скрещиваниях вид *Grossularia robusta*, получены растения F1 и F2, которые характеризуются наиболее оптимальным габитусом куста, пригодным для комбайновой уборки. При этом высота кустов изучаемых растений варьировала в пределах 1-1,5 м, т.е. соответствовала тому оптимальному габитусу, который требуется как обязательный параметр для машинной уборки урожая. При этом зона плодоношения у всех изучаемых отборных форм варьировала также в требуемых пределах, от 0,3 до 1,5 м. Причем сам вид *Grossularia robusta* характеризуется мощным развитием куста (свыше 1,5 метров), компактным габитусом, ярко выраженной ортотропностью побегов. При этом на приведенных изображениях хорошо видно, что гибридные растения обладают ярко выраженным ортотропным ростом побегов (рисунок 1 а, б). И даже под большой нагрузкой урожая (до 1 кг и выше на плодоносящую ветвь) не наблюдалось значительного полегания ветвей. В гибридном потомстве с участием вида *Grossularia robusta* выделяется преобладающая часть растений (до 90%), у которых в полной мере наследуются указанные признаки данного родителя. Таким образом, признак мощного развития, компактного габитуса и ортотропного характера роста побегов хорошо наследуется и проявляется в фенотипе потомства.

Из компонентов продуктивности, определяющих общую урожайность, мы учитывали массу ягод. Как уже было указано выше, у ро-

дительской формы вида *Grossularia robusta* отмечалась максимальная масса ягоды 0,7 г. Однако у полученного потомства масса ягоды значительно выросла и превышала таковую у отцовского родителя. По наблюдениям за изучаемыми отборными формами было установлено следующее (таблица 1). Средняя масса ягоды колебалась в пределах от 0,8 г (8-288св-2) до 2,2 г (9-283св-2). У преобладающей части отдаленных гибридов средняя масса ягоды была выше 1,5 г. При этом максимальной массой ягоды свыше 2,0 г характеризовались отборные формы: 8-288св-2(1) (3,0 г), 8-288св-1х (3,7 г), 9-283св-1(2) (3,8 г), 9-283св-1(6) (4,0 г) (рисунок 2), 9-283св-1(5) (4,1 г) (рисунок 3) и др.

Вид *Grossularia robusta* характеризуется средней шиповатостью (шипы на однолетнем приросте, средние, одиночные, иногда слегка отклоненные вниз). Потомство, полученное с данным родителем, характеризуется в большей степени как слабошиповатое (превалирует) и среднешиповатое (таблица 1). При этом шипы, как правило, одиночные, расположенные преимущественно в двух-трех-четырех узлах средней части побега, базальная и верхушечная часть побега лишена шипов. Сильная шиповатость отмечена лишь у двух номеров: 2-288св-19 (шипы средние, одиночные, в каждом узле) и 9-283-1(3) (шипы средние и мелкие, одиночные, в каждом узле). Большая часть изучаемых форм характеризовалась слабой шиповатостью, а формы 8-288св-18, 9-283св-14(2) и 9-258св-17 как практически бесшипные.

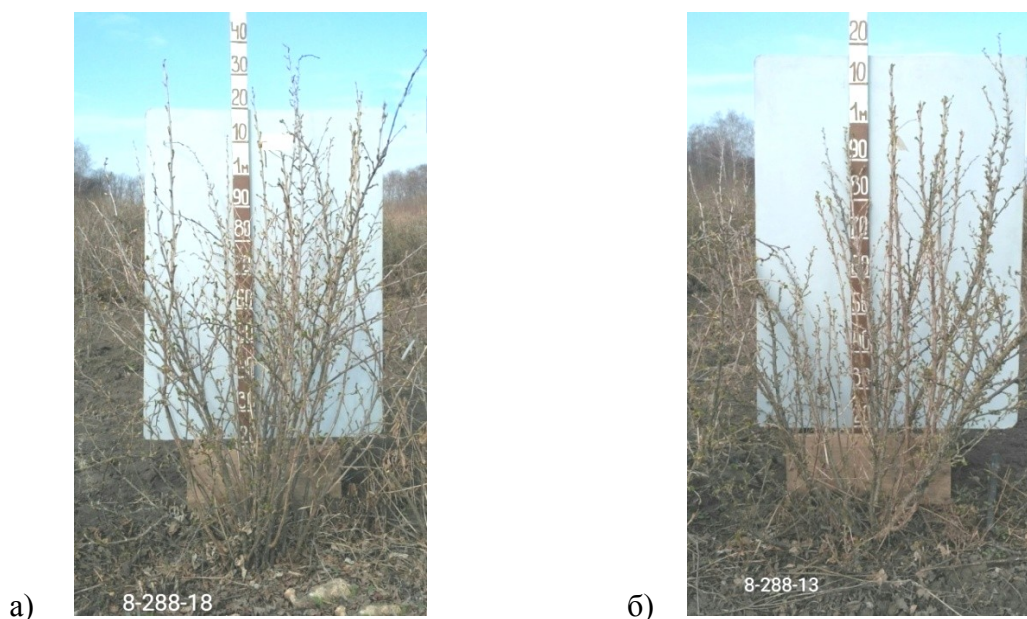


Рисунок 1 - а) габитус куста отборного сеянца F<sub>2</sub> 8-288-2-13 (с-ц от св. оп. из семьи 151-НС-7 × *Grossularia robusta*); б) габитус куста отборного сеянца F<sub>2</sub> 8-288-2-18 (с-ц от св. оп. из семьи 151-НС-7 × *Grossularia robusta*).

## СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Таблица 1 – Масса ягоды, шиповатость и поражение АМР у отборных форм крыжовника, полученных с участием вида *Grossularia robusta* (2019 г.)

форма (№ отборного сеянца)	Происхождение	Масса ягоды, г		Шиповатость	Поражение АМР, балл	
		сред- няя	max		ягоды	вегета- тивные
8-288св-1	С-ц от св. оп. из семьи – 151-нс- 7 × <i>G. robusta</i>	1,9	2,0	Средняя	0	0
8-288св-2	*-*	0,8	1,3	Средняя	0	0
8-288св-2(1)	*-*	2,0	3,0	Средняя	0	0
8-288св-3	*-*	-	1,5	Средняя	0	0
8-288св-2(2)	*-*	1,0	1,7	Средняя	0	0
8-288св-2(3)	*-*	1,2	2,0	Слабая	0	0
8-288св-9	*-*	1,4	2,2	Слабая	0	0
8-288св-1х	*-*	1,9	3,7	Слабая	0	0
8-288св-14	*-*	1,1	2,0	Слабая	0	0
8-288св-15	*-*	1,0	1,5	Очень слабая	0	0
8-288св-18	*-*	1,4	2,6	Очень слабая	0	0
8-288св-19	*-*	1,7	2,6	Очень сильная	0	0
9-283св-1(2)	С-ц от св. оп. из семьи – 142- х36-12 × <i>G. ro- busta</i>	2,1	3,8	Слабая	0	0
9-283св-1(3)	*-*	1,5	2,8	Сильная	1 плод	0
9-283св-1(4)	*-*	1,4	2,8	Средняя	0	0
9-283св-1(5)	*-*	2,0	4,1	Средняя	0	0
9-283св-1(6)	*-*	2,1	4,0	Слабая	0	0
9-283св-1(7)	*-*	2,0	3,0	Слабая	0	0
9-283св-2	*-*	2,2	4,0	Средняя	0	0
9-283св-2(1)	С-ц от св. оп. из семьи – 142- х36-12 × <i>G. ro- busta</i>	2,0	3,0	Слабая	0	0
9-283св-2(2)	*-*	2,0	3,6	Слабая	0	0
9-283св-2(3)	*-*	2,0	3,2	Очень слабая	0	0
9-283св-14(1)	*-*	1,0	2,0	Средняя	0	0
9-283св-14(2)	*-*	1,0	2,0	Очень слабая	0	0
9-258св-2	С-ц от св. оп. из семьи – 13-15-1 × <i>G. robusta</i>	2,1	4,0	Слабая	0	0
9-258св-2	*-*	1,2	2,1	Очень слабая	0	0
9-258св-8(1)	*-*	1,1	2,0	Средняя	0	0
9-258св-9(1)	*-*	2,0	2,4	Средняя	0	0
9-258св-12	*-*	1,4	3,0	Слабая	0	0
9-258св-13	*-*	2,0	3,1	Слабая	0	0
9-258св-14	*-*	1,1	2,0	Очень слабая	0	0
9-258св-16	*-*	1,3	2,5	Слабая	0	0
9-258св-16(1)	*-*	1,5	3,3	Слабая	0	0
9-258св-16(2)	*-*	1,4	2,0	Очень слабая	Ед. ягоды	0
9-258св-17	*-*	1,1	2,0	Очень слабая	0	0
9-258св-17(1)	*-*	1,2	2,0	Слабая	0	0
9-258св-17(2)	*-*	1,3	2,6	Слабая	0	0
HCR <sub>05</sub>		0,3	0,4			
V, %		32,9	30,1			



Рисунок 2 – Плодоношение отборного сеянца 9-283св-1(6) (с-ц от св. оп. из семьи – 142-х36-12 × *G. robusta*) (средняя масса ягод – 2,1 г; максимальная – 4,0 г)



Рисунок 3 - Плодоношение отборного сеянца 9-283св-1(5) (с-ц от св. оп. из семьи – 142-х36-12 × *G. robusta*) (средняя масса ягод – 2,0 г; максимальная – 4,1 г)

Как было сказано выше, вид *Grossularia robusta* характеризуется также абсолютной не поражаемостью американской мучнистой росой (АМР) и листовыми пятнистостями. Это же качество (высокая устойчивость к указанным грибным болезням) хорошо проявляется и у потомства с этим видом (таблица 1). Причем отмечается абсолютное отсутствие признаков поражения АМР как на генеративных органах (ягоды), так и на вегетативных (верхушки побегов, листья). Однако у двух форм (9-283св-1(3) и 9-258св-16(2)) все же были зафиксированы прецеденты поражения АМР (единичные плоды). И это явление требует дальнейшего изучения.

Прежде чем характеризовать физико-механические свойства ягод изучаемых форм крыжовника, следует оговориться, что те числовые критерии касательно данных параметров, которые приводятся в «Программе и методике»... [10], рассчитаны, прежде всего, для смородины черной. Поэтому для отдельных

ягодных культур, пригодных для мехуборки, требуется корректировка и разработка отдельных числовых значений в силу биологических особенностей той или иной культуры. В наших исследованиях мы столкнулись с тем, что у крыжовника, как усилие отрыва, так и усилие раздавливания, так и коэффициент относительной прочности ягод сильно различался с требуемым в «Программе и методике...». Известно, что одним из важнейших параметров, характеризующих сорт на пригодность к мехуборке, является физико-механические свойства ягод (усилие отрыва, усилие раздавливания и коэффициент относительной прочности ягод). Исследование данных параметров у ягод изучаемых отборных форм, полученных с участием вида *Grossularia robusta*, показало следующее. Показатель усилия отрыва ягод колебался в диапазоне (min-max) от 62 (9-283св-14(1)) до 423 г (9-288св-19) (таблица 2). При этом средние значения усилия отрыва были от 130 г (9-258св-17(2)) до 335 г (9-258св-16), а у превалирующей массы отборных форм этот показатель был значительно выше 200 г, что существенно превышает этот показатель в «Программе и методике...» (где верхний предел усилия отрыва указан как 153 г!). Такие же числовые несоответствия наблюдаются и по другим параметрам, что говорит о необходимости их дальнейшей корректировки и введении поправок для конкретных культур и для крыжовника в частности.

Средние показатели усилия раздавливания у изучаемых отборных форм колебались от 555 г (9-283св-2(1)) до 2080 г (9-283св-1(2)) (таблица 2). При этом минимальное усилие раздавливания отмечено у отборной формы 8-288св-1 (413 г), а максимальное у 9-283св-1(2) (2314 г). У превалирующей части отборных форм средние значения усилия раздавливания ягод были в пределах 800-1000 г (что, кстати, не согласуется с рекомендуемыми в «Программе и методике...» 204 граммами).

Главным признаком физико-механических свойств ягод, который характеризует сорта как пригодные к механизированной уборке, является коэффициент относительной прочности ягод. Он рассчитывается как отношение разности усилий раздавливания и отрыва к усилию отрыва. Изученные нами отборные формы, полученные с участием вида *Grossularia robusta*, показали, что данный коэффициент у всех отборных форм был выше 1,0 (согласно «Программе и методике...» пригодными к комбайновой уборке считаются сорта, у которых этот коэффициент превышает 0,8).

## СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Таблица 2 – Физико-механические свойства ягод у отборных форм крыжовника, полученных с участие вида *Grossularia robusta* (2019 г.)

Форма (№ отборного сеянца)	Происхождение	Усилие отрыва, г			Усилие раздавливания, г			К (коэф- фициент относи- тельной прочно- сти ягод)
		среднее	min	max	среднее	min	max	
8-288св-1	С-ц от св. оп. из семьи – 151-нс-7× <i>G. robusta</i>	159	103	211	690	416	861	3,3
8-288св-2	-*-	203	187	229	860	835	972	3,2
8-288св-2(1)	-*-	186	132	217	1234	932	1412	6,0
8-288св-3	-*-	212	154	264	600	449	740	1,8
8-288св-2(2)	-*-	261	175	302	866	628	1105	2,3
8-288св-2(3)	-*-	223	130	320	863	506	1172	2,9
8-288св-9	-*-	271	206	307	895	698	1117	2,3
8-288св-1х	-*-	235	103	333	1227	831	1511	4,2
8-288св-14	-*-	253	218	334	1014	717	1527	3,0
8-288св-15	-*-	259	237	286	644	424	966	1,5
8-288св-18	-*-	253	168	342	1231	1136	1422	3,9
8-288св-19	-*-	304	123	423	1286	1214	1369	4,2
9-283св-1(2)	С-ц от св. оп. из семьи – 142-х36- 12 × <i>G. robusta</i>	255	189	317	2080	1587	2314	7,2
9-283св-1(3)	-*-	277	223	331	1627	1412	1790	5,0
9-283св-1(4)	-*-	305	236	358	1326	1131	1675	3,3
9-283св-1(5)	-*-	281	220	371	1602	1191	2220	5,0
9-283св-1(6)	-*-	266	211	325	1491	1344	1654	5,0
9-283св-1(7)	-*-	216	161	277	681	599	789	2,2
9-283св-2	-*-	206	124	287	1380	1159	1484	6,0
9-283св-2(1)	С-ц от св. оп. из семьи – 142-х36- 12 × <i>G. robusta</i>	181	99	221	555	430	717	2,1
9-283св-2(2)	-*-	235	186	267	983	854	1340	3,2
9-283св-2(3)	-*-	231	172	328	913	603	1312	3,0
9-283св-14(1)	-*-	135	62	206	703	442	996	4,2
9-283св-14(2)	-*-	199	111	272	1025	996	1112	4,3
9-258св-2	С-ц от св. оп. из семьи – 13-15-1 Ч <i>G. robusta</i>	304	266	384	631	500	822	1,8
9-258св-2	-*-	267	144	383	1020	833	1212	3,0
9-258св-8(1)	-*-	231	168	310	688	582	880	2,0
9-258св-9(1)	-*-	247	164	353	999	854	1228	3,0
9-258св-12	-*-	204	154	240	1158	1041	1287	5,0
9-258св-13	-*-	266	158	370	1216	985	1386	4,0
9-258св-14	-*-	206	168	253	1296	995	1620	5,3
9-258св-16	-*-	335	265	370	1254	847	1665	3,0
9-258св-16(1)	-*-	186	110	278	1202	863	1341	5,5
9-258св-16(2)	-*-	237	180	311	1347	862	1535	5,0
9-258св-17	-*-	266	169	364	1254	1006	1721	4,0
9-258св-17(1)	-*-	307	168	408	1240	811	1543	3,0
9-258св-17(2)	-*-	130	83	191	647	492	842	4,0
HCR <sub>05</sub>		25,5	26,4	32,1	182,7	161,8	204,9	
V, %		20,0	29,7	19,5	31,7	35,7	29,0	

При этом минимальный коэффициент носительной прочности ягод был отмечен у номеров 8-288св-3, 8-288св-15, 9-258св-2 (1,8; 1,5 и 1,8 соответственно). Максимальный коэффициент прочности ягод отмечен у номеров 8-288св-2(1), 9-283св-1(2), 9-283св-2, 9-258св-14 (6,0; 7,2; 6,0 и 5,3 соответственно). У преобладающей части изученных отборных форм коэффициент прочности ягод был в пределах 2-4.

**Вывод.** Таким образом, использование в селекции вида *Grossularia robusta* позволяет

получать перспективные селекционные формы, которые по комплексу хозяйственно-полезных признаков могут выступать как самодостаточные и готовые для непосредственного использования на промышленных плантациях растения, либо как источники и доноры ценных признаков для выведения сортов крыжовника «промышленного» типа, удовлетворяющих условиям машинной уборки урожая.

### Список использованных источников

1. Ковешникова Е. Ю. Итоги и перспективы научно-исследовательской работы с крыжовником во ВНИИС им. И. В. Мичурина / Основные итоги и перспективы научных исследований ВНИИС им. И. В. Мичурина (1931-2001), сб. науч. тр. – Т. 1. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2001. – С. 58-65.
2. Ковешникова Е. Ю. Перспективы промышленного производства плодов крыжовника // Садоводство и виноградарство. – 2001. - № 3. – С. 24-27.
3. Ковешникова Е. Ю. Биологические особенности сортов крыжовника в связи с механизированной уборкой урожая // Плодоводство и ягодоводство России. – Т. XI. – 2004. – С. 411-420.
4. Ковешникова Е. Ю. Совершенствование технологии производства плодов крыжовника на основе механизированной уборки урожая // Вестник МичГАУ. – 2012. – № 3. – С. 80-85.
5. Толстогузова В. Г. Совершенствование технологии возделывания крыжовника / Плодоводство и ягодоводство России (сб. науч. работ). – Т. XXII, ч. 2. – М.: Издательский дом МСП ГНУ ВСТИСП. – 2009. – С. 311-316.
6. Толстогузова В.Г., Воробьев В.Ф., Бойко Е.С. Приемы интенсивного возделывания крыжовника // Садоводство и виноградарство. – 2007. – № 6. – С. 12-14.
7. Утков У. А., Бычков В. В., Кадыкало Г. И. Этапы создания специализированных технических средств для садоводства // Плодоводство и ягодоводство России. – 2010. – Т. 25. – С. 299-317.
8. Краюшкина Н. С., Егорова К. И. Предварительный отбор сортов крыжовника, пригодных для комбайновой уборки ягод // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. - № 97. – 2018. – С. 176-184.
9. Атрощенко Г. П., Пупкова Н. А., Волкова К. А. Оценка сортов крыжовника на пригодность к машинной уборке урожая // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – С. 113-115.
10. Утков Ю. А., Якименко Ю. Ф., Гурин А. Г. Изучение пригодности сортов к машинной уборке урожая // В кн.: Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 184-186.
11. Князев С. Д., Баянова Л. В. Смородина, крыжовник и их гибриды // В кн.: Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 351-373.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

### List of used sources

1. Koveshnikova E.Yu. Results and prospects of gooseberry research in Russian Research Institute of Horticulture named after I.V. Michurin / Main results and prospects of gooseberry research in Russian Research Institute of Horticulture named after I.V. Michurin (1931-2001), Col. – Vol. 1. – TSTU. – Tambov, 2001. – P. 58-65.

2. Koveshnikova E.Yu. Prospects of gooseberry industrial production / Horticulture and viticulture. – 2001a. – No. 3. – P. 24-27.
3. Koveshnikova E.Yu. Biological features of gooseberry varieties in terms of mechanized harvest / Pomiculture & Small Fruits Culture in Russia. – Vol. XI. – M. – 2004. – P. 411-420.
4. Koveshnikova E.Yu. Technology improvement of gooseberry fruit production on the base of mechanized harvest / Vestnik MichSAU. – No.3. – 2012. – P. 80-85.
5. Tolstoguzova V.G. Technology improvement of gooseberry cultivation / Pomiculture & Small Fruits Culture in Russia. – Vol. XXII, p.2. – ARHIBAN. – m. – 2009. – p. 311-316.
6. Tolstoguzova V.G., Vorobiev V.F., Boiko E.S. Methods of intensive cultivation of gooseberries / Horticulture and viticulture. – 2007. – No.6. – P. 12-14.
7. Utkov U.A., Bychkov V.V., Kadykalo G.I. Stages of creation of specialized technical means for gardening / Pomiculture & Small Fruits Culture in Russia. – 2010. – Vol. 25. – P. 299-317.
8. Krayushkina N.S., Egorova K.I. Preliminary selection of gooseberry varieties suitable for mechanized harvest of berries / Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock production. – No. 97. – 2018. – P. 176-184.
9. Atroshenko G.P., Pupkova N.A., Volkova K.A. The assessment of gooseberry varieties for mechanized harvest suitability / Scientific support for the development of agro-industrial complex in terms of import substitution. Proc. Intern. Sci. Conf. devoted to 115 anniversary of Saint-Petersburg State Agrarian University. – 2019. – P. 113-115.
10. Utkov Yu.A., Yakimenko Yu.F., Gurin A.G. Study of variety suitability for mechanized harvest / Programme and Techniques of Fruit, Berry and Nut Crops Variety Investigation. Orel, VNIISPK Publ., 1999. – P. 184-186.
11. Knyazev S.D., Bayanova L.V. Currants, gooseberries and their hybrids / Programme and Techniques of Fruit, Berry and Nut Crops Variety Investigation. Orel, VNIISPK Publ., 1999. – P. 351-373.
12. Dospekhov B.A. Methods of the field experiment (with the basics of statistical processing of research results). – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.

УДК 635.21:632.4:631.524:577.21

### ИССЛЕДОВАНИЕ СОРТОВ И ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ ИЗ СЕЛЕКЦИОННОГО ПИТОМНИКА ФИЦ КОМИ НЦ УРО РАН НА НАЛИЧИЕ МАРКЕРОВ УСТОЙЧИВОСТИ К ФИТОПАТОГЕНАМ\*

ЗАЙНУЛЛИН В.Г.,

доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, e-mail: zainullin@frc.komisc.ru

ЮДИН А.А.,

Кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия, e-mail: audin@ Rambler.ru

КУЩ А.А.,

младший научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия, e-mail: an\_niki@mail.ru

НЕКРАСОВА А.И.,

младший научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия, e-mail: pease.anna@yandex.ru

МАЛЮЧЕНКО О.П.,

старший научный сотрудник, ООО «Синтол», Москва, Россия.

БЫКОВ С.А.,

генеральный директор ООО "Алтэко", Сыктывкар, Россия.

**Реферат.** С использованием десяти ДНК-маркеров, сцепленных с генами устойчивости к распространённым болезням, изучено тринадцать сортов и два межвидовых гибрида картофеля из коллекции Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Молекулярный скрининг проводили с использованием приборно-аппаратной линии для проведения ПЦР-анализа. Материалом для исследований послужили листья пробирочных растений картофеля, которые отбирали на 30 день вегетации. Устойчивость к Y вирусу картофеля изучена по трем маркерам YES3-3A, RYSC3, Ru186; к раку картофеля – с помощью маркера N125; устойчивость к золотистой картофельной нематоды оценена по четырем маркерам TG 689, 57 R, N 195, Gro1-4-1; устойчивость к бледной картофельной нематоды – по маркеру Gra2-2; устойчивость к вирусу X по маркеру PVX. Установлено, что образец сорта Метеор характеризуется наличием восьми генов устойчивости: к вирусу картофеля *Potato virus Y* (три гена), к раку картофеля *S. Endobioticum* патотипу 1, к золотистой картофельной нематоды *G. Rostochiensis* (2 гена), устойчивость к бледной картофельной нематоды *Globodera pallida*, к вирусу картофеля *Potato virus X*. В генотипах образцов сортов Вымпел, Кумач и Тайфун и гибрида 1657-7 выявлено 6 генов устойчивости; у гибрида 1603-7 – пять генов устойчивости; сортов Армада, Гала, Гулливер, Краса Мещеры, Крепыш, Зырянец, Вычегодский – четыре гена устойчивости; у сорта Фрителла – два гена устойчивости и у сорта Невский – один ген устойчивости к распространённым болезням картофеля. В качестве наиболее ценного селекционного материала рекомендованы образцы 8 – сорт Метеор и 14 – гибрид 1657-7.

**Ключевые слова:** сорт, картофель, гибрид, ДНК-маркер, ген, картофельная нематода, рак картофеля, вирус картофеля.

---

\* Научная статья выполнена в рамках выполнения темы государственного задания 0333-2019-008-С-01 "Оценка реакции генотипов пищевых и кормовых растений, адаптированных к условиям крайнего Севера, в целях создания новых высокопродуктивных сортов" (№ ЕГИСУ АА-АА-А19-119031390055-1).

### RESEARCH OF VARIETIES AND HYBRIDES OF POTATO FROM A SELECTIVE KENNEL OF FITS KOMI SC URO RAS AVAILABLE FOR PHYTOPATHOGEN RESISTANCE MARKERS \*

ZAYNULIN V.G.,

Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher of the Institute Agrobiotechnology them. A.V. Zhuravsky FIC Komi Scientific Center, Ural Branch of RAS, Syktyvkar, e-mail: zainullin@frc.komisc.ru.

YUDN A.A.,

PhD in Economics, Senior Researcher, Institute of Agrobiotechnology them. A.V. Zhuravsky FIC Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia, e-mail: audin@rambler.ru.

KUSH A.A.,

Junior Researcher, Institute of Agrobiotechnology A.V. Zhuravsky FIC Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia, e-mail: an\_niki@mail.ru.

NEKRASOVA A.I.,

Junior Researcher, Institute of Agrobiotechnology A.V. Zhuravsky FIC Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia, e-mail: peace.anna@yandex.ru.

MALYUCHENKO O.P.,

Senior Researcher, Syntol LLC, Moscow, Russia.

BYKOV S.A.,

General Director of Alteco LLC, Syktyvkar, Russia.

**Essay.** Using ten DNA markers linked to genes for resistance to common diseases, thirteen varieties and two interspecific potato hybrids from the collection of the Institute of Agrobiotechnology named after A.V. Zhuravsky FIC Komi Scientific Center, Ural Branch of RAS. Molecular screening was performed using an instrumentation line for PCR analysis. The material for the study was the leaves of test tube potato plants, which were selected on the 30th day of vegetation. Resistance to Y potato virus was studied using three markers YES3-3A, RYSC3, Ry186; to potato cancer - using the NI25 marker; resistance to the golden potato nematode was evaluated by four markers TG 689, 57 R, N 195, Gro1-4-1; resistance to pale potato nematode - according to the marker Gpa2-2; resistance to the virus X marker PVX. It was established that the Meteor specimen is characterized by the presence of eight resistance genes: to the Potato virus Y (three genes), to the potato cancer of *S. Endobioticum* type 1, to the golden potato nematode *G. Rostochiensis* (2 genes), resistance to the pale potato nematode *Globodera pallida*, to the potato virus Potato virus H. In the genotypes of samples of varieties Vympel, Kumach and Typhoon and hybrid 1657-7, 6 resistance genes were identified; hybrid 1603-7 - five resistance genes; varieties Armada, Gala, Gulliver, Beauty Meshchera, Krepysh, Zyryanets, Vychevodsky - four resistance genes; the Fritella variety has two resistance genes and the Nevsky variety has one resistance gene for common potato diseases. Samples 8 - Meteor grade and 14 - hybrid 1657-7 were recommended as the most valuable breeding material.

**Keywords:** variety, potato, hybrid, DNA marker, gene, potato nematode, potato cancer, potato virus.

**Введение.** Картофель – это стратегический продукт для России. Потребности государства в урожайности картофеля составляют не менее двадцати тонн с гектара [1. – С.52]. Низкий урожай картофеля обусловлен комплексом факторов. Вегетативный способ размножения картофеля существенно повышает риск его вырождения вследствие негативных эффектов, вызванных болезнями и вредителями.

Это неизбежно приводит к потерям урожайности. В регионах Крайнего Севера и Арктики неблагоприятные погодные условия могут усиливать поражения сельскохозяйственных растений фитопатогенами. При этом, роль сорта доминирует до 80 % в поддержании его урожайности даже на фоне высоких технологий [1. – С.52]. В настоящее время список фитоторо- и нематодоустойчивых сортов кар-

тофеля, способных в условиях Республики Коми оставаться высокопродуктивными, очень ограничен. Поэтому создание собственных сортов картофеля, устойчивых к наиболее распространённым болезням и вредителям (вирусам, картофельной цистообразующей нематодой и др.), способных формировать полноценный урожай в условиях короткого вегетационного периода, можно считать экономичным способом снижения потерь урожая. Получение таких сортов возможно при использовании в селекционной работе ценных генотипов, в том числе с генами устойчивости к нескольким вредоносным фитопатогенам картофеля. Маркер опосредованная селекция (МОС) значительно повышает эффективность поиска резистентных генотипов и дает возможность проводить параллельный скрининг на устойчивость к разным видам вирусов и нематод [2. – С. 20; 3. – С. 22; 4. – С. 127].

Цель исследования – скрининг образцов генетических коллекций и перспективных гибридов Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН с использованием молекулярных маркеров на наличие генов устойчивости к раку (*Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival), золотистой (*Globodera rostochiensis* Woll) и бледной (*Globodera pallida* (Stone) Behrens) картофельным нематодам, вирусам Х (ХВК) и У (УВК).

**Материал и методика исследования.** Объектом исследования послужили сорта и гибриды картофеля из коллекции Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Исследовано 15 генотипов, из них 13 – сорта генетических коллекций (Армада, Гала, Вымпел, Гулливер, Краса Мещеры, Крепыш, Кумач, Метеор, Тайфун, Фрителла, Зырянец, Вычегодский, Невский), исходно полученных из Всероссийского научно-исследовательского института картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха Россельхозакадемии; 2 – перспективные гибриды (1603-7,1657-7).

Анализ образцов проведен по десяти ДНК-маркерам генов устойчивости: к Y вирусу картофеля *Potato virus* – STS маркер YES3-3A, тесно сцепленный с геном Rysto, и SCAR-маркер RYSC3 гена Ryadg, STS маркер Ry186 гена Rychc; к раку картофеля *S. Endobioticum* патотипу 1 – SCAR маркер NI25, сцепленный с геном Sen1; устойчивость к золотистой картофельной нематодой *G. rostochiensis* – SCAR маркеры гена H1 –TG 689, 57 R, N 195, STS маркер Gro1-4-1 гена Gro1-4; устойчивость к бледной картофельной нематодой *Globodera pallida* – STS маркер Gra2-2 гена Gra2; устой-

чивость к ХВК – STS маркер PVX гена Rx1 [3. – С. 22-23]. Исследования выполнены на лабораторной базе ООО «Синтол».

Для выделения растительной ДНК использовали листья картофеля пробирочных растений, которые отбирали на 30 день вегетации. В пробирки с 50 мг листьев добавляли лизирующий буфер (50 % фенол, 4M GuSCN, 25 mM Na citrate, 0,5 % Sarcosyl, 0.05M DTT) в объеме 1 мл. Выдерживали 20 минут при 60 °С далее гомогенизировали образцы на Precellys Evolution (Bertin Technologies) с последующим термостатированием в течение 20 минут при 60 °С. Центрифугировали смесь при 13000 об/мин в течение 10 минут. Супернатант объемом 600 мкл переносили в новые промаркированные пробирки. Добавляли 250 мкл хлороформа, встряхивали и инкубировали 5 минут при комнатной температуре. Центрифугировали при 13000 об/мин в течение 10 минут. Верхнюю водную фазу объемом 300 мкл переносили в новые пробирки. Добавляли 30 мкл 20% w/v SiO<sub>2</sub> и 300 мкл изопропилового спирта, встряхивали и инкубировали при комнатной температуре в течение 10 минут, периодически встряхивая. Центрифугировали смесь 3000 об/мин в течение 20 сек и удаляли супернатант. Осадок промывали 70%-ным водным раствором спирта 3-хкратно объемом 500 мкл и высушивали при 60 °С. Элюировали ДНК в 120 мкл ddH<sub>2</sub>O при 60 °С, затем центрифугировали при 13000 об/мин в течение 3 минут. Элюат, содержащий очищенный препарат ДНК в объеме 100 мкл переносили в новые пронумерованные пробирки.

Оценку качества и количества выделенной ДНК проводили спектрофотометрически на приборе NanoDrop ND-1000 (США). Значения концентрации измеряли на длинах волн: 260 нм, 280 нм, 230 нм. Далее все образцы приводили к единой концентрации 20 нг/мкл в 1-х TE буфере.

Фрагментный анализ на наличие маркеров генов устойчивости картофеля проводили с помощью набора реагентов «ГенЭксперт «Маркеры генов устойчивости картофеля»». Исследовались препараты ДНК, полученные из листьев пробирочных растений, образцы с отрицательным (вода) и положительным (смесь 10-ти плазмид, содержащих искомые фрагменты ДНК картофеля) контролями.

Аmplификацию ДНК осуществляли методом ПЦР с помощью термоциклера Thermal Cycler 2720 (США) Applied Biosystems. ПЦР проводилась с помощью набора реагентов «ГенЭксперт «Маркеры генов устойчивости картофеля»» (ООО «Синтол»).

В одной пробирке смешивали реакционную смесь и смесь праймеров, доводили водой до общего объема 23 мкл. Затем в пробирки добавляли по 2 мкл контрольных образцов, а исследуемых образцов в концентрации 5-15 нг. После амплификации 1 мкл ПЦР-смеси помещали в 0,2 мл пробирку, добавляли 9 мкл формамида и 1 мкл маркера молекулярного веса СД-600 (Синтол, Россия). Денатурировали образцы в течение 5 мин при 95°C.

Для оценки специфичности реакции амплификации использовали положительный (ПКО) и отрицательный (деонизированная вода) контроли. Электрофорез образцов проводили с помощью генетического анализатора Нанофор 05 (Институт аналитического приборостроения РАН, Россия). Информация о детекции флуоресценции обрабатывалась программой Нанофор 05. Идентификация аллелей проходила автоматически с помощью программы «ГенЭксперт», версия 5.0.1.6 (Институт аналитического приборостроения РАН, Россия). В положительном контрольном образце ДНК выявлены все 10 маркеров генов устойчивости, соответствующие стандартным из руководства «ГенЭксперт «Маркеры ГУ картофеля» (ООО «Синтол»), что позволяет исключить ложноотрицательный результат исследования. В образце с отрицательным контролем пиков продуктов амплификации не выявлено, что позволяет исключить ложноположительный результат исследования. Наличие пиков продуктов амплификации известной длины свидетельствует о наличии маркеров генов устойчивости, а их отсутствие – об отсутствии соответствующих маркеров.

**Результаты исследования.** Все исследованные образцы имели в своем генотипе ген устойчивости к *S. Endobioticum* патотипу 1 – Sen 1, присутствие которого определяли с использованием маркера N125. Напротив, ген устойчивости Ruchc к Y вирусу картофеля, сцепленный с маркером Ry186 не был обнаружен в изучаемой выборке (таблица 1). При этом только у сорта Фрителла обнаружен ген Ryadg, а у трех сортов – Кумач, Метеор, Тайфун и гибрида 1603-7 отмечен ген Rysto. Эти гены также определяют устойчивость картофеля к Y вирусу. Наличие гена N1 было подтверждено комбинацией из трех диагностических маркеров TG-689, 57R, N195 у 13 изучаемых образцов. Образцы сортов Фрителла и Невский характеризовались отсутствием данного гена (Таблица). Ген N1 обеспечивает резистентность к двум патотипам золотистой нематоды Ro1 и Ro4 [3. – С. 24]. Доминантный ген Gro1-4, контролирующей устойчи-

вость к пяти патотипам (Ro1-Ro5) *G. Rostochiensis* и сцепленный с маркером Gro 1-4-1, отмечен только у трех образцов: Крепыш, Кумач, Метеор (таблица 1). Сорта картофеля, обладающие устойчивостью к разным популяциям нематоды, представляют особую селекционную ценность.

Морфологически близкий и более агрессивный вид бледная нематода (*Globodera pallida*) в странах Европейского союза распространена повсеместно. На территории России данные о её обнаружении отсутствуют [5. – С. 52]. При этом, соблюдение строгих карантинных мероприятий на территории РФ, не может полностью исключать возможность случайной интродукции бледной картофельной нематоды. Поскольку этот вид адаптирован к умеренному и холодному климату, поиск и создание сортов резистентных к широкому спектру патотипов обоих видов нематод имеет первостепенное значение в условиях рискованного земледелия агроклиматической зоны (северная тайга). Частичная устойчивость к *G. pallida* (популяции Pa2 и Pa3) детерминируется доминантным геном Gra2 [5. – С. 53].

В изучаемой выборке ген Gra2 отмечен у трех образцов: Вымпел, Метеор и гибрид 1657-7. При этом только у сорта Метеор обнаружены все 3 гена: N1, Gro1-4, Gra 2, обеспечивающие устойчивость к широкому спектру патотипов обоих видов нематод. Сорт Вымпел и гибрид 1657-7 характеризуются наличием сочетания генов N1 и Gra 2 (таблица 1). Это, вероятно, обуславливает их устойчивость к бледной нематоде и двум патотипам золотистой нематоды. Как правило, маркер PVX гена Rx1, детерминирующий устойчивость к вирусу X картофеля, встречается у сортов и гибридов с наличием гена Gra 2. Данный факт объясняется их локализацией в составе общего кластера генов устойчивости к вирусам и намотоде [6. – С. 23]. В изучаемой выборке все образцы с геном Gra 2 имели также ген Rx1. Сочетание маркеров Gra2-2 и PVX обнаружены у 3 образцов: Вымпел, Метеор и гибрид 1657-7 (таблица 1). Стоит отметить, что вирус X может передаваться с помощью почвенной стадии гриба *Phytophthora infestans*. Потери урожая при комплексных инфекциях на восприимчивых сортах могут превышать 50 % [7. – С. 19].

Образец 8, имеющий в своем генотипе гены устойчивости ко всем изученным болезням (таблица 1, рисунок 1), не относится к сортам, рекомендованным для Северо-Западного региона.

## СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Таблица 1 – Результаты исследования образцов картофеля с помощью ДНК-маркеров генов устойчивости к раку картофеля, вирусам X и Y, золотистой и бледной картофельным нематодам

Образец	Маркер (ген)*									
	RYSC3 (Ryadg)	Ry186 (Rychc)	YES3-3A (Rysto)	TG-689 (HI)	57R (HI)	N195 (HI)	Gro 1-4-1 (Gro1-4)	Gpa 2-2 (Gpa 2)	NL 25 (Sen 1)	PVX (Rx1)
1	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-
2	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-
3	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+
4	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-
5	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-
6	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-
7	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-
8	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
9	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-
10	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
11	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-
12	-	0	-	+	+	+	-	-	+	-
13	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-
14	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+
15	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

\* «+» – маркер выявлен, «0» – маркер не выявлен, «-» – анализ не достоверен, маркер не выявлен

1 – сорт Армада; 2 – сорт Гала; 3 – сорт Вымпел; 4 – сорт Гулливер; 5 – сорт Краса Мещеры; 6 – сорт Крепыш; 7 – сорт Кумач; 8 – сорт Метеор; 9 – сорт Тайфун; 10 – сорт Фрителла; 11 – сорт Зырянец; 12 – сорт Вычегодский; 13 – гибрид 1603-7; 14 – гибрид 1657-7; 15 – сорт Невский.

Фрагментный анализ

Аллели

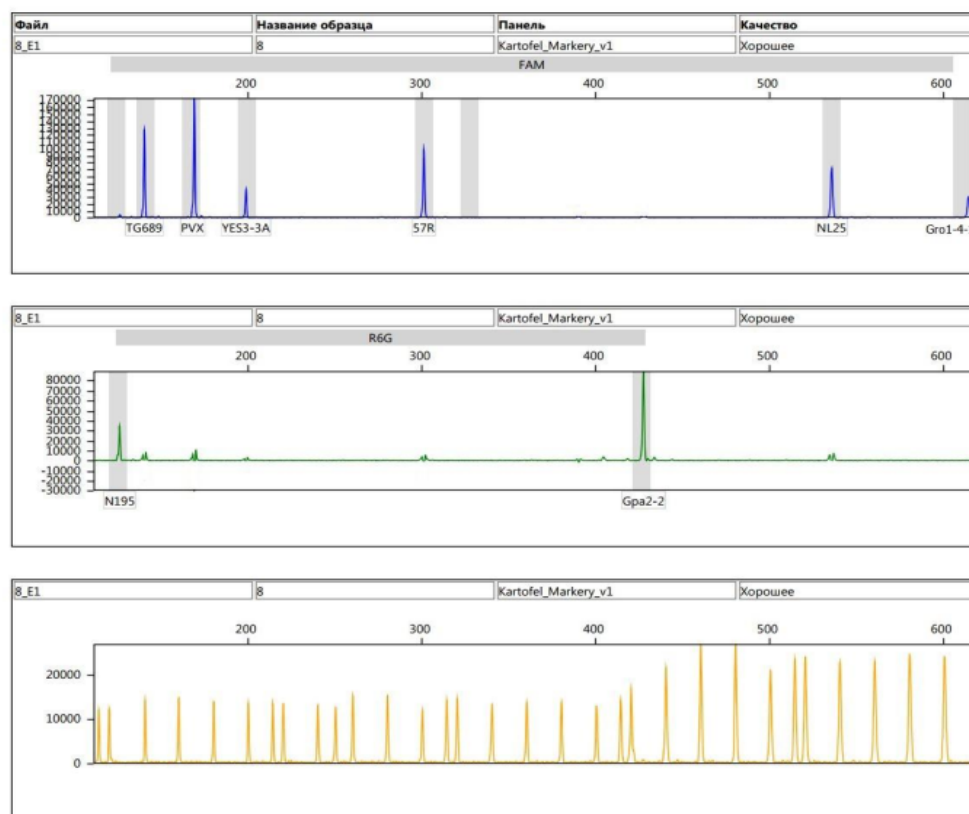


Рисунок 1 – Электрофореграмма генотипа картофеля сорта «Метеор» (образец 8) по системе «ГенЭксперт маркеры генов картофеля»

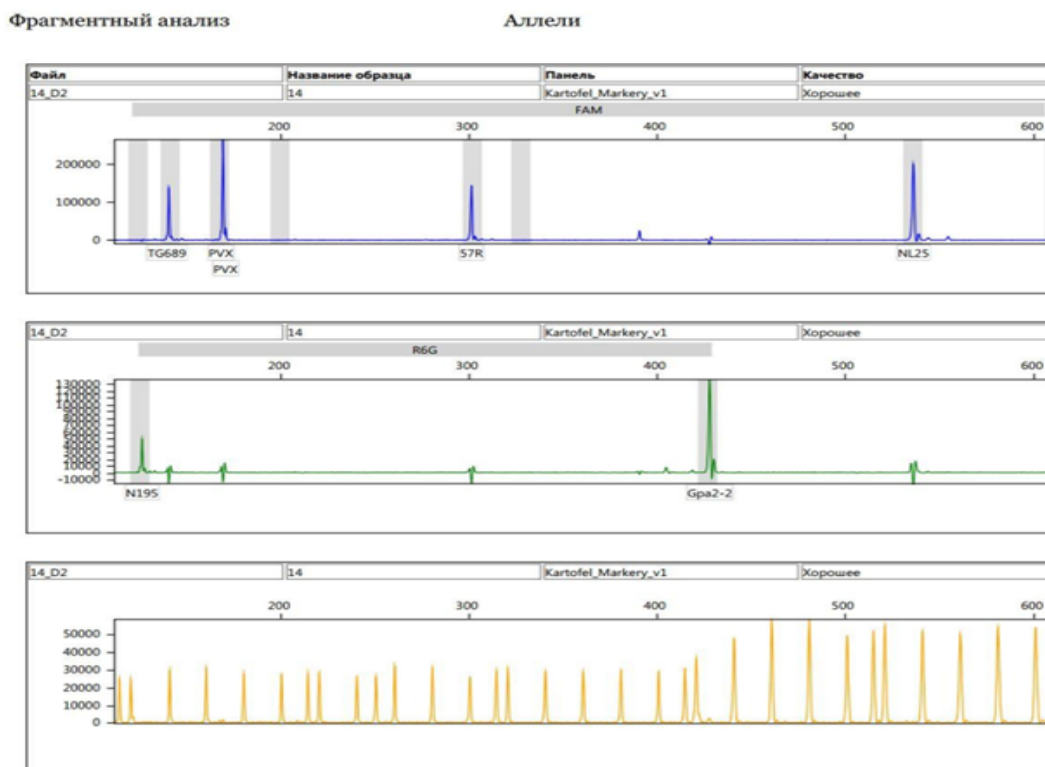


Рисунок 2 – Электрофореграмма генотипа картофеля селекционной линии 1657-7 (образец 14) по системе «ГенЭксперт маркеры генов картофеля»

Тем не менее, в результате оценки продуктивности и адаптивности сортов картофеля различных групп спелости, проведенной Поповой Л.А. с соавторами в условиях северных территорий Архангельской области, сорт Метеор показал высокую урожайность (59,8 т/га), устойчивость к болезням и адаптивность [8. – С. 28]. Наличие подтвержденной групповой резистентности к патогенам в комплексе с другими хозяйственно-ценными признаками позволяют считать образец 8 (Метеор) перспективным для дальнейшей селекции.

Из трех сортов с 6-тью генами устойчивости только Вымпел рекомендован для Северо-Западного региона. Следует отметить, что многие сорта, не районированные в Северо-Западном регионе, показывают стабильно высокую урожайность. Это диктует необходимость проведения дополнительных полевых испытаний образцов, с выявленным комплексом генов устойчивости по результатам МОС. Результаты полевых испытаний гибрида 1657-7, проведенные в течение 2014–2017 гг. в условиях Республики Коми, свидетельствуют о высоких показателях

его урожайности (38,0 т/га) и содержании витамина С (12,5 %) [9. – С. 772]. Новые сведения о наличии в генотипе гибрида 1657-7 факторов устойчивости к раку картофеля, вирусу X, бледной нематоды и двум патотипам золотистой нематоды (таблица 1, рисунок 2), дают основание ожидать благоприятный исход селекции данного образца по интересующим нас признакам [10. – С. 4; 11. – С.49].

**Выводы.** Молекулярный скрининг 15 образцов картофеля из коллекции Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, позволил выделить 1 сорт с восьмью генами (Метеор), 3 сорта (Вымпел, Кумач, Тайфун) и один гибрид с шестью генами (1657-7), один гибрид с пятью генами (1603-7), 7 сортов с четырьмя генами (Армада, Гала, Гулливер, Краса Мещеры, Крепыш, Зырянец, Вычегодский) и два сорта с 1-2 генами устойчивости (Фрителла, Невский). Согласно результатам проведенного исследования, в качестве наиболее ценного исходного материала рекомендованы образцы 8 – сорт Метеор и 14 – гибрид 1657-7.

### Список использованных источников

1. Паламарчук М.В. Актуальные проблемы возделывания картофеля в Северном Зауралье // Агропродовольственная политика России. – 2012. – № 9. – С. 53-55.

2. Идентификация родительских форм для селекции картофеля, устойчивого к болезням и вредителям, методом мультиплексного ПЦР-анализа / Е.В. Рогозина, Е.В. Терентьева, Е.К. Потокина и др. // *Сельскохозяйственная биология*. – 2019. – Т. 54. – №1. – С. 19-30.
3. Изучение генетических коллекций ВНИИ картофельного хозяйства с помощью молекулярных маркеров / В.А. Бирюкова, И.В. Шмыгля, А.А. Мелешин и др. // *Достижения науки и техники АПК*. – 2016. – №10. – С. 22-26.
4. Генетическая паспортизация картофеля на основе мультиплексного анализа 10 микросателлитных маркеров / О.С. Колобова, О.П. Малюченко, Т.В. Шалаева и др. // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2017. – Т. 21. – № 1. – С. 124-127.
5. Устойчивость картофеля к карантинным болезням / А.В. Хютти, О.Ю. Антонова, Н.В. Мироненко и др. // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2017. – Т. 21. – № 1. – С. 51-61.
6. Исследование коллекционных образцов картофеля на наличие генетических маркеров устойчивости к фитопатогемам / А.Б. Сайнакова, М.С. Романова, С.Н. Красников и др. // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2018. – Т. 22. – № 1. – С. 18-24.
7. Али М.А., Келдыш Ю.И. Помазков Ю.И. Новый переносчик вируса X картофеля – гриб *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. // *Вестник РУДН*. – 2010. – № 3. – С. 18-23.
8. Оценка продуктивности и адаптивности сортов картофеля различных групп спелости в условиях Архангельской области / Л.А. Попова, Л.Н. Головина, А.А. Шаманин, В.М. Маслова // *Аграрная наука Северо-Востока*. – 2017. – №3 (58). – С. 26-31.
9. Новые сорта и гибриды картофеля, рекомендованные для возделывания на севере / Н.Т. Чеботарев, А.А. Юдин, П.И. Конкин, Е.Н. Микушева // *Известия Самарского научного центра РАН*. – 2018. – № 2(4). – С. 772-775.
10. Пигорев И.Я. Аграрная наука в реальном секторе экономики АПК Курской области и предстоящие задачи // *Сб.: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве: материалы Международной научно-практической конференции*. - Курск: Изд-во Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. - 2015. - С. 3-7.
11. Семькин В.А., Пигорев И.Я., Солошенко В.М. Актуальность и реальное состояние импортозамещения в растениеводстве Курской области // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. - 2016. - № 7. - С. 47-52.

### List of used sources

1. Palamarchuk M.V. Actual problems of potato cultivation in the Northern Trans-Urals // *Agricultural and Food Policy of Russia*. - 2012. - No. 9. - P. 53-55.
2. Rogozina E.V., Terentyeva E.V., Potokina E.K., Yurkina E.N., Nikulin A.V., Alekseev Y.I. Identification of parental forms for breeding potato resistant to diseases and pests, by the method of multiplex PCR analysis // *Agricultural Biology*. - 2019. - Т. 54. - No. 1. - P. 19-30.
3. Biryukova V.A., Shmygl I.V., Melyoshin A.A., Mityushkin A.V., Manankov V.V., Abrosimova S.B. Studying the genetic collections of the All-Russian Research Institute of Potato with molecular markers // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. - 2016. No. 10. - P. 22-26.
4. Kolobova O.S., Malychenko O.P., Shalaeva T.V., Shanina E.P., Shilov I.A., Alekseev Y.I., Velishaeva N.S. Genetic certification of potatoes based on multiplex analysis of 10 microsatellite markers // *Vavilovsky Journal of Genetics and Selection*. 2017. T. 21. No. 1. P. 124-127.
5. Khutti A.V., Antonova O.Yu., Mironenko N.V., Gavrilenko T.A., Afanasenko O.S. Potato resistance to quarantine diseases. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017. T. 21. No. 1. P. 51-61.
6. Saynakova A.B., Romanova M.S., Krasnikov S.N., Litvinchuk O.V., Alekseev Y.I., Nikulin A.V., Terentyeva E.V. Study of collection potato samples for the presence of genetic markers of resistance to phytopathogens. // *Vavilovsky journal of genetics and selection*. 2018. T. 22. No. 1. P. 18-24.
7. Ali M.A., Keldysh Yu.I. Pomazkov Yu.I. The new potato virus X carrier is *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary. // *Bulletin of RUDN*. 2010. No. 3. P. 18-23.
8. Popova Lyudmila Aleksandrovna, Golovina Lyudmila Nikolaevna, Shamanin Aleksey Alekseevich, Maslova Valentina Mikhailovna Assessment of the productivity and adaptability of potato varieties of different ripeness groups in the Arkhangelsk region // *Agricultural science of the Euro-North-East*. 2017. No. 3 (58). P. 26-31.
9. Chebotarev N.T., Yudin A.A., Konkin P.I., Mikusheva E.N. New varieties and hybrids of potatoes recommended for cultivation in the north // *Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2018. No. 2 (4). P. 772-775. (In Russ.)
10. Pigorev I.Y. Agrarian science in the real sector of the economy of the agro-industrial complex of the Kursk region and the challenges ahead // *Collection: Actual problems and innovative activity in agro-industrial production: materials of the International Scientific and Practical Conference*. - Kurск: Publishing house of the Kursk State Agricultural Academy, 2015. - P. 3-7.
11. Semykin V.A., Pigorev I.Y., Soloshenko V.M. Actuality and actual state of import substitution in plant growing in the Kursk region // *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. - 2016. - № 7. - P. 47-52.

УДК 633.111:631.599.311.14

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИНДЕКСОВ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

ВОРОНЧИХИН В.В.,

аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; e-mail: vitya.voronchihin@gmail.com; тел. 8-929-988-52-45.

ПЫЛЬНЕВ В.В.,

доктор биологических наук, профессор, и.о. заведующего кафедрой генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; e-mail: selection@timacad.ru; тел. 8 (499) 976-12-72.

РУБЕЦ В.С.,

доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; e-mail: selection@timacad.ru; тел. 8 (499) 976-12-72.

ВОРОНЧИХИНА И.Н.,

научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации, ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина; e-mail: yarinkapanfilova@gmail.com; тел. 8-999-823-06-91.

**Реферат.** В статье приведены исследования, выполненные в 2014-2017 гг. Представлены результаты сравнительной оценки образцов коллекции озимой гексаплоидной тритикале по комплексу хозяйственно-полезных признаков двумя методами - традиционным и методом комплексных индексов. Традиционный метод представляет собой выделение сортообразцов с максимальной урожайностью и комплексом элементов структуры урожая с высокими значениями. Индексный метод заключается в присвоении каждому показателю частного индекса, который является результатом отношения среднего значения показателя у сорта к среднеарифметическому значению показателя у всего набора сортов. Комплексный индекс представляет собой произведение частных индексов. Изменение частных индексов в меньшую или большую сторону отразится на комплексном индексе. Поэтому образцы с максимальным произведением индексов содержат наибольшее количество хозяйственно-полезных признаков. Материалом для исследования послужили 43 образца коллекции озимой тритикале различного эколого-географического происхождения. Опыты размещались на селекционной станции имени П.И. Лисицина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Агротехника, общепринятая для зоны. Учеты и наблюдения проводили по Методике государственного сортоиспытания. Полученные результаты обработаны методами вариационной статистики. Были выделены урожайные сорта с высокими значениями отдельных элементов структуры урожая. Остальные элементы структуры у них имели среднее значение. Перечень этих сортов, следующий: **Виктор**, **Неро**, **АДП 256**, **Немчиновский 56**, **Гермес**, **Микола**, **Антей**, **АД 4**, **Легион**, **Вокализ**, **Валентин 90** и **Доктрина 110**. Методом комплексных индексов выделены сорта **Виктор**, **АД 44**, **Ладне**, **Валентин**, **Фламинго**, **Валентин 90**, **Микола**, **Антей**, **Линия 96**, **АД 4**, **Легион**, **Вокализ**, **ПРАГ 531 x ПРАГ 473**, **Timbo**, **Triskell** и **Доктрина 110**. При двух способах оценки 8 сортов совпадают. Они выделены жирным шрифтом. Индексная оценка позволила выделить ценные образцы, не противореча данным статистической обработки. Это позволило рекомендовать ее для практического использования в качестве наименее трудозатратного способа оценки большого количества селекционных образцов по комплексу хозяйственно-полезных признаков.

**Ключевые слова:** тритикале, селекция, коллекция, индексы, урожайность, элементы структуры урожая.

## USE OF THE INDEX METHOD IN THE COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE GENETIC COLLECTION OF WINTER TRITICALE

VORONCHIKHIN V.V.,

postgraduate student of the Department of Genetics, Biotechnology, Plant Breeding and Seed Production, Russian Timiryazev State Agrarian University; e-mail: vitya.voronchihin@gmail.com; hone: 8-929-988-52-45.

PYLNEV V.V.,

DSc (Bio), Professor, the Department of Genetics, Biotechnology, Plant Breeding and Seed Production, Russian Timiryazev State Agrarian University; e-mail: selection@timacad.ru, phone: 8 (499) 976-12-72.

RUBETS V.S.,

DSc (Bio), Professor, the Department of Genetics, Biotechnology, Plant Breeding and Seed Production, Russian Timiryazev State Agrarian University; e-mail: selection@timacad.ru, phone: 8 (499) 976-12-72.

VORONCHIKHINA I.N.,

Researcher in Distant hybridization department in Federal state institution of science Main Botanical garden named. N. In. Tsitsin; e-mail: yarinkapanfilova@gmail.com; phone: +7 (999)-823-06-91.

**Essay.** This article includes studies carried out in 2014-2017. The results of comparative evaluation of collection samples of winter hexaploid triticale by complex of economically useful plant forms using traditional and index methods are presented. The traditional method is a selection of hybrids with maximum yields and a number of elements of yield structure with high values. The index method consists of assigning a private index to each index, which is the result of the ratio of average indicator values to simple average indicator values in the entire set of plant variety. A complex index represents a product of private indices. Changing private indices upward or downward reflects on the complex index. That's why samples with the maximum product of the indices contain the largest number of economically useful plant forms. The materials for this study were 43 hybrids of winter triticale of different eco-geographical origin. The test plots were located at the plant selection station at the breeding station named after P. I. Lisitsyn in Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The agricultural methods are common for this zone. The counts and observations carried out according to the Method of state variety testing. The results were processed by methods of variation statistics. We selected the productive varieties with high values of different elements of yield structure. The others elements of yield structure were of average meaning. The list of these plant varieties is the following: **Victor**, Hewo, ADP 256, Nemchinovskiy 56, Hermes, **Mikola**, **Antey**, **AD 4**, **Legion**, **Vokaliz**, **Valentin 90** and **Doctorina 110**. The following varieties were selected by complex index method: **Victor**, AD44, Ladne, Valentin, Flamingo, **Valentin 90**, **Mikola**, **Antey**, Linia 96, **AD 4**, **Legion**, **Volaliz**, PRAG 531 x PRAG 473, Timbo, Triskell and **Doctorina 110**. 8 plant varieties coincide by two methods of evaluation. They are indicated by bold type. The index method allowed us to select valuable varieties without contradicting the data of statistical processing. This allowed us to recommend it for practical use as the least labor-intensive way of evaluating a large number of breeding samples by a set of economically useful traits.

**Keywords:** triticale, selection, collection, indices, productivity, crop structure elements.

**Введение.** Тритикале наряду с высоким потенциалом продуктивности обладает повышенной устойчивостью к экологическим стрессам и болезням и является перспективной культурой для расширения сырьевой базы хлебопекарной промышленности [1, 2, 3].

На кафедре генетики, селекции и семеноводства ведется селекция озимой гексаплоидной тритикале зернового направления использования [4]. При испытании полученного селекционного материала большое значение

придают урожайности зерна, поскольку именно урожайность является основным критерием, по которому судят о возможности включения сорта в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию при государственном сортоиспытании.

Любая селекционная программа основана на использовании исходного материала, который должен быть изучен с точки зрения хозяйственной полезности в конкретной при-

родно-климатической зоне [1, 5, 6]. Исходный материал необходим для подбора компонентов скрещиваний при создании новых сортов. Поэтому для успешной работы требуется систематически изучать большие коллекции сортообразцов сельскохозяйственных культур, в которые должны входить высокопродуктивные сорта отечественной и зарубежной селекции [7, 8].

Урожайность зерна – итоговый показатель, характеризующий способность сорта реализовывать свой генетический потенциал в конкретных почвенно-климатических условиях. Урожайность складывается из различных элементов, таких как продуктивная кустистость, число и масса зерен с колоса, озерненность одного колоска, сохранность растений весной и др. В связи со сложностью выделения образца, который сочетал бы в себе высокую урожайность с комплексом хозяйственно-ценных признаков, была определена **цель нашего исследования** - сравнить два метода анализа сортообразцов - традиционный и метод комплексных индексов.

**Материал и методика исследования.** В ходе экспериментов 2014 - 2017 гг. в качестве материала для исследования использовали 43 сортообразца озимой гексаплоидной тритикале различного эколого-географического происхождения из коллекции кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства Российского государственного аграрного уни-

верситета – МСХА имени К.А. Тимирязева, один из которых сорт-стандарт Виктор (таблица 1).

Агротехника – общепринятая для озимой тритикале в ЦРНЗ. Площадь делянки 1 м<sup>2</sup>. Повторность - трехкратная. Посев выполнялся селекционной сеялкой СКС-6-10. Глубина заделки семян 4 - 5 см.

Учеты и наблюдения проводили по Методике государственного сортоиспытания [9]. Уборка опытных делянок проведена вручную. Полученные результаты обработаны методами вариационной статистики [10, 11]. Все выводы подтверждены экспериментальными исследованиями, статистической обработкой полученных результатов.

**Результаты исследования.** У всех сортообразцов тритикале оценивали урожайность и элементы ее структуры традиционным способом. В среднем за три года исследований не было выявлено сортообразцов озимой тритикале, достоверно превосходящих по урожайности стандарт (таблица 2), хотя в каждом конкретном году выделялись немногочисленные фавориты. Большинство сортов находилось на уровне стандарта. Некоторые из них (Нewo, АДП 256, Немчиновский 56, Гермес, Микола, Антей, АД 4, Легион, Вокализ и Доктрина 110) несколько превосходили стандарт. Эти сортообразцы можно использовать в селекции на урожайность.

Таблица 1 - Происхождение сортообразцов тритикале

Название образца	Место происхождения
ПРАГ 509, ПРАГ 489, ПРАГ 468, ПРАГ-С-230/3, Гибрид Союз x 531h, Гибрид 563h, ПРАГ 530, ПРАГ 341, ПРАГ 152, Гибрид ПРАГ 531 x ПРАГ473	Дагестан
Торнадо, Бард, Консул, Легион, Вокализ	Донской зональный НИИСХ
Виктор, Немчиновский 56, Гермес, Антей	Московский НИИСХ «Немчиновка»
КНИИСХ 32, Валентин 90, Каскад,	КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко
Линия 19, Линия 96, Доктрина 110	Воронеж
Дубрава, Адашь, Мара, Микола,	Беларусь
Валентин	РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
Квазар	Ставропольский НИИСХ
АДП 256, АД 44, ТПГ-10-79, Ладне, Фламинго, Полесский 10,	Украина
АД 4	Молдова
Нewo, Yanko, РАН, Timbo, Triskell	Польша

## СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Таблица 2 - Урожайность сортообразцов озимой тритикале и элементы ее структуры (в среднем 2015-2017 гг.)

№ п/п	Образец	Урожайность, т/га	Число зерен с колоса, шт.	Масса зерен с колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Озерненность колоска, шт.	Продуктивная кустиность, шт./растение	Наличие двойного узла кущения, %
1	ПРАГ 509	7,10	63,8	2,7	49,15	2,5	2,3	0,99
2	Нewo	8,50	47,4	2,2	50,76	2,1	2,2	3,93
3	Торнадо	6,71	38,9	2,1	57,77	2,0	1,7	8,07
4	АДП 256	8,58	39,8	2,2	56,42	2,0	2,1	6,73
5	АД 44	7,01	45,5	2,5	58,09	2,2	2,0	15,78
6	ПРАГ 489	7,44	61,0	2,8	49,98	2,2	2,3	7,66
7	ТПГ-10-79	6,09	41,5	2,1	55,76	1,8	2,2	12,82
8	Виктор (st.)	6,93	53,4	2,5	54,95	2,1	2,4	9,08
9	Линия 19	7,56	39,8	2,4	57,14	1,8	2,1	12,21
10	Ладне	7,40	45,1	2,6	61,62	1,9	2,5	9,70
11	Бард	8,18	52,6	2,7	52,47	2,0	2,1	2,18
12	Уанко	7,78	43,4	2,1	53,96	1,9	2,0	1,57
13	Немчиновский 56	8,31	46,7	2,3	50,22	1,9	1,9	7,26
14	Гермес	7,22	54,0	2,9	54,28	2,1	2,1	3,82
15	РАН	7,37	45,8	2,2	49,06	1,8	2,1	6,60
16	ПРАГ 468	5,99	48,0	2,5	55,91	1,9	1,8	10,00
17	КНИИСХ 32	6,25	31,9	1,8	60,66	1,9	2,2	1,37
18	Валентин	7,41	39,2	2,2	56,94	1,8	2,3	13,16
19	Дубрава	6,38	38,4	1,7	46,78	1,7	2,6	6,39
20	Фламинго	7,11	40,1	2,2	57,63	1,8	2,2	17,36
21	ПРАГ-С-230/3	6,70	42,3	1,8	51,39	1,8	1,9	2,99
22	Адась	7,38	36,3	2,1	58,36	1,7	2,1	2,30
23	Виктор (st.)	8,54	50,1	2,6	52,78	2,0	2,5	7,43
24	Мара	7,11	40,1	2,1	52,30	1,9	2,5	3,37
25	Валентин 90	8,18	43,4	2,4	59,45	1,9	2,3	13,59
26	Микола	9,01	41,9	2,2	53,28	1,9	1,9	21,48
27	Каскад	7,88	54,9	2,6	53,55	2,2	2,1	3,90
28	Союз х 531h	5,20	50,8	3,0	54,54	1,8	2,1	0,52
29	563 h	6,18	48,6	2,7	56,48	2,0	2,2	4,77
30	ПРАГ 530	5,50	42,2	2,3	52,31	2,0	2,3	6,01
31	ПРАГ 341	6,86	45,0	2,2	51,91	1,9	2,1	6,93
32	Антей	9,40	42,9	2,1	51,86	1,8	2,5	13,71
33	Полесский 10	7,51	43,8	2,2	56,25	1,8	2,1	4,46
34	Линия 96	7,36	45,5	2,1	52,03	2,0	2,5	10,00
35	АД 4	8,27	41,8	2,8	59,11	1,7	2,2	34,20
36	ПРАГ 152	6,87	42,5	2,6	58,00	1,8	2,0	5,26
37	Консул	8,10	42,6	2,4	54,37	1,9	2,8	2,08
38	Виктор (st.)	7,67	48,1	2,5	54,18	2,0	2,4	3,22
39	Легион	8,65	43,8	2,3	54,69	1,8	2,7	9,10
40	Квазар	4,80	47,8	2,6	54,45	2,0	2,5	5,66
41	Вокализ	9,51	45,3	2,3	53,51	2,0	2,7	6,66
42	ПРАГ 531 х ПРАГ 473	6,01	56,5	2,9	48,44	1,7	2,5	20,72
43	Timbo	7,24	42,2	2,3	47,87	1,8	2,2	18,77
44	Triskell	6,62	45,6	2,4	53,24	2,0	2,2	11,22
45	Доктрина 110	8,27	47,9	2,5	53,88	2,1	2,3	8,30
	НСР 05	2,18	8,73	0,57	4,44	0,33	0,39	6,67

В наших исследованиях почти все изученные сортообразцы тритикале по признаку «число зерен в колосе» не отличались от стандарта Виктор (таблица 2). Самое высокое число зерен, достоверно выше стандарта, сформировалось в колосе среднерослого сортообразца ПРАГ 509 (63,8 шт.). Некоторые образцы имели небольшое количество зерен (Торнадо, АДП 256, Линия 19, Yanko, КНИИСХ 32, Валентин, Дубрава, Фламинго, Адашь, Мара), самое низкое – у сорта КНИИСХ 32 (31,9 шт.).

Все изученные сортообразцы тритикале (за исключением КНИИСХ 32, Дубравы и ПРАГ-С-230/3) в среднем за годы изучения сформировали массу зерен в колосе, сравнимую со стандартом. Упомянутые в скобках сорта имели достоверно более низкие значения этого показателя. Однако, для урожайности большое значение имеет продуктивная кустистость. Имеются различные модели сортов – либо с небольшим числом крупных колосьев, либо – с большим числом мелких.

В нашем исследовании все образцы были близки к стандарту по показателю «масса 1000 зерен» (таблица 2). Более мелкое зерно сформировалось у сорта ПРАГ 509, ПРАГ 489, ПРАГ-С-230/3 и гибрид ПРАГ 531 х ПРАГ 473, а наиболее крупное – у образцов Торнадо, АДП 256, Ладне, ПРАГ 468, КНИИСХ 32, Валентин, Фламинго, Адашь, Валентин 90, Союз х 531h, АД 4 и ПРАГ 152. Их можно рекомендовать для селекции на крупнозерность.

Результаты наших исследований показали, что все сортообразцы тритикале имеют число зерен в одном колоске, сравнимое со стандартом Виктор. Только ПРАГ 509 имеет достоверно более высокую озерненность одного колоска. Высокой озерненностью колоска, также, обладали сортообразцы Newo, ПРАГ 509, АД 44, ПРАГ 489, Гермес, Каскад и Доктрина 110.

Большинство изученных сортообразцов тритикале сформировали продуктивную кустистость на уровне стандарта (около 2,4 побега на растение). Сорта Торнадо, Немчиновский 56, ПРАГ-С-230/3, Микола в среднем за 3 года сформировали относительно низкую продуктивную кустистость, ниже 2 стеблей на растение. У сортообразцов Ладне, Мара, Линия 96, Консул, Легион, Квазар, Вокализ и гибрида ПРАГ531 х ПРАГ473 была выявлена повышенная продуктивная кустистость. Ее значения были немного выше, чем у стандартного сорта Виктор.

В качестве показателя потенциала сортов по дополнительным побегам кушения было определено содержание растений с двойным узлом кушения у каждого сорта. Сортообразцы АД 44, Фламинго, Микола, АД 4, ПРАГ 531 х ПРАГ473 и Timbo отличаются повышенным количеством растений с двумя узлами кушения.

Наши данные свидетельствуют, что содержание растений с двойными узлами является нестабильным признаком, сильно варьирующим по годам (коэффициент вариации выше 20 %). Но при анализе данных за каждый год у этих образцов обнаружено повышенное содержание растений с двойными узлами кушения. Так что можно сделать вывод, что такая особенность наследуется, поскольку глубина заделки семян при посеве сеялкой у всех сортообразцов была одинаковой. Напротив, образцы ПРАГ 509, Бард, Yanko, КНИИСХ 32 и Союз х 531h ежегодно формировали очень мало растений с двойными узлами (таблица 2). Остальные сортообразцы имели значения, близкие к стандарту. В целом, можно сказать, что большинство образцов, содержащих много растений с двойными узлами кушения, также, характеризовалось высокой зимостойкостью, основным критерием которой является балл перезимовки.

В среднем по годам достоверное превышение стандарта по урожайности отмечено не было. У сортов Вокализ, АДП 256, Микола и Легион обнаружена высокая урожайность, из них только сорт Микола обладает высоким содержанием растений с двойными узлами кушения. Большинство остальных сортов не отличаются по урожайности от стандарта, имея при этом разное содержание растений с двойными узлами. Большинство сортообразцов с повышенным содержанием растений с двойными узлами сформировали относительно высокую урожайность зерна. Однако, связано ли это с двойными узлами, остается неясным. Некоторые сортообразцы сформировали урожайность ниже стандарта – ПРАГ 509, ПРАГ 468, Союз х 531h, 563h, ПРАГ 530, ПРАГ 341, ПРАГ 152, Квазар, ПРАГ 531хПРАГ473 и Triskell. Большинство из них создано для условий Северо-Кавказского региона. Возможно, в этом кроется причина их низкой урожайности. Из них только два образца – ПРАГ 509 и Союз х 531h характеризовались пониженным содержанием растений с двумя узлами кушения. Остальные содержали

их в пределах 6 - 10 %, как у стандарта. Таким образом, анализ данных не показывает прямой связи наличия двойных узлов кущения с урожайностью озимой тритикале.

В таблице 2 представлены результаты оценки образцов по каждому изученному признаку в отдельности. Были выделены сорта с высокой урожайностью и высокими значениями отдельных элементов структуры урожая. Остальные элементы структуры у них имели среднее значение. Перечень этих сортов, следующий:

Стандарт **Виктор** - с высокими значениями числа и массы зерен с колоса, массы 1000 зерен, озерненности одного колоска, продуктивной кустистости, содержания растений с двойным узлом кущения;

**Нewo** - с высокой озерненностью колоска;

**АДП 256** - с высокой массой 1000 зерен и озерненностью колоска;

**Немчиновский 56** - со средними значениями всех элементов структуры урожая;

**Гермес** - с высоким числом и массой зерен с колоса, массой 1000 зерен, озерненностью колоска;

**Микола** - с большим количеством растений, содержащих двойные узлы кущения;

**Бард** - с высокой массой зерен с колоса и озерненностью колоска;

**Антей** - с высокой продуктивной кустистостью, содержанием растений с двойным узлом кущения;

**АД 4** - с высокой массой зерен с колоса, массой 1000 зерен и содержанием растений с двойным узлом кущения;

**Легион** - с высокой продуктивной кустистостью и содержанием растений с двойным узлом кущения;

**Вокализ** - с высокой озерненностью колоска, продуктивной кустистостью и содержанием растений с двойным узлом кущения;

**Валентин 90** - с высокой массой 1000 зерен, массой зерна с колоса, продуктивной кустистостью и содержанием растений с двойным узлом кущения;

**Доктрина 110** - с высокой массой зерен с колоса, массой 1000 зерен, озерненностью колоска, продуктивной кустистостью и содержанием растений с двойным узлом кущения.

Видно, что нельзя выделить сортообразец, сочетающий высокие значения всех элементов структуры урожая. Метод индексов может значительно облегчить выделение ценных образцов.

Все 43 сорта коллекции озимой гексаплоидной тритикале были оценены методом комплексных индексов (таблица 3). Метод индексов – это сведение количественных и качественных оценок в статистические показатели – индексы. Индекс – относительная величина, показывающая во сколько раз уровень изучаемого признака у одного образца, отличается от того же признака у другого образца

Метод заключается в том, что по каждому признаку для каждого сорта рассчитывают частные индексы (индекс I). Индекс I равен частному от деления значения показателя признака сорта на среднее значение признака у всех изучаемых образцов: индекс I = значение признака у сорта / среднее арифметическое признака по всем сортам

Комплексные (общие) индексы I<sub>к</sub> сортообразцов получаем путем перемножения частных индексов. Увеличение или уменьшение любого из них соответственно отражается на произведении, т.е. резко обозначаются положительные и отрицательные значения признака. Наивысшие произведения дают представление о наилучшем сортообразце озимой тритикале по комплексу признаков [12].

По нашим данным (таблица 3) стандарт **Виктор** имел произведение индексов, равное 1,46. Сорта **АД 44**, **Ладне**, **Валентин**, **Фламинго**, **Валентин 90**, **Микола**, **Антей**, **Линия 96**, **АД 4**, **Легион**, **Вокализ**, **ПРАГ 531 x ПРАГ 473**, **Timbo**, **Triskell**, **Доктрина 110** имели высокие значения комплексных индексов, близкие к сорту **Виктор**. Следовательно, данные сорта представляют особый интерес в качестве исходного материала для селекции высокоурожайных сортов в условиях ЦРНЗ.

Видно, что при оценке сортообразцов коллекции традиционным способом и методом комплексных индексов 8 сортов совпадают. Они выделены жирным шрифтом. То есть разными способами были получены сходные результаты.

## СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Таблица 3 - Комплексная индексная оценка урожайности зерна и элементов ее структуры озимой тритикале

№ п/п	Образец	Урожайность	Число зерен с колоса	Масса зерен с колоса	Масса 1000 зерен	Озерненность колоска	Продуктивная кустистость	Наличие двойного узла кущения	Произведение индексов
1.	ПРАГ 509	0,97	1,40	1,14	0,91	1,30	1,03	0,12	0,23
2.	Newo	1,16	1,04	0,93	0,94	1,09	0,98	0,46	0,52
3.	Торнадо	0,91	0,85	0,89	1,07	1,04	0,76	0,95	0,55
4.	АДП 256	1,17	0,87	0,93	1,04	1,04	0,94	0,79	0,76
5.	АД 44	0,96	1,00	1,05	1,07	1,14	0,89	1,85	2,02
6.	ПРАГ 489	1,01	1,34	1,18	0,92	1,14	1,03	0,90	1,55
7.	ТПГ-10-79	0,83	0,91	0,89	1,03	0,93	0,98	1,50	0,95
8.	Виктор (st.)	0,94	1,17	1,05	1,01	1,09	1,07	1,07	1,46
9.	Линия 19	1,03	0,87	1,01	1,05	0,93	0,94	1,43	1,19
10.	Ладне	1,01	0,99	1,10	1,14	0,98	1,12	1,14	1,57
11.	Бард	1,11	1,16	1,14	0,97	1,04	0,94	0,26	0,36
12.	Yanko	1,06	0,95	0,89	1,00	0,98	0,89	0,18	0,14
13.	Немчиновский 56	1,13	1,03	0,97	0,93	0,98	0,85	0,85	0,74
14.	Гермес	0,98	1,19	1,22	1,00	1,09	0,94	0,45	0,66
15.	РАН	1,00	1,01	0,93	0,91	0,93	0,94	0,77	0,58
16.	ПРАГ 468	0,82	1,05	1,05	1,03	0,98	0,80	1,17	0,85
17.	КНИИСХ 32	0,85	0,70	0,76	1,12	0,98	0,98	0,16	0,08
18.	Валентин	1,01	0,86	0,93	1,05	0,93	1,03	1,54	1,25
19.	Дубрава	0,87	0,84	0,72	0,86	0,88	1,16	0,75	0,35
20.	Фламинго	0,97	0,88	0,93	1,06	0,93	0,98	2,04	1,56
21.	ПРАГ-С-230/3	0,91	0,93	0,76	0,95	0,93	0,85	0,35	0,17
22.	Адась	1,01	0,80	0,89	1,08	0,88	0,94	0,27	0,17
23.	Виктор (st.)	1,16	1,10	1,10	0,97	1,04	1,12	0,87	1,38
24.	Мара	0,97	0,88	0,89	0,97	0,98	1,12	0,40	0,32
25.	Валентин 90	1,11	0,95	1,01	1,10	0,98	1,03	1,60	1,89
26.	Микола	1,23	0,92	0,93	0,98	0,98	0,85	2,52	2,16
27.	Каскад	1,07	1,21	1,10	0,99	1,14	0,94	0,46	0,70
28.	Союз х 531h	0,71	1,12	1,22	1,01	0,93	0,94	0,06	0,05
29.	563 h	0,84	1,07	1,14	1,04	1,04	0,98	0,56	0,61
30.	ПРАГ 530	0,75	0,93	0,97	0,97	1,04	1,03	0,71	0,50
31.	ПРАГ 341	0,93	0,99	0,93	0,96	0,98	0,94	0,81	0,61
32.	Антей	1,28	0,94	0,89	0,96	0,93	1,12	1,61	1,72
33.	Полесский 10	1,02	0,96	0,93	1,04	0,93	0,94	0,52	0,43
34.	Линия 96	1,00	1,00	0,89	0,96	1,04	1,12	1,17	1,16
35.	АД 4	1,13	0,92	1,18	1,09	0,88	0,98	4,01	4,62
36.	ПРАГ 152	0,94	0,93	1,10	1,07	0,93	0,89	0,62	0,53
37.	Консул	1,10	0,94	1,01	1,00	0,98	1,25	0,24	0,31
38.	Виктор (st.)	1,04	1,06	1,05	1,00	1,04	1,07	0,38	0,49
39.	Легион	1,18	0,96	0,97	1,01	0,93	1,21	1,07	1,34
40.	Квазар	0,65	1,05	1,10	1,01	1,04	1,12	0,66	0,58
41.	Вокализ	1,30	1,00	0,97	0,99	1,04	1,21	0,78	1,23
42.	ПРАГ 531 х ПРАГ 473	0,82	1,24	1,22	0,89	0,88	1,12	2,43	2,64
43.	Timbo	0,99	0,93	0,97	0,88	0,93	0,98	2,20	1,58
44.	Triskell	0,90	1,00	1,01	0,98	1,04	0,98	1,32	1,20
45.	Доктрина 110	1,13	1,05	1,05	0,99	1,09	1,03	0,97	1,34

**Вывод.** Индексная оценка позволила выделить выдающиеся образцы, не противореча данным статистической обработки. Анализ данных путем сопоставления статистических характеристик отдельных образцов по отдельным признакам является значительно более

трудоемким в сравнении с индексной оценкой. Это дает основание рекомендовать ее для практического использования при оценке большого количества селекционных образцов по комплексу признаков в любых селекционных питомниках.

### Список использованных источников

1. Орлова Н.С., Каневская И.Ю. Характеристика линий озимой тритикале, полученных от внутривидовых скрещиваний по ряду хозяйственно значимым показателям // Интродукция нетрадиционных и редких растений: материалы 9-ой Международной научно-методической конференции 21-25 июня. – Мичуринск, 2010. – 123 с.
2. Соловьев А.А. Изучение формообразовательного процесса при скрещивании некоторых форм тритикале: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2000. – 16 с.
3. Худенко М.А. Сравнительная характеристика образцов яровой тритикале коллекции ВИР в условиях Красноярской лесостепи: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 2014. – 16 с.
4. Рубец В.С., Игонин В.Н., Пыльнев В.В. Селекция озимой тритикале в РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева: история, особенности, достижения // Известия ТСХА. – 2014. – Вып. 1. – С.115–124.
5. Озимая и яровая тритикале в Российской Федерации: коллективная монография / Под редакцией А.М. Медведева. – Москва-Немчиновка: МосНИИСХ «Немчиновка», 2017. – 284 с.
6. Частная селекция полевых культур: Учебник / В.В. Пыльнев, Ю.Б. Коновалов, Т.И. Хуцапария и др.; Под ред. В. В. Пыльнева. – СПб.: Изд-во «Лань», 2016. – 544 с.
7. Лукьяненко П.П. Методы и результаты селекции озимой пшеницы. Избранные труды. – М.: Колос, 1973. – 448 с.
8. Ковтуненко В.Я., Панченко В.В., Калмыш А.П. Селекция и достижения по тритикале в НЦЗ им. П. П. Лукьяненко // Наследие академика Н. В. Цицина. Современное состояние и перспективы развития: Сб. статей Всеросс.научн. конф. с межд. участием, посвященной 120-летию Н. В. Цицина. – М.: ГИС РАН, 2019. – 57 с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть / Под общей ред. М. А. Федина. – М., 1985. – 269 с.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Смиряев А.В., Кильчевский А.В. Генетика популяций и количественных признаков. – М.: КолосС, 2007. – 272 с.
12. Михельман В.А., Кадиков Р.К., Мельников А.В. Совершенствование методов селекции ярового ячменя в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Известия ТСХА. - 2018. - № 6. - С. 26-47.

### List of sources used

1. Orlova N.S., Kanevskaya I.Yu. Characterization of winter triticale lines obtained from intraspecific crosses for a number of economically significant indicators // Introduction of non-traditional and rare plants: materials of the 9th International Scientific and Methodological Conference on June 21-25. - Michurinsk, 2010. - 123 p.
2. Soloviev A.A. The study of the morphogenetic process when crossing some forms of triticale: abstract. dis. ... cand. biol. sciences. - M., 2000. - 16 p.
3. Khudenko M.A. Comparative characteristics of spring triticale samples of the VIR collection in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe: author. diss. ... cand. S.-kh. sciences. - Krasnoyarsk, 2014. - 16 p.
4. Rubets V.S., Igonin V.N., Pylnev V.V. Selection of winter triticale at the Konstantin A. Timiryazev RGAU-Moscow Agricultural Academy: history, features, achievements // Izvestiya TSHA. - 2014. - Issue. 1. - P.115–124.
5. Winter and spring triticale in the Russian Federation: collective monograph / Edited by A.M. Medvedev. - Moscow-Nemchinovka: MosNIISH "Nemchinovka", 2017. - 284 p.

6. Private selection of field crops: Textbook / V.V. Pylnev, Yu.B. Konovalov, T.I. Khupatsaria and others; Ed. V.V. Pylneva. - St. Petersburg: Publishing House "Doe", 2016. - 544 p.

7. Lukyanenko P.P. Methods and results of winter wheat breeding. Selected Works. - M.: Kolos, 1973. - 448 p.

8. Kovtunenکو V.Ya., Panchenko V.V., Kalmysh A.P. Selection and achievements of triticale in the NCH them. P.P. Lukyanenko // Heritage of Academician N.V. Tsitsin. Current status and development prospects: Sat. Articles of All-Russian Scientific conf. with int. participation dedicated to the 120th anniversary of N.V. Tsitsin. - M.: GBS RAS, 2019. - 57 p.

9. Methodology of state variety testing of crops. First release. General Part / Under the General Ed. M.A. Fedina. - M., 1985. - 269 p.

10. Armor, B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). - 5th ed., Ext. and reslave. - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 p.

11. Smiryayev A.V., Kilchevsky A.V. Genetics of populations and quantitative traits. - M.: KolosS, 2007. - 272 p.

12. Mikhkelman V.A., Kadikov R.K., Melnikov A.V. Improving methods for the selection of spring barley in the Russian State Autonomous Agricultural University named after K.A. Timiryazev // Proceedings of the TSHA. - 2018. - No. 6. - P. 26-47.

УДК 632.952:633.16

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ ФУНГИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ЯЧМЕНЯ

ДОЛГОПОЛОВА Н.В.,

профессор кафедры экологии, садоводства и защиты растений ФГБОУ ВО Курская ГСХА.

КОНДРАТОВА Е.Ю.,

аспирант, ФГБОУ ВО Курская ГСХА.

**Реферат.** В статье исследованы действия фунгицидов на посевах ячменя в период распространения гельминтоспориоза. В работе представлены результаты проведенных исследований, конкретизированы в проделанных опытах. В Курской области яровой ячмень занимает второе место после озимой пшеницы, и за последние пятьдесят лет ежегодные площади его посева составляли 280-390 тыс. га с валовым производством зерна 500-800 тыс. т в год [1]. Однако известно немало случаев массового развития различных заболеваний сельскохозяйственных растений. В результате развития болезней потери урожая часто составляют 30-50 % и даже больше. Поэтому необходимо всестороннее изучение биологии, экологии и основных групп возбудителей болезней. Данная работа содержит результаты исследований применения комплекса фунгицидов на посевах ячменя. Полученные результаты свидетельствуют о прямой зависимости между пораженностью растений ячменя гельминтоспориозом и применением фунгицидов. Учеты проявления сетчатой пятнистости показывают, что в вариантах с применением фунгицидов проявилось защитно-сдерживающее развитие болезни. По результатам проведенной работы, были представлены выводы, подтверждающие необходимость использования средств химизации в сельскохозяйственном производстве.

**Ключевые слова:** ячмень, болезни растений, чередование культур, урожайность.

### EFFECTIVENESS OF ACTION OF FUNGICIDES IN BARLEY SEEDS

DOLGOPOLOVA N.V.,

Professor, Department of Ecology, Horticulture and Plant Protection, FSBEI HE Kursk State Agricultural Academy.

KONDRATOVA E.Yu.,

graduate student, FSBEI HE Kursk State Agricultural Academy.

**Essay.** The article investigated the action of fungicides on barley crops during the spread of helminthosporiosis. The work presents the results of the research, concretized in the experiments. In the Kursk region, spring barley takes the second place after winter wheat, and over the past fifty years, its annual sowing area has been 280-390 thousand ha with a gross grain production of 500-800 thousand tons per year [1]. However, there are many cases of mass development of various diseases of agricultural plants. As a result of the development of diseases, crop losses often amount to 30-50% or even more. Therefore, a comprehensive study of biology, ecology and the main groups of pathogens is necessary. This work contains the results of studies on the use of a complex of fungicides in barley crops. The results obtained indicate a direct relationship between the damage of barley plants to helminthosporiosis and the use of fungicides. Accounting for the manifestation of net spotting shows that in the variants with the use of fungicides a protective-inhibiting development of the disease was manifested. According to the results of the work, conclusions were presented confirming the need for the use of chemicals in agricultural production.

**Keywords:** barley, plant diseases, crop rotation, productivity.

**Цель исследований** заключалась в определении эффективности фунгицидов «Дивидент Стар» и «Альто Супер» в борьбе с гельминтоспориозом на посевах ячменя.

В задачи исследований входило: определение влияния препаратов на пораженность ячменя гельминтоспориозом по этапам вегетации

(всходы, кущение, выход в трубку, цветение, налив зерна).

**Материал и методика исследования:** наблюдения проводились в 2014-2017 гг. по проблеме гельминтоспориоза в посевах ячменя на серых лесных почвах на полях в ООО **Курск «АгроАктив»**. Предшественники ячменя в севообороте – зернобобовые и пропашные куль-

туры. Для фуражного ячменя больше подходят предшественники, оставляющие после себя достаточно много азота в почве – бобовые, пропашные. Для продовольственного и пивоваренного ячменя используют те предшественники, которые обеспечивают высокую урожайность его без увеличения белковости зерна – кукуруза на силос и на зерно, подсолнечник, сахарная свекла, гречиха, просо, а также озимые хлеба, посеянные по пару [2].

**Объектом исследования** был яровой ячмень сорта Суздалец первой репродукции. Общие характеристики сорта: среднеспелый, вегетационный период 74-94 дня. Устойчивость к полеганию средняя. По засухоустойчивости несколько уступает стандартам.

Опыт состоял из 3-х вариантов: 1-й контроль – семена без применений фунгицидов; 2-й – семена протравленные Дивидендом Стар – 0,5 л/т с увлажнением; 3-й – семена протравленные Дивидендом Стар – 0,5 л/т + опрыскивание растений ячменя в фазу конец кущения Альто Супер 0,5 л/га, при расходе рабочей жидкости 200 л/га [8-11].

Расположение делянок - последовательное. Площадь делянки 22 м<sup>2</sup> Посев семян ячменя на делянки проводили в III декаде апреля стерневой селялкой СЗТ-3,6 на глубину 4 см с нормой высева 5 млн. всхожих семян на 1 га. Агротехника возделывания ячменя общепринятая для зерновых в ЦЧЗ. Перед закладкой полевого опыта был проведен биологический фитопатологический анализ на грибную и бактериальную инфекции семян ячменя предназначенных для посева. Анализ проводился с 31 марта по 8 апреля 2017 г. в лаборатории севооборотов и защиты растений ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии. Для определения поверхностной и внутренней инфекции ячменя, применяли 2 % картофельно-глюкозную питательную среду, по методикам Н.А. Наумовой; Д.Д. Букреева (2010) [3,4]. В период вегетации провели определение и уточнение органотропности, диагностические признаки проявления гельминтоспориоза, применив методики М.К. Хохрякова, (1964); В. Лахера (1978); Т. Шлегеля (1987). Распространение гельминтоспориоза в период вегетации ячменя определяли по формуле:

$$P = \frac{a \cdot 100}{N},$$

где P – число больных растений, %;  
a – число больных растений, шт.;  
N – общее число растений, шт.

Развитие гельминтоспориозной пятнистости отражает усредненную степень поражения одного растения на определенной территории. Для этого

вычисляли средние арифметические показатели степени развития гельминтоспориоза по формуле:

$$R = \frac{E \cdot ab}{NK} \cdot 100,$$

где R – развитие болезни, %;

E · ab – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b);

N – число растений ячменя, (здоровых и больных);

K – высший балл шкалы учета.

Для определения развития гельминтоспориоза пользовались следующей шкалой оценки в баллах, по методике А.Е. Чумакова (1972):

0 – отсутствие поражения;

1 – поражено до 10 % поверхности отдельных органов;

3 – поражено от 26 до 50 % поверхности отдельных органов;

4 – поражено свыше 50 % поверхности отдельных органов.

Биологическую эффективность определяли по формуле:

$$B_3 = \frac{(P_k - P_0)}{P_k} \times 100,$$

где B<sub>3</sub> – биологическая эффективность, %;

P<sub>0</sub> – степень поражения на опытном участке, %;

P<sub>k</sub> – степень поражения растений в стандарте, %.

**Результаты исследования.** Из анализа полученных лабораторных исследований видно, что при поверхностной инфекции выделялись грибы рода: гельминтоспориоза – 19 %, фузариоза – 15 %, черного зародыша – 6 %, альтернариоза – 5 % и бактериоза – 4 % (рисунок 1). При внутренней инфекции выделялись грибы рода: гельминтоспориоз – 40 %, фузариум – 11 %, черный зародыш – 4 % и бактериоз – 2 % (рисунок 2).

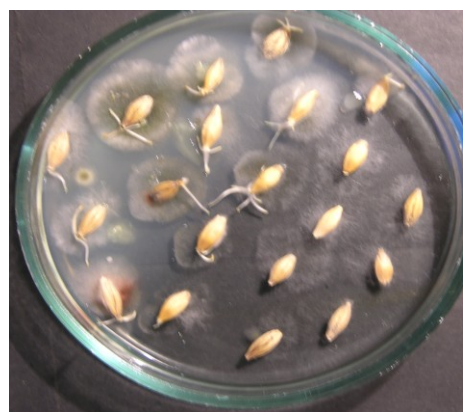


Рисунок 1 – Поверхностная инфекция (Оригинальное фото. Долгополова Н.В., 2016 г.)

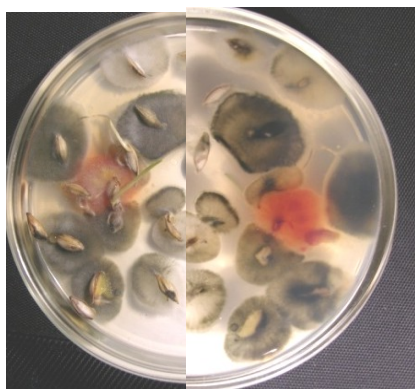


Рисунок 2 – Внутренняя инфекция (Оригинальное фото. Долгополова Н.В., 2016 г.)

Наблюдая за прохождением основных фаз и развития растений ячменя в период вегетации на полях, с учетом вариантов опыта, явных различий в прохождении не наблюдалось.

Первые единичные признаки проявления гельминтоспориозной пятнистости были отмечены в фазу полных всходов в виде мелких коричневых пятен на листовой пластинке. Анализ диагностических признаков на пораженных органах растений ячменя показал, что сетчатая пятнистость была вызвана возбудителем *Drechslerateres Ito*, которая на взрослых листьях образует продольные коричневые пятна с бледно-желтым ободком, покрытые продольными и поперечными полосами, на

которых формируется серо-черное спороношение, состоящий из конидиального спороношения.

На поражённых колосковых чешуйках болезнь проявляется в виде бурых тканей, а зародышевая часть семени чернеет. Этот тип поражения семян называется черным зародышем, который при прорастании семян вызывает корневую гниль (рисунок 3). Во время вегетации ячменя, он может проявляться в виде пожелтения, белоколосности или выппада растений. Влияние фунгицидов на пораженность ячменя гельминтоспориозом представлено в таблице 1, где результаты исследований представлены в среднем за 2016 г. и проведенные на полях ООО «АгроАктив» п. Камыши Курской области Курского района.

Учеты проявления сетчатой пятнистости показывают, что в вариантах с применением фунгицидов проявилось защитно-сдерживающее развитие болезни. К концу вегетации пораженность в вариантах, где проводилось лишь одно протравливание и протравливание с однократным опрыскиванием в период вегетации, в 1,5 раза была, соответственно, ниже. Защитное действие препаратов снизило полегание растений в 1,6 раза по отношению к контролю, в котором фунгициды не применяли.

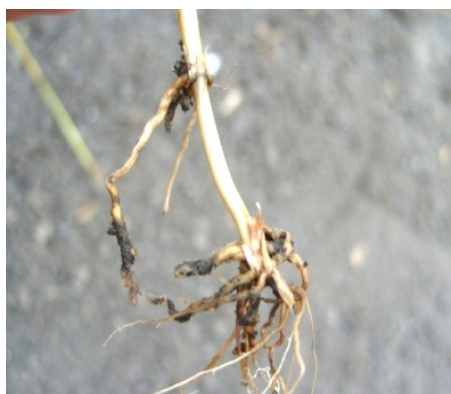


Рисунок 3 – Корневая гниль ячменя, возбудитель *Drechslerateres Ito* (Оригинальное фото. Долгополова Н.В., 2016 г.).

Таблица 1 – Влияние фунгицидов на пораженность ячменя гельминтоспориозом

Вариант	Поражённость по фазам развития ячменя (%)				Полегание растений в фазу полной спелости, балл
	всходы-кущение	выход в трубку	цветение	налив зерна	
Контроль	2,3	3,7	20,3	44,6	4
Дивиденд Стар	1,6	2,5	11,2	29,3	3
Дивиденд Стар + Альто Супер		2,2	10,8	28,1	2

## ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Таблица 2 - Проявления защитного действия фунгицидов от гельминтоспориоза на элементы структуры урожая ячменя (молочно-восковая спелость (2016 г.)

Наименование показателя	Вариант		
	контроль	Дивиденд Стар	Дивиденд Стар +Альто Супер
Пораженность, %	42,1	25,3	19,8
Количество отмерших побегов, %	3,9	1,6	1,2
Высота растений, см	38,6	40,0	43,1
Длина колоса, см	6,2	7,1	7,5
Количество продуктивных стеблей, шт.	48,2	52,2	52,4
Вес зерен с 1 колоса, г	0,65	0,72	0,78
Масса 1000 зерен, г	37,3	39,6	42,8

Таблица 3 – Влияние фунгицидов на пораженность ячменя гельминтоспориозом и урожайность зерна (2016 г.)

Вариант	Поражен-ность, %	За 2 недели до уборки			Хозяйствен-ная эффек-тивность	Кoeffици-ент размно-жения
		урожай зерна, ц/га	разности к контролю			
			± ц/га	%		
Контроль	44,6	39,3	0,0	0,0	0,0	13,9
Дивиденд стар	29,3	45,2	5,9	12,0	16,8	16,7
Дивиденд Стар+Альто супер	28,1	47,4	8,1	12,8	21,6	17,8
Sx, %			0,77			
НСР <sub>0,5</sub> ц/га			2,1			

В вариантах с применением протравливания семян Дивидендом Стар и опрыскиванием растений ячменя Альто Супер повысили элементы структуры урожая. Так, количество отмерших побегов сохранилось в 2,5 раза, количество продуктивных стеблей увеличилось на 4,1 штук, вес зёрен с 1 колоса увеличился с 7 до 13 г, масса 1000 зёрен была выше на 4 г, по сравнению с контролем (таблица 2).

Данные таблице 2 подтверждают, что все структурные элементы урожая в контрольном варианте, без применения фунгицидов, значительно уступали варианту с фунгицидом Дивиденд Стар + Альто Супер. Полученные результаты указывают на прямую зависимость между пораженностью растений ячменя гельминтоспориозом и резким ухудшением биометрических показателей, что проявилось на количественном показателе урожая зерна. Это объясняется тем, что вегетативные органы, в основном листья, увеличивают транспирацию пораженного листового аппарата и резко снижают ассимиляционную активность ткани листового аппарата [5, 6, 7].

Поэтому, анализируя данные таблицы 2 можно сделать заключение – необходимо использовать комплексную систему борьбы с заболеваниями зерновых культурных расте-

ний. Полученный урожай зерна ячменя, показывает его варьирование по вариантам (таблица 3).

Прибавка урожая в вариантах Дивиденд Стар, Дивиденд Стар + Альто Супер была существенной от 5,9 до 8,1 ц/га, соответственно, по отношению к контролю (НСР<sub>0,5</sub>=2,1ц/га). Урожайность вариантов с фунгицидами указывает на целесообразность применения – протравливания семян Дивидендом Стар + опрыскивание Альто Супер в фазу конца кущения, что совпадает с развитием сетчатой пятнистости (таблица 3).

**Вывод.** В условиях Курской области недобор урожая ярового ячменя все же ощущается и причиной его гельминтоспориоз, проявляющийся в виде корневой гнили и пятнистости листьев. Основным признаком проявления болезни являются метеорологические показатели вегетационного года, действия химических препаратов. Выявлено ингибирующее действие протравливания семян Дивиденд Стар + опрыскивание растений в период вегетации Альто Супер. Применение комплекса фунгицидов экономически выгодно. Прибавка урожая в сравнении с контролем в варианте с Дивиденд Стар + Альто Супер, соответственно, составила – 7 ц/га и 16,6 ц/га. При приме-

нении фунгицидов для протравливания семян и опрыскивания в период вегетации растений строго соблюдать сроки их применения, норму расхода, с учетом порога вредоносности.

### Список использованных источников

1. Айдиев А.Я. Технологические аспекты возделывания пивоваренного ячменя // Вестник РАСХН. – 2005. – № 1. – С. 46-48.
2. Долгополова Н.В. К вопросу о проблеме агроэкологии в агроландшафте и в биосфере // Региональный вестник. - 2018. – № 10. - С. 2.
3. Федотов В.А. Растениеводство Центрально – Черноземного региона. – Воронеж, 1998. – 464 с.
4. Шкалик В.А., Белошапкин О.О., Букреев Д.Д. Защита растений от болезней. – М.: Колос, 2003. – 255 с.
5. Наумова Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекции. - М., 1989. - 369 с.
6. Долгополова Н.В., Широких Е.В. Влияние местоположения и эродированности угодий на запасы компонентов органического вещества чернозема выщелоченного // Региональный вестник. – 2016. – № 1. - С. 22-25.
7. Алехин В.Т., Наволоцкий В.Д., Соколова Е.А. Система защиты посевов ярового ячменя от вредных организмов в условиях Центрально – Черноземного района. – М., 2002. – 16 с.
8. Anderson W. The effect of *Bipolaris sorokiniana* on yield, kernel weight and kernel discoloration in six – row spring barley // Plant Dis. Rep. 1976. – № 60. – P.754 – 755.
9. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., 2016.
10. Гринев А.М., Пигорев И.Я. Основы технологии получения экологически безопасной продукции: учебное пособие. - Курск, 2009. - 140 с.
11. Пигорев И.Я. Аграрная наука в реальном секторе экономики АПК Курской области и предстоящие задачи // Сб.: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве: материалы Международной научно-практической конференции. - Курск: Изд-во Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. - 2015. - С. 3-7.

### List of sources used

1. Aidiev A.Ya. Technological aspects of the cultivation of malting barley // Bulletin of RAAS. - 2005. - No. 1. - S. 46-48.
2. Dolgopolova N.V. To the question of the problem of agroecology in the agrolandscape and in the biosphere // Regional Bulletin. - 2018. - No. 10. - S. 2.
3. Fedotov V.A. Crop production of the Central Black Earth region. - Voronezh, 1998.- 464 p.
4. Shkalikov V.A., Beloshapkin O.O., Bukreev D.D. Plant protection from disease. - M.: Kolos, 2003.- 255 p.
5. Naumova N.A. Seed analysis for fungal and bacterial infections. - M., 1989. - 369 p.
6. Dolgopolova N.V., Shirokikh E.V. The influence of the location and eroded lands on the stocks of the components of the organic matter leached chernozem // Regional Bulletin. 2015. - No. 1. - S. 22-25.
7. Alekhin V.T., Navolotsky V.D., Sokolova E.A. The system of protection of spring barley crops from harmful organisms in the conditions of the Central Chernozem region. - M., 2002. - 16 p.
8. Anderson W. The effect of *Bipolaris sorokiniana* on yield, kernel weight and kernel discoloration in six - row spring barley // Plant Dis. Rep. 1976. - No. 60. - P.754 - 755.
9. List of pesticides and agrochemicals approved for use in the Russian Federation. - M., 2016.
10. Grinev A.M., Pigorev I.Y. Basics of Technology for environmentally safe Products: Educational Book. - Kursk, 2009. - 140 p.
11. Pigorev I.Y. Agrarian science in the real sector of the economy of the agro-industrial complex of the Kursk region and the challenges ahead // Collection: Actual problems and innovative activity in agro-industrial production: materials of the International Scientific and Practical Conference. - Kursk: Publishing house of the Kursk State Agricultural Academy, 2015. - P. 3-7.

УДК 619:615.015.38/615.276

**ИЗУЧЕНИЕ КУМУЛЯТИВНЫХ СВОЙСТВ  
АНТИОКСИДАНТНОГО ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ПРЕПАРАТА  
ДЛЯ ЖИВОТНЫХ\***

КИРЕЕВ И.В.,

кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры терапии и фармакологии,  
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», тел.: (8652) 28-67-38,  
kireev-iv@mail.ru.

ОРОБЕЦ В.А.,

доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой терапии и фармакологии,  
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», тел.: (8652) 28-67-38,  
orobets@yandex.ru.

МОТОРНАЯ Д.П.,

студент, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»,  
dasha\_mot@mail.ru.

**Реферат.** В статье представлены результаты изучения кумулятивных свойств нового антиоксидантного противовоспалительного препарата для животных, который разработан в Ставропольском ГАУ и представляет собой раствор, содержащий флуниксина меглумин, этилметилгидроксипиридина сукцинат и аскорбиновую кислоту. В эксперименте использовали 20 нелинейных белых лабораторных крыс, разделенных на две группы. В первой группе вводили внутривенно испытуемый препарат из расчета в первые четверо суток 1/10 от LD<sub>50</sub> определенной при изучении острой токсичности (104,2 мг/кг), в последующие четверо суток – 0,15 от LD<sub>50</sub> (156,4 мг/кг), далее – на протяжении семи суток 0,3 от LD<sub>50</sub> (312,7 мг/кг) и 0,5 от LD<sub>50</sub> (521,2 мг/кг) до наступления гибели 50% лабораторных животных. Во второй группе крысам на протяжении опыта аналогично вводили соответствующие объемы воды для инъекций. Половина от общего количества лабораторных крыс в первой группе погибла по истечении 17 суток, исходя из чего суммарное значение доз, введенных одному животному, рассчитывали за данный период. При этом у выживших крыс из опытной группы наблюдались клинические признаки отравления. Достоверных различий в живой массе лабораторных животных не отмечено по ходу эксперимента и по его окончании зафиксирован средний прирост в первой группе 13,2 г, а во второй группе – 16,6 г. Расчетным методом установили, что коэффициент кумуляции для антиоксидантного противовоспалительного препарата для животных равен 4,3. Таким образом, данный препарат относится к 3 группе по классификации веществ по степени кумуляции – к веществам, обладающим умеренной кумуляцией.

**Ключевые слова:** воспаление, коэффициент кумуляции, крысы, свободные радикалы, антиоксиданты, противовоспалительный препарат, токсичность.

**STUDY OF THE CUMULATIVE PROPERTIES OF ANTIOXIDANT  
ANTI-INFLAMMATORY PREPARATION FOR ANIMALS**

KIREEV I.V.,

candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Stavropol State Agrarian University, (8652) 28-67-38, kireev-iv@mail.ru.

OROBETS V.A.,

doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of Department, Stavropol State Agrarian University, (8652) 28-67-38, orobets@yandex.ru.

---

\* Исследования выполнены при поддержке финансирования в рамках реализации гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук МК-2479.2018.11.

MOTORNAYA D.P.,

student, Stavropol State Agrarian University, [dasha\\_mot@mail.ru](mailto:dasha_mot@mail.ru).

**Essay.** The article presents the results of a study of the cumulative properties of a new antioxidant anti-inflammatory drug for animals, which was developed in the Stavropol State Agrarian University and is a solution containing flunixin meglumine, ethylmethylhydroxypyridine succinate and ascorbic acid. In the experiment, 20 nonlinear white laboratory rats were used, divided into two groups. In the first group, the test drug was researched into the stomach based on the first four days 1/10 of the LD<sub>50</sub> determined in the study of acute toxicity (104,2 mg/kg), in the next four days – 0,15 of the LD<sub>50</sub> (156,4 mg/kg) then for seven days, 0,3 from LD<sub>50</sub> (312,7 mg/kg) and 0,5 from LD<sub>50</sub> (521,2 mg/kg) until the death of 50% of laboratory animals. In the second group of rats the corresponding volumes of water for injection were similarly administered throughout the experiment. Half of the total number of laboratory rats in the first group died after 17 days, based on which the total value of the doses administered to one animal was calculated for this period. In this case, the surviving rats from the experimental group showed clinical signs of poisoning. Significant differences in the live weight of laboratory animals were not observed during the experiment and upon its completion an average increase of 13,2 g was recorded in the first group and 16,6 g in the second group. It was established by calculation method that the cumulation coefficient for the antioxidant anti-inflammatory drug for animals equal to 4,3. Thus, this drug belongs to group 3 according to the classification of substances according to the degree of cumulation - to substances with moderate cumulation.

**Keywords:** inflammation, cumulation coefficient, rats, free radicals, antioxidants, anti-inflammatory drug, toxicity.

**Введение.** Многие заболевания сельскохозяйственных животных, наносящие колоссальный экономический ущерб животноводству, протекают на фоне развития воспалительной реакции. Воспалительный процесс, при его бесконтрольном со стороны ветеринарных специалистов течении, зачастую имеет склонность к осложнениям и развитию сопутствующей патологии, что значительно сокращает возможности и экономическую целесообразность дальнейшей продуктивной эксплуатации животного. Болезни, имеющие в своем патогенезе воспалительный процесс, являются одной из наиболее распространенных причин гибели, вынужденного убоя и выбраковки сельскохозяйственных животных, а также негативно отражаются на качестве продукции животного происхождения [1, 2].

Накоплено достаточно сведений о том, что в воспалительном процессе непосредственное участие принимают свободные радикалы [3, 4]. Имеются данные о том, что чрезмерное образование и накопление в организме активных форм кислорода может выступать в качестве одного из этиологических факторов в возникновении воспаления [5, 6]. Также известно, что эти продукты редокс-метаболизма активно продуцируются в очаге воспаления усугубляя и осложняя его течение [7, 8]. В современной ветеринарии данный фактор целесообразно учитывать при планировании и осуществле-

нии мероприятий, связанных с профилактикой и лечением воспалительных заболеваний у сельскохозяйственных животных [9, 10]. Следовательно, разработка схем лечебно-профилактических мероприятий по борьбе с воспалительными патологиями, воздействующих на все звенья патогенеза воспалительного процесса, и противовоспалительных препаратов, включающих антирадикальные и антиоксидантные компоненты, является актуальной задачей науки.

Доклинические испытания новых лекарственных средств для ветеринарного применения – неотъемлемая часть комплекса исследований по фармако-токсикологической оценке перспективных препаратов, а изучение кумулятивных свойств действующего вещества обязательный ее этап, направленный на прогнозирование отдаленных последствий для организма животного в процессе их использования [11, 12].

Исходя из этого, целью данной работы явилось определение коэффициента кумуляции нового антиоксидантного противовоспалительного препарата для животных.

**Материал и методика исследования.** Эксперимент по ускоренному определению кумулятивного эффекта антиоксидантного противовоспалительного препарата для животных проводили в условиях вивария факультета ветеринарной медицины Ставро-

польского ГАУ на белых лабораторных нелинейных крысах массой тела  $192,4 \pm 14,7$  грамм, разделенных на две группы, по десять животных в каждой. Антиоксидантный противовоспалительный препарат разработан на кафедре терапии и фармакологии и представляет собой раствор для инъекций, включающий в качестве основных действующих веществ флуниксина меглумин, этилметилгидроксипиридина сукцинат и аскорбиновую кислоту [13]. Крысам из первой группы вводили препарат в виде водного раствора по нижеприведенной схеме внутривенно с использованием желудочного зонда. Во второй группе по такой же схеме и таким же способом вводили соответствующий объем воды для инъекций, и они служили контролем. Эксперимент, согласно методике [14], проводился в четыре этапа с изменением вводимой дозы по действующему веществу препарата в первой группе на каждом из них. Коэффициент кумуляции антиоксидантного препарата для животных рассчитывали по следующей формуле:

$$K = \frac{LD_{50}^x}{LD_{50}^a},$$

где  $K$  – коэффициент кумуляции;

$LD_{50}^x$  – летальная средняя доза при многократном введении;

$LD_{50}^a$  – средняя летальная доза при однократном введении.

**Результаты исследования.** В соответствии с методикой проведения эксперимента на первом этапе в течение четырех суток однократно вводили  $1/10$  от  $LD_{50}$  определенной при изучении острой токсичности антиоксидантного противовоспалительного препарата для животных для крыс. Рассчитанная доза составляла  $104,2$  мг/кг по действующему веществу. Поэтому лабораторным крысам из первой группы вводили по  $20,0$  мг субстанции препарата растворенной в  $2$  мл воды для инъекций. Животным из второй группы вводили по  $2$  мл воды для инъекций. За всеми подопытными крысами установили наблюдение, при котором на данном этапе изменений в состоянии и поведении установлено не было.

На пятые сутки по условиям эксперимента был произведен перерасчет дозировки. На втором этапе вводили дозу равную  $0,15$  от  $LD_{50}$  определенной при изучении острой токсичности. С учетом этих изменений, доза, вводимая крысам из первой группы, составляла  $156,4$  мг/кг, или  $30,1$  мг на одно животное. Крысам из второй группы вводили соответствующий объем воды для инъекций. При на-

блюдении изменений клинического состояния лабораторных животных не отмечали.

Через восемь дней эксперимента произведен очередной плановый перерасчет дозировки действующего вещества антиоксидантного противовоспалительного препарата для животных. В соответствии с используемой методикой, на третьем этапе применяли дозу равную  $0,3$  от  $LD_{50}$ , что составляло в числовом значении  $312,7$  мг/кг по действующему веществу. Исходя из этого, крысам из первой группы вводили по  $60,1$  мг препарата растворенного в  $2$  мл воды для инъекций. Крысам из второй группы вводили по  $2$  мл воды для инъекций. При наблюдении изменений клинического состояния лабораторных животных не отмечали.

По истечении пятнадцати суток произвели окончательный перерасчет дозировки препарата, на данном этапе доза препарата была равна  $0,5$  от  $LD_{50}$  для данного вида животных. В итоге доза антиоксидантного противовоспалительного препарата для животных, вводимая на четвертом этапе лабораторным крысам из первой группы, составляла  $521,2$  мг/кг по действующему веществу. Им вводили по  $100,3$  мг препарата растворенного в  $2$  мл воды для инъекций. Крысам из второй группы вводили по  $2$  мл воды для инъекций. В первые сутки четвертого этапа у животных из первой группы наблюдалось снижение двигательной активности и притупление реакции на внешние раздражители. По условиям используемой методики эксперимент должен проводиться тридцать суток, или до гибели более чем половины животных. На первые сутки погибло два лабораторных животных, а на вторые сутки – еще одна крыса, а на третьи сутки – две крысы, состояние остальных было угнетенным, и сохранялось таковым в среднем на протяжении двух суток. Все оставшиеся животные остались живы. Исходя из требований методических рекомендаций, в расчет принимали суммарное значение доз введенных одному лабораторному животному из первой группы за семнадцать суток. За время проведения опыта по определению коэффициента кумуляции антиоксидантного противовоспалительного препарата для животных масса тела лабораторных крыс из первой группы увеличилась на  $13,2$  грамм, а животных из второй группы – на  $16,6$  грамм. Достоверных различий в показателях при этом по ходу эксперимента зафиксировано не было (таблица 1).

## ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ И ТЕРАПИЯ ЖИВОТНЫХ, ПАТОЛОГИЯ, ОНКОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Таблица 1 – Динамика изменения живой массы крыс, (n=10)

Группа	Живая масса, г				
	До начала опыта	Через 5 дней	Через 10 дней	Через 15 дней	Через 17 дней
Опыт	190,1±13,8	197,9±15,1	199,0±11,7	200,1±15,8	203,3±16,2
Контроль	195,9±11,4	198,4±12,9	201,6±14,2	208,4±13,5	212,5±14,9

$$LD_{50}^x = 104,2 \times 4 + 156,4 \times 4 + 312,7 \times 6 + 521,2 \times 3 = 4482,2 \text{ мг/кг}$$

$$K = \frac{4482,2}{1042,5} = 4,3$$

**Выводы.** Исходя из полученных результатов проведенного опыта по ускоренному определению коэффициента кумуляции, антиок-

сидантный противовоспалительный препарат для животных можно отнести по степени кумуляции к 3 группе по классификации веществ по степени кумуляции (по Л.Н. Медведю, 1964), то есть к веществам, обладающим умеренной кумуляцией.

### Список использованных источников

1. Хирургическая патология у коров и её влияние на качество молока / В.А. Толкачев, С.М. Коломийцев, Д.Н. Болдырев, А.С. Полянский // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 9. – С. 140-144.
2. Патогенетическая терапия гнойно-некротических поражений конечностей у крупного рогатого скота / Ф.Н. Чеходарида, Ч.Р. Персаев, М.С. Гугкаева, А.В. Коротков // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 49. – №3. – С. 216-226.
3. Antioxidant therapy: a new pharmacological approach in shock, inflammation, and ischemia/reperfusion injury / S. Cuzzocrea, D.P. Riley, A.P. Caputi, D. Salvemini // Pharmacological reviews. – 2001. – Vol. 53 (1). – P. 135-159.
4. Vitetta L. A., Linnane W. Endocellular regulation by free radicals and hydrogen peroxide: key determinants of the inflammatory response // Inflammopharmacology. – 2014. – Vol. 22 (2). – P. 69-72.
5. Conner E.M., Grisham M.B. Inflammation, free radicals, and antioxidants // Nutrition. – 1996. – Vol. 12 (4). – P. 274-277.
6. Hadjigogos K. The role of free radicals in the pathogenesis of rheumatoid arthritis // Panminerva medica. – 2003. – Vol. 45 (1). – P. 7-13.
7. Bala A. Oxidative stress in inflammatory cells of patient with rheumatoid arthritis: clinical efficacy of dietary antioxidants / A. Bala, C. Mondal, P.K. Haldar, B. Khandelwal // Inflammopharmacology. – 2017. – Vol. 25 (6). – P. 595-607.
8. Free radicals in inflammation: second messengers and mediators of tissue destruction / V.R. Winrow, P.G. Winyard, C.J. Morris, D.R. Blake // British medical bulletin. – 1993. – Vol. 49 (3). – P. 506-522.
9. Показатели эндогенной интоксикации и оксида азота при воспалительных процессах в репродуктивных органах свиноматок / Ю.Н. Бригадиров, В.Н. Коцарев, И.Т. Шапошников и др. // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2018. – №7. – С. 6-11.
10. Патогенетическое значение окислительного стресса в проявлении патологии беременности и послеродовых метра-овариопатий у молочных коров / А.Г. Нежданов, В.А. Сафонов, И.Ю. Венцова, К.А. Лободин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – №4 (51). – С. 61-68.
11. Киреев И.В., Оробец В.А. Изучение параметров острой токсичности нового антиоксидантного препарата для животных // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2017. – №2. – С. 69-72.
12. Шантыз А.Х., Дельцов А.А. Оценка острой токсичности препарата Гидропептон-плюс // В кн.: Актуальные проблемы современной ветеринарной науки и практики: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Краснодарского научно-исследовательского ветеринарного института. – 2016. – С. 137-140.
13. Пат. 2686462 Российская Федерация, МПК А61К 31/44, А61К 9/08, А61К 45/06, А61Р 29/00, А61Р 39/06. Антиоксидантный противовоспалительный препарат для животных / И.В.

## ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ И ТЕРАПИЯ ЖИВОТНЫХ, ПАТОЛОГИЯ, ОНКОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

---

Киреев, В.А. Оробец, Т.С. Денисенко, Д.А. Зинченко; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Ставропольский ГАУ. №2018112611/18; заявл. 06.04.2018; опубл. 26.04.2019, Бюл. № 12.

14. Самохин В. Т. Методические указания по токсикологической оценке новых препаратов для лечения и профилактики незаразных болезней животных // Воронеж, ВНИИНБЖ, 1987. – 13 с.

### List of sources used

1. Surgical pathology in cows and its effect on milk quality / V.A. Tolkachev, S.M. Kolomyitsev, D.N. Boldyrev, A.S. Polyansky // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2016. - No. 9. - P. 140-144.

2. Pathogenetic therapy of purulent-necrotic lesions of the limbs in cattle / F.N. Chekhodaridi, Ch. R. Persaev, M.S. Gugkaeva A.V. Korotkov // Bulletin of the Gorsky State Agrarian University. - 2012. - T. 49. - No. 3. - P. 216-226.

3. Antioxidant therapy: a new pharmacological approach in shock, inflammation, and ischemia / reperfusion injury / S. Cuzzocrea, D.P. Riley, A.P. Caputi, D. Salvemini // Pharmacological reviews. - 2001. - Vol. 53 (1). - P. 135-159.

4. Vitetta L. A., Linnane W. Endocellular regulation by free radicals and hydrogen peroxide: key determinants of the inflammatory response // Inflammopharmacology. - 2014. -- Vol. 22 (2). - P. 69-72.

5. Conner E.M., Grisham M.B. Inflammation, free radicals, and antioxidants // Nutrition. - 1996. - Vol. 12 (4). - P. 274-277.

6. Hadjigogos K. The role of free radicals in the pathogenesis of rheumatoid arthritis // Panminerva medica. - 2003. - Vol. 45 (1). - P. 7-13.

7. Bala A. Oxidative stress in inflammatory cells of patient with rheumatoid arthritis: clinical efficacy of dietary antioxidants / A. Bala, C. Mondal, P.K. Haldar, B. Khandelwal // Inflammopharmacology. - 2017. - Vol. 25 (6). - P. 595-607.

8. Free radicals in inflammation: second messengers and mediators of tissue destruction / V.R. Winrow, P.G. Winyard, C.J. Morris, D.R. Blake // British medical bulletin. - 1993. - Vol. 49 (3). - P. 506-522.

9. Indicators of endogenous intoxication and nitric oxide in inflammatory processes in the reproductive organs of sows / Yu.N. Brigadirov, V.N. Kotsarev, I.T. Shaposhnikov et al. // Veterinary medicine, livestock and biotechnology. - 2018. - No. 7. - P. 6-11.

10. Pathogenetic significance of oxidative stress in the manifestation of pathology of pregnancy and postpartum meter-ovariopathies in dairy cows / A.G. Nezhdanov, V.A. Safonov, I.Yu. Ventsova, K.A. Lobodin // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. - 2016. - No. 4 (51). - P. 61-68.

11. Kireev I.V., Orobets V.A. Studying the parameters of acute toxicity of a new antioxidant drug for animals // Issues of regulatory regulation in veterinary medicine. - 2017. - No. 2. - S. 69-72.

12. Shantiz A.Kh., Deltsov A.A. Assessment of acute toxicity of the drug Hydropepton-plus // In the book: Actual problems of modern veterinary science and practice: materials of the International scientific-practical conference dedicated to the 70th anniversary of the Krasnodar Scientific Research Veterinary Institute. - 2016. - P. 137-140.

13. Pat. 2686462 Russian Federation, IPC A61K 31/44, A61K 9/08, A61K 45/06, A61P 29/00, A61P 39/06. Antioxidant anti-inflammatory drug for animals / I.V. Kireev, V.A. Orobets, T.S. Denisenko, D.A. Zinchenko; applicant and patent holder FGOU VPO Stavropol GAU. No. 2018112611/18; declared 04/06/2018; publ. 04/26/2019, Bull. Number 12.

14. Samokhin V. T. Guidelines for the toxicological evaluation of new drugs for the treatment and prevention of non-communicable animal diseases // Voronezh, VNIINBZH, 1987. - 13 p.

УДК 619:616.2

## БОРДЕТЕЛЛЁЗ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ

БЕЛЯЕВА А.С.,

аспирант, «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», alexsss2016@yandex.ru, 89773497386.

САВИНОВ В.А.,

аспирант, «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», visik06@mail.ru, 89017985148.

КАПУСТИН А.В.,

кандидат ветеринарных наук, доцент, «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», kapustin\_andrei@mail.ru, 89263478281.

ЛАИШЕВЦЕВ А.И.,

кандидат биологических наук, «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», A-laishevtsev@bk.ru, 89685103585.

**Реферат.** В работе приведены сведения об актуальном и широко распространенном среди мелких домашних животных инфекционном заболевании, вызванном *Bordetella bronchiseptica* - бордетеллёзом. *B. bronchiseptica* - грамтрицательная коккоподобная подвижная палочка, размером 0,4-0,6; 1,5-2,5 мкм, аэроб, спор и капсул не образует, но вирулентные штаммы образуют микрокапсулу. Основными факторами вирулентности возбудителя являются липополисахариды клеточной стенки, фимбрии, токсины, микрокапсула, пертактин подобные белки. К основным токсинам, продуцируемым *B. Bronchiseptica* относятся: трахеальный цитотоксин, дермонекротический токсин, аденилатциклаза-гемолизин, эндотоксин. Клинически заболевание проявляется кашлем, усиливающимся при волнении, физических нагрузках, пальпации гортани или трахеи. При отсутствии лечения достаточно быстро развивается респираторная инфекция с выделениями из носа и глаз, конъюнктивитом, рвотой, температурой и общим угнетением. При проведении вскрытия и патологоанатомического исследования органов и тканей животных, павших от бордетеллёза, обнаруживают отёчность и воспаление слизистой оболочки носовой полости, бронхов, альвеол, с наличием точечных или полосчатых кровоизлияний. Диагноз на бордетеллёзную инфекцию собак устанавливают на основании комплексных клинико-эпизоотологических данных, результатов патологоанатомических, бактериологических и серологических исследований. Для лечения заболевания назначают подтитрованный антибиотик, противокашлевые, бронходилататоры и противовоспалительные лекарственные средства. Отечественных вакцин против рассматриваемой патологии нет, ввиду чего работы по разработке новых и совершенствованию существующих средств против бордетеллёза, продолжаются, в том числе на базе ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН.

**Ключевые слова:** бордетеллёз, болезни домашних животных, питомниковый кашель, *Bordetella bronchiseptica*, ассоциированная инфекция, вакцинация, иммунитет.

## ANIMAL BORDETELLOSIS

BELYAEVA A.S.,

postgraduate student " Federal scientific center-all-Russian research Institute of experimental veterinary named after K. I. Scriabin and Y. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences», alexsss2016@yandex.ru, 89773497386

SAVINOV V.A.,

postgraduate student " Federal scientific center-all-Russian research Institute of experimental veterinary named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences», visik06@mail.ru, 89017985148.

KAPUSTIN A.V.,

candidate of veterinary Sciences, associate Professor, " Federal scientific center-all-Russian research Institute of experimental veterinary named after K.I. Scriabin and Y. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences», kapustin\_andrei@mail.ru, 89263478281.

LAISHEVTCEV A.I.,

candidate of biological Sciences, " Federal scientific center-all-Russian research Institute of experimental veterinary named after K.I. Scriabin and Y. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences», A-laishevtsev@bk.ru, 89685103585.

**Essay.** The paper provides information about the actual and widespread, among small Pets, infectious disease caused by *Bordetella bronchiseptica* - bordetellosis. *B. bronchiseptica* is a gram-negative coccoid movable rod, the size of 0,4-0,6 1,5 2,5 microns, aerobic, spores and capsules do not form, but virulent strains form a microcapsule. The main factors of virulence of the pathogen are lipopolysaccharides of the cell wall, fimbria, toxins, microcapsules, pertactin-like proteins. The main toxins produced by *B. Bronchiseptica* include tracheal cytotoxin, dermonecrotic toxin, adenylate cyclase-hemolysin, endotoxin. Clinically, the disease is manifested by cough intensifying with excitement, exercise, palpation of the larynx or trachea. In the absence of treatment, a respiratory infection with discharge from the nose and eyes, conjunctivitis, vomiting, fever and General depression develops quite quickly. During the autopsy and pathological examination of organs and tissues of animals that died from bordetellosis, swelling and inflammation of the nasal mucosa, bronchi, alveoli, with the presence of point or banded hemorrhages are detected. Diagnosis *Bordetella* infection dogs established on the basis of complex clinical and epizootic data, results, pathological, bacteriological and serological studies. For the treatment of the disease is prescribed portirovaniyu antibiotic, antitussives, bronchodilators and anti-inflammatory medications. Domestic vaccine against this pathology has not been developed, due to which work on development of new and improvement of existing facilities against the Board of Tellez, continue, including on the basis of Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center VIEW» (FSC VIEV).

**Keywords:** Bordetellosis, pet diseases, kennel cough, *Bordetella bronchiseptica*, associated infection, vaccination, immunity.

**Введение.** Бордетелллёз - инфекционная контагиозная болезнь животных, а также птиц, проявляющаяся воспалением слизистых оболочек респираторных органов, кашлем, интоксикацией, прогрессирующим исхуданием. К бордетелллёзу восприимчивы различные виды сельскохозяйственных, а также домашних животных, без своевременного лечения, у которых наступает летальный исход. В литературных источниках, бордетелллёз также описан как инфекционный трахеобронхит, инфекционный ларинготрахеобронхит, питомниковый кашель. Бордетелллёз широко распространён среди домашних животных, и, по мнению некоторых авторов, вызывает инфекционные патологии респираторной системы у 11-16 % домашних животных [2, 12].

Бордетелллёз среди домашних животных был зарегистрирован в сороковых годах прошлого века, вначале в виде спорадических случаев, а затем в виде массовых вспышек [7, 9]. Изучение эпизоотического процесса позволило получить научные данные о возможных путях передачи возбудителя, в частности был определен путь циркуляции в антропургических очагах от человека к домашним животным, и наоборот, а также от диких животных к сельскохозяйственным и домашним животным.

**Возбудителем** болезни является микроорганизм вида *Bordetella bronchiseptica*, относящийся к роду *Bordetella*, семейству *Alcaligenaceae*, порядку *Burkholderiales*. *B. bronchiseptica* - грамотрицательная коккоподобная подвижная палочка, размером 0,4-0,6;

## ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ И ТЕРАПИЯ ЖИВОТНЫХ, ПАТОЛОГИЯ, ОНКОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

1,5-2,5 мкм, аэроб, спор и капсул не образует, но вирулентные штаммы образуют микрокапсулу. Микроб хорошо культивируется при температуре 36-37°C на обычных питательных средах (МПБ, МПА и др.) и элективных средах (казеиново-угольный агар, агар Мак-Конки, среда Гартоха и др.), образуя через 24-48 ч небольшие серо – белые, блестящие колонии с ровными краями диаметром 1-2 мм. При культивировании на агаре, с добавлением крови барана и/или КРС, вокруг колоний образуется тонкая зона β-гемолиза [10,25].

В развитии патогенеза заболевания лежат следующие **факторы вирулентности возбудителя**: липополисахариды клеточной стенки, фимбрии, токсины, микрокапсула, пертактин подобные белки.

Роль липополисахаридов четко не определена, но, по мнению некоторых ученых, связана с колонизацией дыхательных путей и защитой микроорганизма от антибактериальных препаратов [15, 16]. Колонизируя реснитчатый эпителий дыхательных путей восприимчивого организма, *B. bronchiseptica* способен длительное время сохраняться в нём, что приводит к хронической форме болезни и бактерионосительству. **Микрокапсула** – обуславливает незавершенный характер фагоцитоза. **Фимбрии** – способствуют адгезии возбудителя на клетках цилиарного эпителия. Пертактин – белок наружной мембраны, способствующий адгезии бактериальной клетки к реснитчатому эпителию.

В процессе жизнедеятельности *B. bronchiseptica* образует ряд экзотоксинов:

- **трахеальный цитотоксин** - вызывает разрушение клеток реснитчатого эпителия путем ингибирования цилиарной функции, участвует в развитии приступов спастического кашля [13, 18];

- **дермoneкротический токсин** – вызывает некроз кожи и спазм сосудов, повреждает ткани и подавляет реакцию гуморальных антител на инфекцию и клеточный иммунитет [16, 18];

- **аденилатциклаза-гемолизин** - ингибирует фагоцитарную функцию нейтрофилов и макрофагов за счет повышения внутриклеточной концентрации цАМФ, нарушает метаболизм клеток организма, обладает цитотоксическим действием [13, 16];

- **эндотоксин** - стимулирующий высвобождение цитокинов, обладает общетоксическим действием, пирогенностью, индуцирует синтез факторов некроза опухолей [9, 12].

**Клиническая картина** бордетеллёза у мелких домашних животных, как правило, начинается с возникновения сухого кашля [12,13]. Кашель может проявляться сильнее при волнении, физических нагрузках, пальпации гортани или трахеи. При отсутствии лечения достаточно быстро развивается респираторная инфекция с выделениями из носа и глаз, конъюнктивитом, рвотой, температурой и общим угнетением [17, 18]. При экспериментальном заражении котят вирулентными культурами *B. bronchiseptica*, уже через 48-72 ч., у инфицированных животных, наблюдались серозные выделения из глаз и носа, кашель, чихание, сухие или влажные хрипы при аускультации, лихорадка и вялость [15, 17]. Отсутствие своевременного лечения заболевания ведет к гибели [16,18,19]. Основные клинические проявления бордетеллёза у животных различных видов представлены в таблице 1 [14].

Таблица 1 - Клинические признаки бордетеллёза у разных видов животных

Возбудитель	Хозяин	Заболевание
<i>B. bronchiseptica</i>	Собака	Инфекционный трахеобронхит
	Кошка	Респираторные инфекции
	Свинья	Атрофический ринит
	Лошадь	Респираторные инфекции
	Кролик	Респираторные инфекции
	Грызуны	Бронхопневмония

Бордетеллёз часто протекает в ассоциации с такими заболеваниями как чума плотоядных, аденовирусная инфекция, пастереллёз, парагрипп и другие, которые значительно осложняют инфекционный процесс.

**Патологоанатомические изменения** - при проведении вскрытия и патологоанатомического исследования органов и тканей животных, павших от бордетеллёза, обнаруживают отёчность и воспаление слизистой оболочки носовой полости, бронхов, альвеол, с наличи-

ем точечных или полосчатых кровоизлияний. В легких чаще поражены крайние участки, которые имеют четкую демаркацию, а при их вскрытии выявляют мелкие некротические очаги коричневого цвета [17]. Отмечают увеличение и гиперемии бронхиальных лимфатических узлов, слизистых оболочек трахеи и бронхов, а в их просветах фиксируется скопление слизи. Как правило, со стороны других органов изменений не наблюдается.

**Диагностика заболевания** - своевременная диагностика бордетеллёза имеет важное значение, так как он относится к высококонтагиозным инфекционным болезням [1, 2, 3, 4]. Животные-носители могут быть источниками заболевания для других животных, а также человека, особенно при ослабленном иммунном статусе, вызванном хроническими системными заболеваниями, травмами, операциями [5, 7]. Диагноз на бордетеллёзную инфекцию собак устанавливают на основании комплексных клинико-эпизоотологических данных, результатов патологоанатомических, бактериологических и серологических исследований.

**Бактериологическое исследование** нацелено на выделение чистой культуры бактерий *B. bronchiseptica*. Для подтверждения диагноза в лабораторию направляют от больного животного несколько глубоких мазков из глотки животных и/или носовых ходов, при посмертной диагностике - кусочки легких. Посев проводят на две чашки Петри с дифференциально-диагностической средой с селективной добавкой, а также на кровяной триптон-соевый агар для выявления других микроорганизмов, возможно имеющих диагностическое значение. Культивирование проводят в течение 24-48 ч при температуре  $36 \pm 1^\circ\text{C}$ .

На 2-3-е сутки исследования просматривают посеы и отбирают колонии, похожие по описанию на колонии возбудителя. Микроорганизму свойственно образование росинчатых, выпуклых, влажных, гладких, блестящих колоний с ровными краями маслянистой консистенции легко снимающихся с поверхности среды, диаметром от 1 до 2 мм. Возможно образование более крупных (до 3-4 мм), плоских с приподнятым центром и шероховатыми краями колоний, или переходных форм. На среде BBR-57 *B. bronchiseptica* образует колонии бирюзового цвета, возможно с темно-синим центром, при этом цвет среды меняется с зеленого на желтоватый. На бордетелагаре микроорганизм

образует выпуклые, влажные, гладкие, блестящие с ровными краями, серого цвета с голубоватым, жемчужным или металлическим оттенком колонии (рисунок 1).



Рисунок 1 - Культура *B. Bronchiseptica* «883-ВИЭВ» на угольном агаре

При наличии похожих на бордетеллы колоний, проводят микроскопию мазков, окрашенных по Граму, где присутствуют мелкие грамтрицательные коккоподобные палочки, расположенные в мазке одиночно, парами или короткими цепочками (рисунок 2). Проводят отсев на скошенный МПА для выделения чистой культуры и наращивания бактериальной массы в течение 24 ч. При отсутствии роста подозрительных колоний чашки Петри вновь помещают в термостат на 24-48 ч и просматривают повторно.

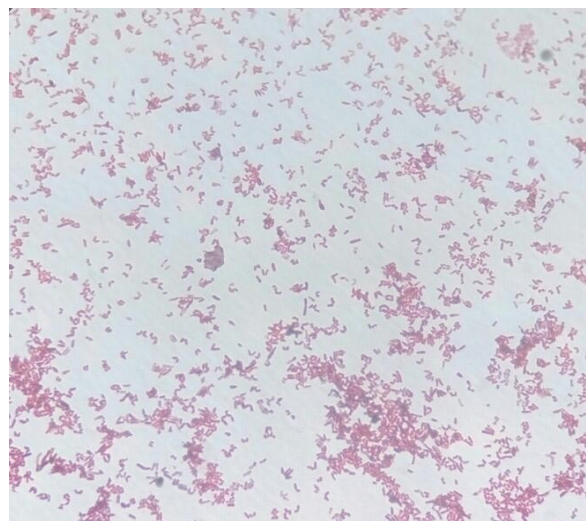


Рисунок 2 - Микроскопия *B. Bronchiseptica* «883-ВИЭВ»

## ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ И ТЕРАПИЯ ЖИВОТНЫХ, ПАТОЛОГИЯ, ОНКОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

На 3-4-е сутки исследования (72-96 ч) просматривают посеы для выделения чистой культуры, проводят микроскопию и биохимические тесты. Учитывают рост *B. bronchiseptica* на МПА в течение 24-48 ч, аэробность, наличие оксидазной, каталазной и гемолитической активности. Если в течение 4-х суток на средах не обнаружены подозрительные колонии, результат считают отрицательным.

*Bordetella bronchiseptica* оксидазо-положительный и каталазоположительный микроорганизм, вырабатывает уреазу, утилизирует цитраты, переводит нитраты в нитриты, не расщепляет углеводы и многоатомные спирты, не образует индол и сероводород. Дифференциация бордетелл, наиболее часто выделяемых от животных может быть произведена согласно данным, отраженным в таблице 2.

В качестве дополнительных методов подтверждения бордетеллэза может использоваться серологическая диагностика, путем исследования сыворотки крови в реакции агглютинации или преципитации. *Молекулярно-генетическая диагностика* нацелена на обнаружение ДНК бактерий *B. bronchiseptica* в биоматериале без выделения чистой культуры

или для подтверждения результатов бактериологического исследования. *Детекция специфическими фагами*, которая позволяет обнаружить бактерии *B. bronchiseptica* при постановке реакции нарастания титра фага (РНФ) без выделения чистой культуры (самостоятельный метод) или подтверждения бактериологического исследования спот-тестом.

**Лечение** животного после подтверждения бордетеллэза, назначается антибактериальная и симптоматическая терапия. В первую очередь, проводится определение чувствительности возбудителя к антимикробным препаратам. При подборе препарата также учитывают способность антимикробного средства накапливаться в тканях органов дыхательной системы в терапевтических концентрациях (таблица 3). Помимо антибиотиков, животным назначаются противокашлевые, бронходилататоры и противовоспалительные лекарственные средства.

При легко протекающих случаях инфекции лечение может не требоваться, но стоит учитывать, что животное длительно останется бактерионосителем и будет представлять риски для других восприимчивых животных.

Таблица 2 - Дифференциация видов *Bordetella* spp., патогенных для животных

Признаки	Виды бордетелл		
	<i>B. bronchiseptica</i>	<i>B. avium</i>	<i>B. parapertussis</i>
Подвижность	+	+	-
β-гемолиз	+ *	-	-
Рост на среде Борде-Жангу (дни)	1-2	1-2	2-3
Продукция бурого пигмента при росте на пептонном агаре	-	D	+
Морфология колоний на СВ-среде	мелкие, голубые	мелкие, голубые	нет данных
Редукция нитратов	+	-	-
Уреазы	+	-	+
Оксидаза	+	+	-
Утилизация цитрата	+	+	+
Рост на агаре Мак-Конки	+	+	+

\*- гемолиз вызывают не все штаммы

Таблица 3 - Схемы использования антибактериальных препаратов для лечения бордетеллэза

Название	Оральная дозировка для собак (мг/кг) сутки	Оральная дозировка для кошек (мг/кг) сутки
Амикацин	15 – 30 каждые 24 ч	10 - 15 каждые 24 ч
Амоксицилин	12.5-25 каждые 12 ч	12.5 – 25 каждые 12 ч
Азитромицин	5 – 10 каждые 24 ч	5-10 каждые 24 ч
Доксициклин	10 каждые 24 ч	10 каждые 24 ч
Энрофлоксацин	5 каждые 24 ч	5 каждые 24 ч
Марбофлоксацин	2 каждые 24 ч	2 каждые 24 ч

## ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ И ТЕРАПИЯ ЖИВОТНЫХ, ПАТОЛОГИЯ, ОНКОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Таблица 4 - Вакцины против бордетеллёза домашних животных (импортные)

Коммерческое название	Производитель	Другие антигены	Минимальный возраст вакцинации	Ревакцинация
<b>Интраназальные вакцины для собак</b>				
NasaGuard-B	Pfizer (США)	отсутствуют	3 недели	Ежегодно
Progard-KC	Intervet (Нидерланды)	парагрипп	3 недели	Ежегодно
Intra-track II	Schering-Plough (Германия)	парагрипп	3 недели	Ежегодно
Naramune-2	Boehringer Ingelheim Vetmedica(германия)	парагрипп	3 недели	Ежегодно
Progard-KC Plus	Intervet (Нидерланды)	парагрипп/ аденовирус -2	3 недели	Ежегодно
Bronchi-Shield III	Fort Dodge (США)	парагрипп/ аденовирус -2	8 недель	Ежегодно
<b>Инъекционные вакцины для собак</b>				
CoughGuard B	Pfizer (США)	отсутствуют	Не указано	Ежегодно
CoughGuard CPI/B	Pfizer (США)	парагрипп	Не указано	Ежегодно
Vanguard 5/B	Pfizer (США)	парагрипп/ аденовирус -2/ чума/ парвовирус	Не указано	Ежегодно
Bronchicine CAc	Biocor (США)	отсутствуют	8 недель	Ежегодно
<b>Интраназальные вакцины для кошек</b>				
Protex-Bb	Intervet (Нидерланды)	отсутствуют	8 недель	Не указано

**Неспецифическая профилактика** включает в себя: предотвращение скученности животных, переохлаждения, сбалансированное кормление, создание в местах разведения изоляторов и зон карантинирования. Должна быть обеспечена тщательная очистка и дезинфекция клеток, стен, полов, мисок и т.д.

**Специфическая профилактика** бордетеллёза подразумевает вакцинацию животных. В таблице 4 представлены существующие в настоящее время импортные вакцины против бордетеллезной инфекции животных.

Приведенные вакцины изготовлены либо из убитых бактериальных штаммов *B. bronchiseptica* (вводимых парентерально), либо живых ослабленных культур (вводимых интраназально) [19, 20]. Большинство инактивированных вакцин, вызывают образование высокого титра антител, но они не всегда обеспечивают эффективную защиту от инфекции [21]. Также существуют вакцины, не содержащие клеток *B. Bronchiseptica*, в них действующим веществом являются липополисахарид клеточной стенки и белок наружной мембраны, который является высокоиммуногенным фактором вирулентности [22, 23]. Длительность иммунитета при

введении таких препаратов, в среднем, составляет около 12 мес. [22].

Интраназальное введение живых вакцин активизирует местный иммунитет слизистой оболочки (антитела IgA) [20], а также, благодаря колонизации дыхательного эпителия авирулентными бактериями, блокируется присоединение вирулентных культур возбудителя [23, 24]. Также интраназальные вакцины стимулируют системный иммунитет, что выражается повышением уровня IgG в сыворотке крови привитых животных [15-17].

Стоит отметить, что вакцин, обеспечивающих стопроцентную защиту животных от развития инфекций, вызванных *B. bronchiseptica*, в настоящее время нет. Поэтому работы по разработке новых и совершенствованию существующих средств против бордетеллёза, продолжают, в том числе на базе ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН.

**Выводы.** *Bordetella bronchiseptica*, вызывает хронические инфекции дыхательных путей у различных сельскохозяйственных и домашних животных, птиц, а также людей. У многих животных заболевание проходит самостоятельно, но остается большой процент тех, у кого исход заканчивается

бронхопневмонией и смертью. В случае появления клинических признаков, важно незамедлительно проводить диагностику с последующим лечением. Неблагополучные пункты (питомники) должны предусматривать обязательную вакцинацию животных от бордетеллёза. Так, в настоящее время, за рубежом были разработаны и широко используются вакцины, направленные на предотвращение инфекции против *B. bronchiseptica*. На отечественном рынке такие средства представлены исключительно

импортными вакцинами, так как Российские аналоги пока отсутствуют. На базе ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, в настоящее время ведутся научные работы по изучению распространенности бордетеллёза домашних животных, особенностей его клинико-морфологического проявления, лечения и специфической профилактики, с целью разработки и внедрения в практическое использование отечественной вакцины против бордетеллёза.

#### **Список используемых источников**

1. Применение полимеразной цепной реакции при идентификации возбудителя бордетеллеза животных / Д.А. Васильев, А.В. Мاستиленко, Д.Г. Сверкалова, Ю.Б. Васильева // Естественные и технические науки. – 2010. - № 5. – С. 230-232.
2. Выделение и идентификация *Bordetella bronchiseptica* от животных / Д.А. Васильев, А.В. Мастыленко, Д.Г. Сверкалова, Ю.Б. Васильева // Естественные и технические науки. – 2010. - № 5. – С. 233-235.
3. Изучение основных биологических свойств бактериофагов *Bordetella bronchiseptica*, выделенных методом индукции / Д.А. Васильев, Е.Н. Семанина, С.Н. Золотухин и др. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. - №1 (13). – С. 59–62.
4. Васильева Ю.Б. Конструирование биопрепаратов для лабораторной диагностики бордетеллёзной инфекции // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. - № 2 (22). – С. 25-29.
5. Васильева Ю.Б. Фаги бактерий *Bordetella bronchiseptica*: свойства и возможности применения // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. - № 4 (24). – С. 44-49.
6. Васильева Ю.Б. Особенности биологии бактерий вида *Bordetella bronchiseptica* // Современные проблемы науки и образования. – 2013. - № 4. – С. 285.
7. Алгоритм использования тест-системы индикации и идентификации бактерий *B. Bronchiseptica* / Ю.Б. Васильева, А.В. Мастыленко, Д.А. Васильев и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 606.
8. Васильева Ю.Б., Губкина Н.Н., Масляева О.С. Диагностика и профилактика малоизученного зооантропоноза, ранее не диагностируемого на территории Ульяновского региона // Материалы Всероссийской научно-практической конференции: «Вклад молодых ученых в отраслевую науку с учетом современных тенденций развития АПК». – М., 2009. – С. 114-116.
9. Васильева, Ю.Б. Совершенствование способов детекции бактерий *Bordetella bronchiseptica* // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. - №3 (23). - С. 46-52.
10. Бордетеллёз – опасная инфекция домашних кошек / Н.Н. Губкина, О.С. Масляева, Ю.Б. Никульшина и др. // Ветеринарная медицина домашних животных: Сборник статей. – Выпуск 5. – Казань: Печатный двор, 2008. – С. 77-79.
11. Глазунова А.А., Ермаков В.В. Выявление бордетеллоносительства у мелких домашних животных // Вклад молодых учёных в аграрную науку Самарской области: сборник научных трудов. – Самара: РИЦ СГСХА, 2012. – С. 20-23.
12. Душкин Д.В. Бордетеллёз собак. Учебное пособие. Ульяновск: ГСХА, 1998. – 20 с.
13. Каратаев Г.И. Мобильные генетические элементы *Bordetella pertussis* и их роль в регуляции генов вирулентности возбудителя коклюша: автореферат дис. докт. биологических наук. – М., 2008.- 43 с.

14. Особенности проведения мониторинга скрытых инфекций мелких домашних животных в условиях мегаполиса // А.А. Шабейкин, А.В. Паршикова, А.М. Гулюкин и др. // Международный вестник ветеринарии. - 2018. - № 4. - С. 33-38.
15. Шевченко А.А. Диагностика, профилактика и лечение факторных бактериальных инфекционных болезней животных // А.А. Шевченко, О.Ю. Черных, А.Г. Коцаев и др. // Краснодар-М., 2019.
16. Cookson bt, Hwei-ling c, Herwaldt la, et al: biological activities and chemical composition of purified tracheal cytotoxin of bordetella pertussis. *infect immun* 57(7):2223-2229, 1989.
17. Coutts AJ, Dawson S, Binns S, Hart CA, Gaskell CJ, Gaskell RM. Studies on natural transmission of Bordetella bronchiseptica in cats. *Vet Microbiol* 1996; 48: 19-27.
18. Dawson s, Jones d, Mccracken cm, et al: bordetella bronchiseptica infection in cats following contact with infected dogs. *vet rec*146:46-48, 2000.
19. Decker GR, Lavelle JP, Kumar PN, Pierce PF.1991. Pneumonia due to Bordetella bronchiseptica in a patient with AIDS. *Rev Infect Dis* 13:1250-1251. doi:10.1093/clinids/13.6.1250.
20. Goodnow RA.1980. Biology of Bordetella bronchiseptica. *Microbiol Rev* 44:722-738.
21. Gueirard P, Weber C, Le Coustumier A, Guiso N.1995. Human Bordetella bronchiseptica infection related to contact with infected animals: persistence of bacteria in host. *J Clin Microbiol* 33:2002-2006.
22. Halperin sa: pertussis and other bordetella infections, in braunwald e, fauci as, kasper dl (eds): harrison's principles of internal medicine. new york, mcgraw-hill, 2001, pp 949-952.
23. Hoskins j, Richards j, Rayne em, et al: feline bordetella bronchiseptica (roundtable discussion). *feline pract* 27(3):10-12, 1999.
24. Little s: bordetella bronchiseptica infection in a cat. *feline pract* 28(1):12-15, 2000.
25. URL:[http://www.tgw1916.net/Alcaligenaceae/bordetella\\_bronchiseptica.html](http://www.tgw1916.net/Alcaligenaceae/bordetella_bronchiseptica.html)

#### **List of sources used**

1. The use of polymerase chain reaction in the identification of the causative agent of animal bordetellosis / D.A. Vasiliev, A.V. Mastilenko, D.G. Sverkalova, Yu.B. Vasiliev // Natural and technical sciences. - 2010. - No. 5. - S. 230-232.
2. Isolation and identification of Bordetella bronchiseptica from animals / D.A. Vasiliev, A.V. Mastilenko, D.G. Sverkalova, Yu.B. Vasiliev // Natural and technical sciences. - 2010. - No. 5. - S. 233-235.
3. The study of the basic biological properties of the bacteriophages Bordetella bronchiseptica, isolated by induction / D.A. Vasiliev, E.N. Semanina, S.N. Zolotukhin et al. // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2011. - No. 1 (13). - S. 59-62.
4. Vasilieva Yu.B. The design of biological products for the laboratory diagnosis of bordetellosis infection // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2013. - No. 2 (22). - S. 25-29.
5. Vasilieva Yu.B. Bacterial phages Bordetella bronchiseptica: properties and applications // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2013. - No. 4 (24). - S. 44-49.
6. Vasilieva Yu.B. Features of the biology of bacteria of the species Bordetella bronchiseptica // Modern problems of science and education. - 2013. - No. 4. - S. 285.
7. Algorithm for the use of a test system for the indication and identification of bacteria B. Bronchiseptica / Yu.B. Vasiliev, A.V. Mastilenko, D.A. Vasiliev et al. // Modern problems of science and education. - 2014. - No. 5. - S. 606.
8. Vasilieva Yu.B., Gubkina NN, Maslyaeva O.S. Diagnosis and prevention of little-studied zoonanthroponosis, previously not diagnosed in the Ulyanovsk region // Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference: "Contribution of young scientists to industry science, taking into account modern trends in the development of the agricultural sector". - M., 2009. -- S. 114-116.
9. Vasiliev, Yu.B. Improving the detection of bacteria Bordetella bronchiseptica // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2013. - No. 3 (23). - S. 46-52.
10. Bordetellosis - a dangerous infection of domestic cats / N.N. Gubkina, O.S. Maslyaeva, Yu.B. Nikulshina et al. // Veterinary medicine of domestic animals: Collection of articles. - Issue 5. - Kazan: Printing House, 2008. - S. 77-79.

11. Glazunova A.A., Ermakov V.V. Identification of bordetellation in small domestic animals // Contribution of young scientists to the agricultural science of the Samara region: collection of scientific papers. - Samara: RICA of the State Agricultural Academy, 2012. - S. 20-23.
12. Dushkin D.V. Bordetellosis of dogs. Tutorial. Ulyanovsk: State Agricultural Academy, 1998. - 20 p.
13. Karataev G.I. Mobile genetic elements of *Bordetella pertussis* and their role in the regulation of virulence genes of pertussis pathogen: abstract of thesis. Doct. biological sciences. - M., 2008. - 43 p.
14. Features of monitoring hidden infections of small pets in a metropolis // A.A. Shabeykin, A.V. Parshikova, A.M. Gulyukin et al. // International Bulletin of Veterinary Medicine. - 2018. - No. 4. - S. 33-38.
15. Shevchenko A.A. Diagnosis, prevention and treatment of factorial bacterial infectious diseases of animals // A.A. Shevchenko, O.Yu. Chernykh, A.G. Koshchaev et al. // Krasnodar-M., 2019.
16. Cookson bt, Hwei-ling c, Herwaldt la, et al: biological activities and chemical composition of purified tracheal cytotoxin of *bordetella pertussis*. *infect immun* 57 (7): 2223-2229, 1989.
17. Coutts AJ, Dawson S, Binns S, Hart CA, Gaskell CJ, Gaskell RM. Studies on natural transmission of *Bordetella bronchiseptica* in cats. *Vet Microbiol* 1996; 48: 19-27.
18. Dawson s, Jones d, Mccracken cm, et al: *bordetella bronchiseptica* infection in cats following contact with infected dogs. *vet rec* 146: 46-48, 2000.
19. Decker G.R., Lavelle JP, Kumar PN, Pierce PF. 1991. Pneumonia due to *Bordetella bronchiseptica* in a patient with AIDS. *Rev Infect Dis* 13: 1250-1251. doi: 10.1093 / clinids / 13.6.1250.
20. Goodnow RA. 1980. Biology of *Bordetella bronchiseptica*. *Microbiol Rev* 44: 722-738.
21. Gueirard P, Weber C, Le Coustumier A, Guiso N. 1995. Human *Bordetella bronchiseptica* infection related to contact with infected animals: persistence of bacteria in host. *J Clin Microbiol* 33: 2002-2006.
22. Halperin sa: pertussis and other *bordetella* infections, in braunwald e, fauci as, kasper dl (eds): *harrison's principles of internal medicine*. new york, mcgraw-hill, 2001, pp 949-952.
23. Hoskins j, Richards j, Rayne em, et al: feline *bordetella bronchiseptica* (roundtable discussion). *feline pract* 27 (3): 10-12, 1999.
24. Little s: *bordetella bronchiseptica* infection in a cat. *feline pract* 28 (1): 12-15, 2000.
25. URL: [http://www.tgw1916.net/Alcaligenaceae/bordetella\\_bronchiseptica.html](http://www.tgw1916.net/Alcaligenaceae/bordetella_bronchiseptica.html).

УДК 619:599.62:574

**РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ЭТИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ  
TRUEPERELLA (ARCANOBACTERIUM) PYOGENES**

АШУР А.А.,

аспирант, «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», pelnakul@mail.ru.

ЯКИМОВА Э.А.,

аспирант, «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», elaishevceva@bk.ru.

БУРЛАКОВА Г.И.,

научный сотрудник, «Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский государственный центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов», sbourlak@yandex.ru.

КАПУСТИН А.В.,

кандидат ветеринарных наук, доцент, «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», kapustin\_andrei@mail.ru.

ЛАИШЕВЦЕВ А.И.,

кандидат биологических наук, «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», A-laishevtsev@bk.ru.

**Реферат.** В работе приведен обзор литературных данных, характеризующих распространенность, этиологическое значение и роль бактерий вида *Trueperella pyogenes* в развитии инфекционного заболевания – арканобактериоза сельскохозяйственных животных. В рукописи отражена историческая справка, описывающая долгий путь систематизации и таксономии *T. pyogenes*. Актуальность выбранной тематики обусловлена высоким экономическим ущербом, наносимым заболеванием для скотоводства, овцеводства и свиноводства, состоящим из снижения продуктивности животных, в том числе репродуктивной, выбраковки животных, затрат на проведение лечебно-оздоровительных мероприятий, снижения сортности или выбраковка производимой продукции. Приведены сведения о культурально-морфологических и биохимических свойствах возбудителя, а также его факторов вирулентности с устойчивостью к факторам окружающей среды. Описан патогенез заболевания с характеристикой возможных предрасполагающих заболеванию факторов, клинико-морфологических проявлений арканобактериоза, его диагностики, лечения и специфической профилактики на территории РФ.

**Ключевые слова:** арканобактериоз, маститы, эндометриты, септическая форма, патогенез, абсцессы, экономический ущерб, выбраковка продукции.

**PREVALENCE AND ETHIOLOGICAL SIGNIFICANCE TRUEPERELLA  
(ARCANOBACTERIUM) PYOGENES**

ASHUR A.A.,

postgraduate, Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Centre VIEV”, pelnakul@mail.ru.

YAKIMOVA E.A.,  
postgraduate, Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Centre VIEV”,  
elaishvceva@bk.ru.

BURLAKOVA G.I.,  
researcher, Federal State Budgetary Institution “The Russian State Center For Animal Feed And Drug  
Standardization And Quality”, sbourlak@yandex.ru.

KAPUSTIN A.V.,  
candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Federal State Budget Scientific Institution  
“Federal Scientific Centre VIEV”, kapustin\_andrei@mail.ru.

LAISHEVTSEV A.I.,  
candidate of Biological Sciences, Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Centre  
VIEV”, A-laishevtsev@bk.ru.

**Essay.** A review of the literature data characterizing the prevalence, etiological significance, and the role of bacteria of the species *Trueperella pyogenes* in the development of the infectious disease - arcanobacteriosis of farm animals is given in the work. The article contains a historical reference describing the long way of systematization and taxonomy of *T. pyogenes*. The chosen topic is relevant due to the high economic damage caused by the disease for cattle breeding, sheep breeding and pig breeding, consisting in the decrease of animal productivity, including reproductive ability, culling of animals, the cost of treatment and health-improving measures, reduction of variety or culling of manufactured products. Information about the cultural-morphological and biochemical properties of the pathogen, as well as its virulence factors with resistance to environmental factors is given. The pathogenesis of the disease is described with the characteristic of possible factors predisposing to the disease, clinical and morphological manifestations of arcanobacteriosis, its diagnosis, treatment and specific prophylaxis in the Russian Federation.

**Keywords:** arcanobacteriosis, mastitis, endometritis, septic form, pathogenesis, abscesses, economic damage, culling of products.

**Введение.** Инфекционные патологии животных причиняют существенный экономический урон сельскому хозяйству Российской Федерации. При этом стоит отметить, что работа, направленная на борьбу с малоизученными патологиями, не приводящими к массовой гибели животных, но влекущими за собой существенные экономические убытки, связанные с недополучением продукции и/или снижением её сортности, а также с существенными затратами на проведение лечебно-оздоровительных мероприятий, не ведётся или же ведётся в ограниченных масштабах. В качестве примера стоит рассмотреть инфекционную патологию, вызванную бактериями вида *Trueperella pyogenes*.

**Историческая справка.** В 1893 г. впервые был описан *T. pyogenes* как *Bacillus liquefaciens pyogenes* в качестве часто выделяемого микроорганизма при гнойных инфекциях у крупного рогатого скота. В последующем другие авторы обнаружили похожий микроорганизм при инфекциях свиней. В 1903

г. было установлено, что микроорганизмы, выделенные этими авторами, идентичны, ввиду чего было предложено единое название *Bacillus pyogenes*. В отечественной научной литературе помимо вышеперечисленных видовых названий данный возбудитель упоминался как *Mycobacterium pyogenes bovis*. В некоторых таксономических работах указанный микроорганизм называется *Corynebacterium pyogenes*. В последующем, на основе сходства *T. pyogenes* с типом вида *Corynebacterium diphtheriae*, в соответствии с 8-м изданием Руководства Берджи по систематике бактерий, её отнесли к роду *Corynebacterium*, как *Corynebacterium pyogenes*. Однако таксономическое размещение *Corynebacterium pyogenes* в пределах рода *Corynebacterium* было подвергнуто сомнению многими исследователями. В результате, при дальнейшем исследовании было принято решение переклассифицировать *Corynebacterium pyogenes* в *Actinomyces pyogenes* [14, 19, 10].

В последующие годы, патогенный для животных вид *Actinomyces pyogenes*, а для человека - *Actinomyces bernardiae*, были реклассифицированы в род *Arcanobacterium* как *Arcanobacterium pyogenes* и *Arcanobacterium bernardiae* соответственно. Кроме того, были описаны шесть новых видов, а именно: *Arcanobacterium phocae*, *Arcanobacterium pluranimalium*, *Arcanobacterium hippocoleae*, *Arcanobacterium bialowiezense*, *Arcanobacterium bonasi* и *Arcanobacterium abortisuis*. Однако, согласно предложению Yassin и соавт. (2011) род *Arcanobacterium* следовало ограничить видами *A. haemolyticum*, *A. hippocoleae*, *A. phocae* и *A. pluranimalium*; а виды *A. abortisuis*, *A. bernardiae*, *A. bialowiezense*, *A. bonasi* и *A. pyogenes* реклассифицировать в новый род *Trueperella*, как *Trueperella pyogenes*, *Trueperella abortisuis*, *Trueperella bernardiae*, *Trueperella bialowiezensis* и *Trueperella bonasi*. Род *Trueperella* был назван в честь немецкого микробиолога Ханса Георга Трюпера. Видовое название микроорганизма *Trueperella* (ранее *Arcanobacterium*) *pyogenes* произошло от латинского слова «*pyum*» - гной и слова «*gennaio*» - производить, что наглядно описывает картину клинического проявления болезни, вызванного этой гноеродной бактерией [8, 25].

**Актуальность.** *Trueperella pyogenes* – по многим сообщениям является сапрофитным микроорганизмом слизистых оболочек респираторной и мочеполовой системы, вызывающим гнойные инфекции у различных видов домашних, сельскохозяйственных, диких, экзотических животных, а также у птиц.

Было установлено, что вид *T. pyogenes* связан с поражениями различных органов и тканей, включая кожу, суставы и висцеральные органы у большого числа различных видов животных. Также некоторыми авторами фиксировались абсцессы в области головы и шеи у овец и аборт у коз, обусловленные *T. pyogenes*. Сообщается об инфекциях, обусловленных *T. pyogenes* у диких животных.

У крупного рогатого скота *T. pyogenes* обычно ассоциируется с множественными абсцессами, эндометритом, маститом и пневмонией. Некоторые исследователи наблюдали аборт. Показательным с точки зрения подтверждения патогенности *T. pyogenes* является опыт, проведенный Semambo, D. et al. Исследователи вызвали ранний аборт у коров, зараженных на 30-й - 41-й день беременности путем внутриматочного введения суспензии *T. pyogenes*. По результатам исследований,

проведенных в 2009 г. микроорганизм вида *T. pyogenes* был выделен от 41 % коров с эндометритом и от 3,5 % коров без эндометрита. Эти результаты подтверждают предыдущие исследования, которые рассматривали *T. pyogenes* в качестве основной причины эндометрита [7, 24].

В 1978 г. Sorensen, G., исследуя 150 образцов содержимого гнойных абсцессов у свиней, изолировал в 48,7 % случаев *A. pyogenes*. В 41-й пробе данные микроорганизмы были обнаружены в ассоциации, что составило - 27,3 %. У свиней *T. pyogenes* связано с гнойной пневмонией, полиартритом и абсцессами [20].

В научной литературе неоднократно обсуждалась роль *T. pyogenes* в развитии патологий репродуктивной системы свиней. Часть исследователей указывают, что *T. pyogenes* является основной причиной развития эндометритов у свиноматок. Имеются сведения, что *T. pyogenes* вызывает у свиней маститы, вагиниты, аборт [23].

Послеродовые эндометриты у свиней, обусловленные *T. pyogenes*, распространены во многих странах мира, в том числе и в Российской Федерации. *T. pyogenes*, как возбудитель инфекции мочеполовой системы свиней и других домашних животных, известен с начала прошлого века и регистрируется во многих странах мира. *T. pyogenes* был обнаружен также в желудках свиней. Задokumentированы случаи прямых экономических потерь с конфискацией свиных туш вследствие поражений, вызванных *T. pyogenes*, что было связано с наличием абсцессов в спинномозговом канале [18].

Кроме того, известны случаи обнаружения *T. pyogenes* при патологических процессах у животных в дикой природе: множественные абсцессы у альпаки, инфекции конечностей у оленей, септические инфекции кожи, суставов и внутренних органов у черных оленей, абсцессы головного мозга у белохвостого оленя и т.д. [12].

Описан случай наружного отита кошачьих, где *T. pyogenes* была выделена в чистой культуре; второй случай - *T. pyogenes* выделен у собаки при инфекции мочевыводящих путей, как преобладающий вид бактерий. *T. pyogenes* обнаруживалась при коинфекциях с грамотрицательными анаэробными бактериями. Было высказано предположение возможного патогенного синергизма между *T. pyogenes* и *Fusobacterium necrophorum*, которые повышают вирулентность и приводят к тяжелым ин-

фекциям. Считается, что синергетический эффект вызван токсином, который продуцирует *F. necrophorum* и ингибирует фагоцитоз, что, в свою очередь, усиливает рост *T. ruogenes*. Последняя обеспечивает ростовые факторы, которые необходимы для роста *F. necrophorum*. *T. ruogenes* редко вызывает заболевания у людей. Однако, описаны случаи перикардита, хронического тонзиллита, эндометрита, артрита, эндемичных язв ног, менингита, бактериемии и эндокардита [2, 16].

#### **Характеристика возбудителя.**

##### **Классификация.**

Согласно современной классификации, Национального центра биотехнологической информации (National Center for Biotechnological Information, NCBI <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>) и Немецкой коллекции микроорганизмов и клеточных культур (German Collection of Microorganisms and Cell Cultures DSMZ) *T. ruogenes* относится к типу Actinobacteria, классу Actinobacteria, подклассу Actinobacteridae, отряду Actinomycetales, подотряду Actinomycineae, семейству Actinomycetaceae, роду Trueperella.

##### **Культурально-морфологические свойства.**

*Trueperella ruogenes* – это грамположительный, неподвижный, некислотоустойчивый, полиморфный микроорганизм, представлен палочками длиной 0,2-3,0 мкм и шириной 0,2-0,9 мкм или коккобактериями. Спор и капсул не образует, обладает β-гемолитической активностью. Является факультативным анаэробом. Иногда встречаются дифтероидные формы клеток с булавовидным утолщением на одном или обоих полюсах. В мазке - микроорганизм располагается одиночно, парами под углом друг к другу (V, T - формы), в форме палисады или группами по три-пять клеток. Изредка встречаются формы в виде коротких извитых цепочек. Клеточная стенка *T. ruogenes* имеет двухслойную структуру, ее толщина составляет 29-30 нм. Деление микробной клетки происходит почкованием. На поверхности клетки располагаются нити различной длины, которые играют важную роль в прикреплении бактерии к эпителиальным клеткам [13].

Морфологические свойства *T. ruogenes* во многом обусловлены составом питательных сред, на которых культивируют данный микроорганизм. Так, на плотных агаровых средах она имеет вид палочек, а в сывороточных принимает форму кокков или булавовидных

палочек. При культивировании в молоке микроорганизм становится более коротким и толстым, иногда изогнутым и булавообразным.

При культивировании на простых питательных средах *Trueperella ruogenes* демонстрирует скудный рост, но ее ростовые свойства усиливаются на кровяных средах и в присутствии углекислого газа. Для культивирования микроорганизма используют среды, в состав которых входит 5-10 % дефибринированной крови, либо сыворотки крупного рогатого скота или овец. Кроме того, рекомендуют использовать гретую кровь - шоколадный агар. Для усиления роста в среды добавляют ферментируемые углеводы (глюкозу) и углекислоту. Микроорганизм имеет ярко выраженную потребность в пептидах. Потребность в витаминах, а также в пуриновых и пиримидиновых основаниях варьирует у различных штаммов в пределах вида. Оптимальная концентрация CO<sub>2</sub> составляет 5-7% и может достигать до 10 % [4].

Температурные границы роста микроорганизма находятся в пределах 20...40 °С, при этом оптимальная температура культивирования составляет 37 °С. Через 24-48 часов культивирования на кровяном агаре микроорганизм образует круглые, выпуклые, непрозрачные, белого или серо-белого цвета, гладкие, мягкие, с ровными краями колонии, диаметр которых составляет 0,5-3,0 мм. Колонии окружены зоной β-гемолиза. Гемолиз сильнее выражен при аэробном культивировании, в этих условиях его зона в 2-3 раза больше размера колоний. При посеве уколом в сывороточный агар спустя 3-4 дня вокруг канала развивается зона разжижения среды. На сывороточном бульоне микроорганизм растет с образованием серовато-белого осадка без помутнения среды. На обычном МПБ *T. ruogenes* растет слабо или не растет совсем [6].

**Биохимические свойства.** Микроорганизм ферментирует с образованием кислоты без газа следующие углеводы: галактозу, глюкозу, декстрин, ксилозу, лактозу, мальтозу, маннозу, рибозу, фруктозу. Не ферментирует амигдалин, аспарат, глицин, дульцит, инулин, мелибиозу, рамнозу, раффинозу, салицин. Вызывает гидролиз желатина и казеина. Не образует аммиак, индол и сероводород. Редукция нитратов в нитриты не происходит. На 3-4-е сутки возбудитель закисляет, свертывает и пептонизирует лакмусовое молоко. Синтезирует ДНКазу. Каталазу и уреазу не образует. Реакция Фогес-Проскауэра отрицательная [1].

**Факторы патогенности *Trueperella pyogenes*.** В доступной литературе имеются сведения, что *T. pyogenes* обладает рядом факторов патогенности. Первые упоминания относятся к  $\beta$ -гемолизину, нейраминидазе и протеазе. *T. pyogenes* продуцирует фильтрующийся, термолабильный, гемолитический токсин ( $\beta$ -гемолизин), который действует летально на белых мышей и кроликов при интраперитонеальном и внутривенном введении. Авторы считают, что гемолитический токсин является антигеном и может быть нейтрализован антителами. При внутрикожном введении гемолитический токсин вызывает воспаление и некроз у кроликов и морских свинок.

Предприняли попытки очистки гемолизина, продуцируемого *T. pyogenes*, и назвали его пиолизинном (PLO). Исследователи с помощью электрофореза в полиакриламидном геле определили его молекулярную массу, которая равна 55 кДа при pH 9,38. Данный гемолизин был охарактеризован как термолабильный, кислородостойкий и чувствительный к протеазе, трипсину и амилазе, являющийся цитолитическим для иммунных клеток. На активность PLO не влияло лечение окислителями. Помимо первичной идентификации в качестве гемолизина для эритроцитов разных видов животных, PLO продемонстрировал цитотоксические эффекты на различное количество клеток-хозяев, таких как полиморфноядерные лейкоциты (PMNs) и макрофаги.

Рассматриваемый возбудитель экспрессирует холестерин-зависимый цитолизин (CDC) – цитолитический токсин белковой природы, который обладает характерной С-концевой пептидной последовательностью, участвующей в первоначальном взаимодействии токсина с мембраной клетки-хозяина. Цитолизин оказывает свое действие путем связывания с холестерином и образования крупных олигомерных пор в мембранах эукариотических клеток. CDC может влиять на широкий спектр физиологических процессов в организме хозяина, включая активацию комплемента, повышающую регуляцию продукции цитокинов, ингибирование респираторного всплеска и бактерицидной активности полиморфноядерных лейкоцитов и моноцитов, являясь цитотоксичными для полиморфноядерных лейкоцитов и макрофагов [3].

Отмечена способность *T. pyogenes* продуцировать внеклеточную нейраминидазу. Исследователи изолировали данный фермент, используя ионообменную хроматографию с

DEAE целлюлозой и последующей фильтрацией в геле. В очищенном виде нейраминидаза представляет собой протеин с молекулярной массой 50 кДа при pH 6,0, температурный оптимум 55 °С. На ферментную активность протеина не влияют ионы металлов и этилендиаминтетрауксусная кислота (EDTA). Нейраминидаза (сиалидаза) это фермент, который расщепляет остатки сиаловой кислоты из углеводов и гликопротеинов и делает их доступными в качестве источника углерода для бактерий. Для полной адгезии к эпителиальным клеткам бактерия содержит две нейраминидазы (гены *nanH* и *nanP*), а для богатой коллагеном ткани – коллагенсвязывающий белок (*cbpA*). Также *T. pyogenes* содержит фибриногенсвязывающие белки, ДНКазу и различные протеазы. Роль поверхностных микробных компонентов (MSCRAMMs), связывающих фибриноген, фибронектин и коллаген как фактор вирулентности была подтверждена несколькими исследованиями. Коллагенсвязывающий белок привязывается к коллагенам типов I, II и IV; фибриногенсвязывающий белок привязывается к фибриногену, может способствовать фагоцитозу PMNs; фибронектин, связывающий белок, привязывается к фибронектину. Далее ДНКазу разрушает нуклеиновые кислоты хозяина. Полагают, что ДНКазу помогает в освобождении бактерий через деполимеризацию высоковязкой ДНК, высвобождаемой из клеток-хозяев при воспалительных поражениях, и делает нуклеотиды доступными для утилизации бактерий [11].

С помощью обменной хроматографии и гельфильтрации у *T. pyogenes* изолировали фермент протеазу. Очищенный энзим имел молекулярную массу 37 кДа при pH 7,5, температурный оптимум 50 °С. Наряду с этим отмечают, что *T. pyogenes* обладает выраженными протеолитическими свойствами, которые обусловлены наличием пяти протеаз серина. Из них три протеазы с молекулярной массой 69, 59, и 55 кДа продуцировали штаммы, выделенные как от коров, так и от свиней. Четвертую протеазу с молекулярной массой 108 кДа, продуцировали штаммы, выделенные только от свиней и пятую, с молекулярной массой 102 кДа, продуцировали штаммы, выделенные только от коров. Протеазы разрушают белки хозяина, высвобождая аминокислоты, могут разрушать белки, например, такие как IgA.

*T. pyogenes* также экспрессирует поверхностные белки, которые необходимы для ад-

гезии и колонизации. Данные белки кодируются генами *fimA*, *fimC*, *fimE* и *fimG* и называются фимбриями. Это – длинные, тонкие и прямые выросты, расположенные на поверхности бактерии, которые значительно тоньше и короче жгутиков. Они образуют биопленки на ее поверхности и позволяют бактерии прикрепляться к эпителиальным клеткам и препятствуют ее захвату нейтрофилами. *T. ruogenes* также вторгается и выживает внутри эпителиальных клеток и может выживать в макрофагах до 72 часов, что указывает на важную роль взаимодействия бактерии с клетками-хозяевами во время патогенеза [17].

#### **Устойчивость *T. ruogenes* к факторам внешней среды.**

Возбудитель остается жизнеспособным при культивировании на кровяном агаре с последующим хранением при 4 °С в течение 10-12 недель, а при 18 - 20°С - не более 8-10 недель. Лиофилизированные культуры сохраняют патогенность в течение девяти месяцев. При 55 °С гибель бактерий наступает в течение 20 мин. Раствор азотнокислого серебра действует на *T. ruogenes* губительно в течение нескольких секунд. Бактерии остаются жизнеспособными не более 30 с в 2%-м растворе соды, 5 мин в 5%-м растворе известкового молока. Низкая устойчивость к воздействию внешних факторов объясняется отсутствием у возбудителя споро- и капсулообразования.

Установлена гибель *T. ruogenes* в течение 10-ти мин при воздействии 0,005 % раствора вофастерила. Дезинфицирующее действие на *T. ruogenes* оказывают: молочная кислота, раствор Люголя, формалина, сульфата меди, спирта и этиакридина. Микроорганизм сохраняет жизнеспособность на стандартных средах и в составе маститного секрета при 18-20°С в течение трех месяцев. Хранение бактерий при 4 °С на скошенном кровяном агаре в пробирках с парафиновыми пробками позволяет продлить их жизнеспособность до 9-ти месяцев. Отмечено сохранение биологических свойств *T. ruogenes* более месяца в раневом содержимом при -12 °С. Обычные дезинфицирующие быстро действуют на *T. ruogenes*. Хорошо себя зарекомендовали хлорамин и гипохлорит натрия с содержанием активного хлора 0,2-0,4 % [22].

#### **Предрасполагающие к развитию заболеваний факторы.**

Основной причиной возникновения инфекций, обусловленных условно-патогенными микроорганизмами, является нарушение им-

мунного гомеостаза. Важной группой факторов являются функциональные нарушения иммунной системы. Например, иммуносупрессия, вызванная одновременно инфекциями других патогенов. Создание крупных товарных ферм способствует возникновению множества эндогенных и экзогенных факторов, которые могут влиять на здоровье животных и возникновение инфекций бактериальной этиологии.

Эндогенные факторы обусловлены механическими повреждениями, травмами кожи и других тканей. Гнойные поражения обычно образуются в тканях, которые ранее подвергались воспалительному процессу или в тканях, жизнеспособность которых была ослаблена действием других факторов. Так, травмы молочной железы приводят к маститу и метастатическому артриту; загрязнение и воспаление пуповины у новорожденных - к воспалению пупочной вены и, как следствие, вызывает сепсис из-за *T. ruogenes*. Кастрация и внутримышечные инъекции без соблюдения правил антисептики приводят к образованию гнойных поражений, вызванных *T. ruogenes*. Эти типы процедур могут быть осложнены распространением местного воспалительного процесса в мошонке при кастрации, что приводит к развитию перитонита; воспаление в месте инъекции может способствовать развитию лимфангита.

Формированию гнойных поражений на конечностях способствуют нарушения зоогигиенических требований к содержанию определённого вида животных (высокая влажность, неправильное кормление и т.д.).

**Патогенез.** *T. ruogenes* является нормальным жителем кишечного тракта свиней, оленей, крупного рогатого скота и других животных. Больные животные выделяют бактерии с экскрементами, загрязняя окружающую среду, кожу и слизистые. Заражение происходит при употреблении в пищу загрязненного корма или при проглатывании зараженной почвы. Животные также могут заразиться через открытые порезы и раны на коже, когда бактерии передаются мухами. *T. ruogenes* может жить в кишечнике животных, не причиняя вреда. Однако, если бактерия мигрирует в другие области организма, то размножение в различных органах приводит к патологическим процессам. *T. ruogenes* может передаваться напрямую через слизистые оболочки и открытые раны при контакте. Ассоциированное влияние *T. ruogenes* с другими бактериями

ми приводит к развитию гнойных поражений и абсцессам в различных органах и тканях, включая легкие, кожу, конечности, печень, лимфатические узлы и т. д. Животные могут заразиться не только через открытые порезы и раны на коже, но также при миграции бактерии из ротовой полости, дыхательного и урогенитального трактов в другие области тела. В таком случае *T. ruogenes*, размножаясь и распространяясь по всему организму, отягощает патогенез развития заболевания. Заражение людей может произойти при контакте с животными, преимущественно через раны [5].

Процесс колонизации к клеткам хозяина осуществляется с помощью адгезинов, таких как фимбрии. Они способствуют скоплению микроорганизмов на слизистых оболочках хозяина. Труеперелла является факультативным внутриклеточным микроорганизмом, который может инфицировать как эпителиальные клетки, так и макрофагальные. Микроорганизм содержит различные факторы патогенности, которые помогают ему связываться с тканями, которые богаты коллагеном, фибриногеном и фибронектином. Нейраминидазы раздражают сиаловые кислоты клеток хозяев и делают оболочку клетки более проницаемой для патогенов, способствуют распознаванию рецептора на клетке хозяина. Бактерия попадает в клетки эпителия или в макрофаги посредством эндоцитоза. После внедрения *T. ruogenes* выходит из вакуоли эндоцитоза в цитоплазму с помощью цитолизина и пиолизина. Последний относится к семейству порообразующих токсинов, которые образуют трансмембранные поры, что приводит к лизису клетки. Затем в клетке действуют ДНКаза, которая разрушает нуклеиновые кислоты хозяина, и различные протеазы, которые разрушают белки хозяина, высвобождая аминокислоты и разрушая IgA. Способность выживать в макрофагах способствует распространению инфекции по всему организму.

**Клинико-морфологическое проявление заболевания, вызванного *Trueperella ruogenes*.** Клинические проявления *T. ruogenes* у домашних животных разнообразны: маститы, пневмонии, метриты, артриты, лимфадениты, отиты, перитониты, пиодермит, поражения пуповины, эндокардит, остеомиелит, образование абсцессов в различных органах и тканях, инфекции мочевыводящих и половых путей [15].

Наиболее типичным клиническим симптомом инфекции *T. ruogenes* является наличие

абсцессов в подкожной клетчатке, органах или в мышцах, которые обнаруживаются только посмертно во время вскрытия. Размер абсцессов изменяется и колеблется от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров в диаметре. Они окружены жесткой толстой волокнистой капсулой с зеленовато-желтым гнойным содержимым внутри, которое имеет жидкую или гранулированную консистенцию. Абсцессы образуются в различных частях тела, после чего происходит развитие гнойных воспалений костей, костного мозга, суставов, легких, сердечной мышцы, матки, почек, печени и молочной железы. Возникновение абсцессов приводит к значительным финансовым потерям, связанным с необходимостью выбраковки туш как непригодных для употребления в пищу человеком.

Общим клиническим последствием инфекций *T. ruogenes* у свиней является низкая репродуктивность, которая сильно выражена у свиноматок с бессимптомным течением болезни. Эти расстройства проявляются в тяжелых и длительных опоросах, рождении слабого потомства и отсутствии желаний спариваться у хряков из-за болезненности в конечностях. Важной проблемой свиноводства является также необходимость выбраковки свиноматок из племенного стада на фермах, зараженных *T. ruogenes*. Необходимость отбирать свиноматок связана с возникновением поражений в репродуктивной системе, что приводит к бесплодию, эмбриональной смерти, абортам, нарушению полового цикла. Еще одной причиной выбраковки свиноматок является нарушение лактации, характеризующееся снижением выработки молока, что приводит к смерти половины поросят в период подсоса. Поражения, вызванные *T. ruogenes* в молочной железе свиноматки, не позволяют поросятам правильно получать молозиво и молоко, вследствие чего, недоедающие поросята становятся слабыми и умирают в течение первых дней жизни. Повреждение молочной железы также способствует усилению агрессивности свиноматок, вызванных болью, ощущаемой во время сосания [9].

Инфекция *T. ruogenes* приводит к большим экономическим потерям в хозяйствах, специализирующихся на содержании мелкого рогатого скота. Значительны потери овец и коз из-за развития у них инфекционной хромоты, обусловленной остеомиелитом, вследствие образования абсцессов в мягких тканях вокруг кости. Животные часто занимают си-

дичую позу. При артритах у овец суставы сильно раздуты, деформированы, болезненны, горячие на ощупь и наполнены желто-зеленым гноем, который стекает снаружи через многочисленные свищи. Синовиальная мембрана и суставная капсула переполнены. Эти поражения приводят к деформированию, анкилозирующему артриту и, в дальнейшем, к развитию сепсиса. Иногда у пораженных животных происходит паралич задних конечностей и гнойный остеомиелит, что приводит к патологическим переломам длинных костей и позвонков, а также компрессии спинного мозга. Остеоартрит, который может возникнуть в ходе инфекции *T. pyogenes*, вызван фибрилляцией хряща в эпифизах длинных костей, а также эрозией и язвами суставного хряща.

В легких под воздействием бактерии образуется гнойно-некротическое воспаление, сопровождающееся плевритом, васкулитом и тромбозом. Гнойный процесс начинается в глубоких слоях легких, постепенно покрывая большие участки ткани с последующим некрозом легочных альвеол. Гной, накопленный в легочной ткани, иногда мигрирует с места воспаления, оставляя пустые полости в зонах поражения. Это приводит к распространению инфекции в данной части легкого или переносу инфекционного процесса в соседние органы. Миграция бактерий с абсцессов, расположенных в суставах или в мышечной ткани, может привести к обширному миокардиту и повреждению сердечного клапана.

*T. pyogenes* может вызывать у животных геморрагический гастрит. Заселение желудка свиней возбудителем приводит к значительному повреждению слизистой и язвам. В этих случаях бактерии могут попадать через кровеносное русло в паренхиматозные органы, вызывая образование в них абсцессов. *T. pyogenes* также может вызвать геморрагический некротизирующий спленит.

Бактерия также вызывает острый мастит у молочного скота. Экономические потери, вызванные этим заболеванием, обусловлены не только летальностью коров, но и сокращением выработки молока. Еще одна проблема молочных коров – это развитие эндометрита. Потери складываются от лечения воспалительных состояний матки, снижения рождаемости, сокращения производства молока и выбраковки животных.

**Лабораторная диагностика.** Диагностика инфекций *T. pyogenes* основана на выделении культуры и ее последующей фенотипической

идентификации. Материал для исследования получают из молока, абсцессов, бронхоальвеолярного лаважа, лимфатических узлов, крови, спинномозговой жидкости, маточных выделений, спермы и различных тканей при вскрытии. Образцы высевают на агар с дефибрированной кровью овцы (5%) и инкубируют аэробно в присутствии 5% CO<sub>2</sub> при 37 °С в течение 96 часов. Те же образцы помещают на среду МакКонки и выдерживают в аналогичных условиях. При необходимости образцы высевают на агар с овечьей кровью и инкубируют в микроаэрофильных условиях при 37 °С в течение 7 дней.

Колонии, морфологически схожие с *T. pyogenes*, подвергают фенотипическим тестам, включая тест CAMP со *Staphylococcus aureus*, гидролиз эскулина и желатина, восстановление нитратов, уреазу и производство кислоты из глюкозы, мальтозы, маннита, сахарозы и ксилозы. Проводят окрашивание по Граму, тесты для определения чувствительности к антибиотикам. Также идентификация проводится с применением времяпролетной масс-спектрометрии как методом прямого нанесения, так и с помощью непрямого протокола.

Пневмония диагностируется путем выделения чистой культуры из бронхоальвеолярной лаважной жидкости и абсцессов легких. Мастит диагностируется с помощью strip-cup теста (проба путем сдаивания первых струек молока) и Калифорнийского теста на мастит. Клинические и субклинические случаи рассматриваются как проявление мастита.

Идентификация вида может быть подтверждена генотипически путем амплификации и секвенирования супероксиддисмутазы А, кодирующей ген *sodA* эталонных штаммов, и последующего конструирования олигонуклеотидного праймера *T. pyogenes sodA*.

#### **Лечение инфекционной патологии, вызванной *Trueperella pyogenes*.**

Преобладающее количество штаммов *T. pyogenes* чувствительны к пенициллину G, амоксициллину, метициллину, цефалотину, цефалперазону, пристиномицину, канамицину, гентамицину, спектиномицину, хлорамфениколу, ванкомицину, новобиоцину, рифампицину, бацитрацину, хлортетрациклину, окситетрациклину, тилозину и виргинамицину. К стрептомицину устойчивы 59 % штаммов, к тетрациклину, доксициклину и миноциклину — 67 %, к эритромицину, спирамицину и линкомицину - 12 % [21].

Несмотря на высокую чувствительность изолятов *T. pyogenes* *in vitro* к множеству антимикробных препаратов (> 90 %), неблагоприятный исход наблюдается после антибактериальной терапии *in vivo* у домашнего скота, особенно в случаях мастита. Плохие результаты терапии в основном связывают с неэффективностью обычных противомикробных препаратов при достижении микроорганизмов внутри пиогранулематозных очагов поражения. Кроме того, неточность и запоздалая диагностика также способствуют неблагоприятному прогнозу при арканобактериозах у домашних животных, особенно при гнойной пневмонии.

**Специфическая профилактика инфекционной патологии, вызванной *Trueperella pyogenes*.** В настоящее время в РФ существует только два препарата, направленные на специфическую борьбу с арканобактериозом вызванным *T. pyogenes*, а именно для комплекс-

ной иммунопрофилактики некробактериоза - вакцина «Нековак» и «Овикон», но при этом остается нерешённым вопрос контроля иммуногенной активности препаратов по указанному компоненту. В некоторых источниках сообщается, что однократная инъекция двухвалентного бактериального токсина *T. pyogenes* – *F. necrophorum* уменьшала распространенность абсцессов печени у крупного рогатого скота. Иммунобиологических средств специфической профилактики заболеваний свиней, вызванных данным бактериальным агентом в России, пока не существует. Таким образом, можно говорить об актуальности разработки вакцин против *T. pyogenes*, для чего требуется изучение биологических свойств изолятов, циркулирующих на территории Российской Федерации, и селекция антигенных иммуногенных штаммов, которые могут быть заложены в основу средств специфической профилактики арканобактериозов.

#### **Список используемых источников**

1. Barksdale, L. The genus *Corynebacterium* // *The Procaryotes*. Berlin-Heidelberg Springer, 1981. - №2. - P.1827-1837.
2. Barnham, M. *Actinomyces pyogenes* bacteraemia in a patient with carcinoma of the colon // *J. Infect.* - 1988. - №17. - P.231-234.
3. Billington, S., Jost, B., Cuevas, W., Bright, K., Songer, J. The *Arcanobacterium* (*Actinomyces*) *pyogenes* hemolysin, *pyolysin*, is a novel member of the thiol-activated cytolysin family // *J. Bacteriol.* - 1997. - №179. - P.6100-6105.
4. Bisping, W., Amtsberg, G. Color atlas for the diagnosis of bacterial pathogens in animals. Paul Parey Scientific Publishers. - Berlin-Hamburg, 1988. - P.45-49.
5. Ericsson Unnerstad H., Lindberg A., Persson Waller K., Ekman T., Artursson K., Nilsson-Ost M., Bengtsson B. 2009. Microbial aetiology of acute clinical mastitis and agent-specific risk factors. *Vet. Microbiol.* 137: 90–97.
6. Funke, G., Graevenitz, A., Clarridge, J. III, Bernard, K. Clinical Microbiology of coryneform bacteria // *Clin. Microbiol. Rev.*-1997. - №10. - P.146-150.
7. Hinton, M. Bovine abortion associated with *Corynebacterium pyogenes* // *Bull. Vet.* - 1972. - №42. - P.753-756.
8. Hoyles, L., Falsen, E., Foster, G., Rogerson, F., Collins, M. D., 2002. *Arcanobacterium hippocoleae* sp. nov., from the vagina of a horse. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 52, 617-619.
9. Jones G, Jayappa H, Hunsaker B, Sweeny D, Rapp-Gabrielson V, et al. (2004) Efficacy of an *Arcanobacterium pyogenes*-*Fusobacterium necrophorum* Bacterin-toxoid as an aid in the prevention of liver abscesses in feedlot cattle. *Bovine Pract* 38: 36–44
10. Jones, D., 1975. A numerical study of coryneform and related bacteria. *J. Gen. Microbiol.* 87, 52-96.
11. Jost, B. H., Billington, S. J., 2005. *Arcanobacterium pyogenes*: molecular pathogenesis of an animal opportunist. *Antonie Van Leeuwenhoek.* 88, 87-102.
12. Karns, G. R., Lancia, R. A., DePerno, C. S., Conner, M. C., Stoskopf, M. K., 2009. Intracranial abscessation as a natural mortality factor for adult male white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Kent County, Maryland, USA. *J. Wildlife Dis.* 45, 196-200.
13. Kielstein, P. Korynebakterien-infektionen. In: Beer, J. Infektionskrankheiten der haustiere. Teil II. Mykoplasmosen, bakterielle Krankheiten, Pilzinfektionen und intoxicationen protothekeninfektionen. - 3 Auflage. Gustav Fischer Verlag. - Jena, 1987. - S.483-493.

14. Künnemann, O., 1903. Ein Beitrag zur Kenntniss der Eitererreger des Rindes. *Arch. Wiss. Prakt. Tierheilk.* 29, 128.
15. Lewis, G. S. 1997. Uterine health and disorders. *J. Dairy Sci.* 80:984-994
16. Lipton, M., Isalska, B. *Corynebacterium pyogenes meningitis // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* - 1983. - №46. - P.873-874.
17. Machado, V.S. and Bicalho, R.C.: Complete genome sequence of *Trueperella pyogenes* an important opportunistic pathogen of livestock. *Genome Announcement*, 2(2), e00400-14, 2014
18. Martínez, J., Jaro, P. J., Aduriz, G., Gómez, E. A., Peris, B., Corpa, J. M., 2007. Carcass condemnation causes of growth retarded pigs at slaughter. *Vet J.* 174, 160-164.
19. Minnikin D. E., Goodfellow, M., Collins, M. D., 1978. Lipid composition in the classification and identification of coryneform and related taxa. In: Bonsfield, I. J., Cally, A. G., (Eds.): *Coryneform Bacteria.* Academic Press, New York, London, 85-160.
20. Ohba, T., Shibahara, T., Kobayashi, H., Kubo, M., Takashima, A., Imai, S., Murakami, S., Kadota, K., 2007. Hemorrhagic necrotizing splenitis in a slaughter pig infected with *Arcanobacterium* species. *J. Vet. Med. Sc.* 69, 449-453.
21. Purdom, M, Seaman, A., Woodleine, M. The bacteriology and antibiotic sensitivity of *Corynebacterium pyogenes* // *Vet. Rev. Annot.* - 1958. - №4. - P.55-91.
22. Rolle, M. *Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre für Tierärzte, Biologen und Agrarwissenschaftler. Lehrbuch für Praxis und Studium.* - 5 Auflage. Ferdinand Enke Verlag. - Stuttgart, 1984. - S.878-884.
23. Ross, R., Christian, L., Spear, M. The role of certain bacteria in mastitis-metritis agalactia of sows. - 1969. - P. 106-118.
24. Semambo, D., Boyd, J., Taylor, D., Ayliffe, T., Omran, S. Ultrasonographic study of early embryonic loss induced by *Actinomyces pyogenes* in cattle // *Vet. Rec.* - 1992. - №131. - P.7-12.
25. Yassin, A. F., Hupfer, H., Siering, C., Schumann, P., 2011. Comparative chemotaxonomic and phylogenetic studies on the genus *Arcanobacterium* Collins et al. 1982 emend. Lehnen et al. 2006: proposal for *Trueperella* gen. nov. and emended description of the genus *Arcanobacterium*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 61, 1265-1274.

## РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ И ГЕНЕТИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

---

УДК 636.32/.38.082

### КЛИНИЧЕСКИЕ, МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У ОВЕЦ ОТ ВНУТРИ- И МЕЖЛИНЕЙНОГО ПОДБОРА

АГАРКОВА Н.А.,  
аспирант кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных  
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет».

ЧЕРНОБАЙ Е.Н.,  
доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой частной зоотехнии, селекции  
и разведения животных ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет».

ЕФИМОВА Н.И.,  
кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела овцеводства  
ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ».

АНТОНЕНКО Т.И.,  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления животных и общей биологии  
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет».

БАГАМАЕВ Б.М.,  
доктор ветеринарных наук, профессор кафедры терапии и фармакологии  
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет».

**Реферат.** В результате проведенных исследований, авторами изучены клинико-физиологические и морфо-биохимические показатели у молодняка овец породы джалгинский меринос разной линейной принадлежности в СПК «Племзавод Вторая Пятилетка» Ипатовского района. Исследования направлены на изучение приспособленности животных к определенным условиям среды обитания позволяют выявить наиболее высокопродуктивных и резистентных особей данной породы или генотипа обладающих наследственностью позволяющей вести дальнейшую целенаправленную селекцию стада. Установлено, что при отбивке ягнят отмечается снижение пульса и частоты дыхания у кроссированных животных (медиум×стронг) в сравнении со сверстниками I «файн», II «медиум» и III «стронг» группами: по частоте пульса – у ярок на 6,1, 1,1 и 2,1% и баранчиков – на 7,2 %, 2,2 % и 6,2 % соответственно, а по частоте дыхания кроссированные ярки уступали сверстникам – на 7,7 %, 2,7 и 2,7 %, по баранчикам – 9,7 %, 6,7 и 6,7 %. В тоже время, животные линии «медиум» (II группа) имели частоту пульса ниже по сравнению со сверстниками I и III групп: по яркам - на 5,1 % и 1,1 %, по баранчикам – на 5,2 % и 4,2 %. Высокие физиологические показатели связываем с лучшей адаптацией кроссированных животных, которые подтверждаются морфо- и биохимическими показателями крови. Молодняк, полученный от кросса – баранов-производителей линии в типе «медиум» и маток линии в типе «стронг» отличался лучшими биохимическими показателями крови и естественной резистентностью, что указывает на более высокую адаптацию организма и потенциальные возможности их продуктивных качеств.

**Ключевые слова:** клинические показатели, физиологические показатели, морфологические показатели, молодняк овец, линии овец, адаптация.

### CLINICAL, MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICATORS OF SHEEP FROM INSIDE AND INTERLINE SELECTION

AGARKOVA N.A.,  
post-graduate Student of the Private Zootechnics, Breeding and Breeding of Animals, Stavropol  
State Agrarian University.

## РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ И ГЕНЕТИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

---

CHERNOBAY E.N.,

doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Private Zootechnics, Breeding and Breeding of Animals, Stavropol State Agrarian University.

EFIMOVA N.I.,

candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Sheep Breeding Department, VNIIOK - a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasian FNATs".

ANTONENKO T.I.,

candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of Animal Feeding and general biology of the Stavropol State Agrarian University, Stavropol.

BAGAMAEV B.M.,

Doctor of vet. Sciences, Professor, Department of Therapy and Pharmacology, Stavropol State Agrarian University.

**Essey.** As a result of the conducted research, the authors studied the clinical, physiological, morphological and biochemical parameters in Dzhalgин merino sheep young of different linear affiliation in the APC "Plemzavod Vtoraya pyatiletka" of Ipatovsky District. The studies are aimed at studying the adaptability of animals to certain environmental conditions and make it possible to identify the most highly productive and resistant individuals of a given breed or genotype that have heredity, which allows further targeted selection of the herd. It was found that when weaning lambs, a decrease in pulse rate and respiration rate was observed in crossed animals (medium x strong) compared to herd mates in groups I ("fine"), II ("medium") and III ("strong"): in terms of pulse rate in ewe lambs by 6.1; 1.1 and 2.1% and in young rams by 7.2; 2.2 and 6.2%, respectively, and in terms of respiratory rate the crossed ewe lamb were inferior to herd mates by 7.7; 2.7 and 2.7%, young rams were inferior by 9.7; 6.7 and 6.7%. At the same time, the animals of the medium line (group II) had a lower pulse rate compared to herd mates of groups I and III: in ewe lambs by 5.1 and 1.1%, in young rams by 5.2 and 4.2%. We associate high physiological indices with the best adaptation of crossed animals, which are confirmed by morphological and biochemical parameters of blood. Young animals got from crosses of stud rams of the line in the medium type and ewes of the line in the strong type were distinguished by better biochemical blood parameters and natural resistance, which indicates a higher adaptation of the organism and potential opportunities of their productive qualities.

**Key words:** clinical indicators, physiological indicators, morphological indicators, young sheep, lines of sheep, adaptation.

**Введение.** Исследования, направленные на изучение приспособленности животных к определенным условиям среды обитания, позволяют выявить наиболее высокопродуктивных и резистентных особей данной породы или генотипа, обладающих наследственностью позволяющей вести дальнейшую целенаправленную селекцию стада. При клинических и морфо-биохимических исследованиях можно установить наиболее выгодных для разведения животных с максимальным генетическим потенциалом роста и развития.

Для получения овцеводческой продукции высокого качества и рентабельности ее производства следует учитывать климатические условия и адаптационные возможности животных [2].

Селекция овец предусматривает наряду с

продуктивными показателями и выявление наиболее приспособленных особей к среде разведения, что является актуальным.

**Целью исследований** являлось изучение клинических, морфологических и биохимических показателей овец разных генотипов породы джалгинский меринос в условиях засушливой зоны Ставропольского края СПК «Племзавод Вторая Пятилетка» Ставропольского края.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводили на молодняке овец породы джалгинский меринос разной линейной принадлежности и их кроссах. Для этого были сформированы 4 опытных группы по 10 голов ярок и баранчиков разных генотипов по схеме опыта (таблица 1).

## РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ И ГЕНЕТИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Животные линии «файн» характеризуются шерстью тониной 17,0-20,5 мкм, с мелко и четко выраженными извитками по всему волокну, отличной оброслостью спины и брюха.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Варианты спаривания линий	
	бараны-производители	овцематки
I	файн	файн
II	медиум	медиум
III	стронг	стронг
IV	медиум	стронг

Животные линии «медиум» отличаются средней величиной, сочетают в себе высокие шерстные качества и имеют диаметр шерстяных волокон 20,6-23,0 мкм.

Овцы линии «стронг» характеризуются крупной величиной, длинной шерстью с тониной от 23,1 до 27,0 мкм.

Клинико-физиологические показатели животных (температура тела °С; частота дыхания и в мин, частота пульса, количество ударов сердца в мин) определяли методом случайной выборки у 10 ярок и баранчиков при рождении и при отбивке от матерей, используя при этом общепринятые методы анализа (Агафонова В.И., 2002). Количество общего белка с его фракциями, показатели резистентности (бактерицидная - БАСК, лизоцимная - ЛАСК) определялись у овец до кормления, используя при этом общепринятые методы анализа ВНИИОК (2013) [3].

**Результаты исследования.** Для выявления линейного и кроссированного влияния на адаптационные качества ярок и баранчиков в период отъема была изучена динамика клинико-физиологических показателей (таблица 2).

Изучаемые клинико-физиологические показатели находились в пределах физиологической

нормы. Температура тела как при рождении, так в период отбивки у ярок и баранчиков колебалась при рождении от 38,5 до 38,8 °С и при отбивке – от 39,1 до 39,7 °С. Увеличение температуры тела животных при отбивке связываем со стрессом и адаптацией к высоким летним температурам воздуха. Также отмечаем, повышение температуры у кроссированных животных по сравнению с линейными сверстниками по яркам от 0,2 до 0,3 °С и по баранчикам от 0,3 до 0,4 °С, что связываем с высоким обменом веществ в организме. Известно, что повышение уровня температуры тела на 1 °С приводит к повышению резистентности организма.

В тоже время при рождении частота пульса и дыхания у животных разных генотипов была в норме и не выявлено определенной закономерности, но при отбивке отмечается уменьшение пульса и частоты дыхания у кроссированных животных. Так, частота пульса у кроссированных ярок по сравнению со сверстниками I, II и III групп ниже на 6,1 (P<0,01), 1,1 и 2,1% и баранчиков – на 7,2 % (P<0,001), 2,2 % (P>0,05) и 6,2 % (P<0,001), соответственно. По частоте дыхания кроссированные ярки уступали сверстникам – на 7,7 % (P<0,001), 2,7 и 2,7 % (P>0,05), по баранчикам – 9,7 % (P<0,001), 6,7 и 6,7 % (P<0,001). В тоже время, животные линии «медиум» (II группа) имели частоту пульса ниже по сравнению со сверстниками I и III групп: по яркам - на 5,1 % (P<0,05) и 1,1 %, по баранчикам – на 5,2 % и 4,2 % (P<0,05). Низкие физиологические показатели связываем с лучшей адаптацией данных животных.

Изучение морфо- и биохимических показателей, позволяет прогнозировать дальнейшую продуктивность животного и судить о состоянии здоровья и интерьерных особенностях животных [1].

Таблица 2 – Клинические показатели (Т, П, Д) у овец разных генотипов (n=10)

Группа	Температура тела, °С		Частота в минуту			
			пульса		дыхания	
	ярки	баранчики	ярки	баранчики	ярки	баранчики
При рождении						
I (файн)	38,8±0,2	38,7±0,1	110±1,1	107±0,2	73±0,5	67±0,1
II (медиум)	38,6±0,1	38,7±0,2	103±1,5	105±0,3	72±0,2	66±0,3
III (стронг)	38,5±0,1	38,8±0,1	106±0,6	108±0,2	64±0,3	62±0,2
IV (♂II × ♀III)	38,8±0,1	38,5±0,2	107±0,2	105±0,3	65±0,4	60±0,4
После отбивки от овцематок						
I (файн)	39,1±0,1	39,3±0,2	99±1,40	97±1,21	39±0,46	31±0,30
II (медиум)	39,2±0,2	39,4±0,1	94±1,27	92±1,35	37±0,52	30±0,32
III (стронг)	39,2±0,1	39,4±0,1	95±1,35	96±1,16	37±0,40	30±0,41
IV (♂II × ♀III)	39,4±0,1	39,7±0,1	93±1,42	90±1,08	36±0,36	28±0,33

## РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ И ГЕНЕТИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Морфологический и биохимический состав крови животных определяли в лаборатории биохимии ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» (таблица 3).

У линейных овец характерно некоторое увеличение гематологических показателей с повышением живой массы и шерстного волокна. У кроссированных животных IV группы в период отбивки отмечаются высокие показатели морфологического состава крови, чем у линейных животных (I-III групп). Это свидетельствует о том, что у кроссированных животных в период отбивки происходило усиление окислительно-восстановительных процессов в организме по сравнению с линейными животными в связи с физиологическими особенностями данных линий, что повлияло на их морфологический состав крови.

Следует отметить, что все изучаемые показатели крови находились в пределах физиоло-

гической нормы. Установлено, что по количеству общего белка и его фракций самые высокие показатели имели кроссированные животные от баранов-производителей в типе «медиум» и маток «стронг». Среди линейных животных лучшие показатели отмечены у животных линии в типе «стронг».

Так, кроссированные ярки по общему белку крови превосходили сверстниц I, II и III группах на 17,3 % ( $P < 0,05$ ); 8,6 и 4,6%; а баранчики - на 6,9 % ( $P < 0,05$ ); 5,2 и 0,3 %, соответственно. Большим содержанием общего белка среди линейных животных (I-III), отличались животные линии «стронг» (III группа). Ярки достоверно превосходили сверстников I группы – на 12,1 % ( $P < 0,05$ ) и недостоверно II группу – на 3,8% ( $P > 0,05$ ), а баранчики III группы превосходили линейных сверстников на 6,6 % ( $P < 0,05$ ) и 5,0 % ( $P > 0,05$ ), соответственно.

Таблица 3 – Биохимические и гематологические показатели крови овец

Показатель	Группа							
	I		II		III		IV	
	ярки	баран- чики	ярки	баран- чики	ярки	баран- чики	ярки	баран- чики
Лизоцимная актив- ность, %	44,84 ±0,97*	45,67 ±1,39	46,68 ±1,25	47,82 ±0,68	48,00 ±0,67	47,53 ±1,64	50,52 ±2,38	49,79 ±1,71
$C_v$ , %	0,05	0,05	0,06	0,03	0,03	0,08	0,09	0,08
Бактерицидная активность, %	65,32 ±0,62	68,36 ±1,53	66,02 ±2,04	68,85 ±1,74	66,85 ±3,67	70,15 ±2,64	68,16 ±3,66	70,62 ±3,38
$C_v$ , %	0,02	0,04	0,07	0,06	0,11	0,08	0,11	0,11
Гемоглобин, г/л	81,44 ±1,44	91,80 ±1,31	85,90 ±1,46	93,82 ±0,83	87,41 ±1,51	94,52 ±1,11	90,51 ±1,69	96,30 ±1,06
$C_v$ , %	0,04	0,03	0,04	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,48 ±0,30	6,24 ±0,33	5,60 ±0,30	6,41 ±0,32	5,64 ±0,30	6,61 ±0,38	5,80 ±0,28	6,62 ±0,38
$C_v$ , %	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	0,14	0,11	0,13
Общий белок, г/л	66,20 ±1,49	78,24 ±0,95	71,48 ±0,78	79,47 ±1,36	74,23 ±2,15	83,41 ±2,29	77,63 ±2,15	83,63 ±2,22
$C_v$ , %	0,05	0,02	0,02	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06
Альбумины, г/л	31,03 ±2,35	37,14 ±1,78	32,53 ±3,90	37,86 ±1,42	34,16 ±0,99	39,48 ±2,29	34,48 ±0,99	39,27 ±1,97
Глобулины, г/л	35,15 ±2,42	41,10 ±1,56	38,97 ±2,20	41,61 ±2,03	40,22 ±2,25	43,53 ±2,23	43,12 ±2,35	44,36 ±2,14
$C_v$ , %	0,15	0,07	0,13	0,12	0,11	0,14	0,12	0,11
$\alpha$	6,98 ±0,70	8,38 ± 0,82	7,10 ±0,17	8,75 ±0,54	7,35 ±0,37	8,57 ±0,66	7,52 ±0,38	8,43 ±0,98
$\beta$	9,48 ±0,85	10,43 ±2,03	10,63 ±0,85	10,33 ±1,00	11,00 ±1,67	11,99 ±0,94	11,01 ±1,33	11,41 ±1,10
$\gamma$	18,69 ±2,51	22,29 ±2,24	21,20 ±0,94	22,53 ±2,21	21,71 ±1,60	22,97 ±1,64	24,59 ±1,95	24,52 ±0,84

Примечание:  $C_v$  – коэффициент вариации, \* $P < 0,05$

## РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ И ГЕНЕТИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

По уровню альбуминов кроссированные ярки превосходили при недостоверной разнице сверстниц I, II и III группы на 11,1 %; 6,0 и 0,9 % ( $P>0,05$ ), а кроссированные баранчики имели превосходство только над I и II группами – на 5,7 и 3,7% % ( $P>0,05$ ).

Кроссированные животные IV группы по количеству глобулинов в сыворотке крови достоверно превосходили среди ярков только сверстниц I группы – на 22,7% ( $P<0,05$ ), а кроссированные баранчики IV группы превосходили сверстников I, II и III группы при недостоверной разнице на 8,0 %; 6,6 и 1,9 %, соответственно.

По концентрации  $\alpha$ -глобулиновой фракции кроссированные ярки имеют превосходство над животными I, II и III групп на 7,7; 5,9 и 2,3%,  $\beta$ -глобулиновой фракции – 16,1; 3,6 и 0,1% и  $\gamma$ -глобулиновой фракции – 31,6; 16,0 и 13,3 %, соответственно. Кроссированные баранчики по  $\alpha$ -глобулиновой фракции в крови имели превосходство над I группой на 0,6 % и уступали сверстникам II и III группам на 3,8 и 1,7 % ( $P>0,05$ ), по  $\beta$ -глобулиновой фракции превосходили I, II и III группы на 9,4%; 10,5 и 3,8 % ( $P>0,05$ ) и  $\gamma$ -глобулиновой фракции превосходство составило над всеми группами соответственно – на 10,0; 8,8 и 2,3 %.

Сравнительное изучение показателей гуморальных факторов защиты (ЛАСК, БАСК) у опытного молодняка свидетельствовало о том, что сыворотка кроссированных животных обладала более высокой лизоцимной и бактерицидной активностью по сравнению с опытными группами линейных сверстников.

У кроссированных ярков уровень ЛАСК в 14 месячном возрасте выше, чем у сверстников I; II и III групп – на 5,7 ( $P<0,05$ ), 3,8 ( $P>0,05$ ), 2,5 % ( $P>0,05$ ), а ярки III группы линии в типе

«стронг» достоверно превосходили сверстниц I группы – на 3,2% ( $P<0,05$ ) и недостоверно II группу – на 1,3% ( $P>0,05$ ). По бактерицидной активности сыворотки крови ярки IV группы превосходили при недостоверной разнице своих сверстников I; II и III групп – на 2,8; 2,1 и 1,3 % , свидетельствует о более высоком защитном потенциале. Такая же тенденция наблюдалась и по кроссированным баранчикам.

Таким образом, молодняк, полученный от кросса – баранов-производителей линии в типе «медиум» и маток линии в типе «стронг» отличался лучшими биохимическими показателями крови и естественной резистентностью, что указывает на лучшую адаптацию организма и высокие потенциальные возможности их продуктивных качеств. А среди линейных животных лучшие показатели отмечены в III группе – линии в типе «стронг».

**Выводы.** Изученные особенности клинических показателей, морфологического и биохимического состава крови, уровня резистентности ярков и баранчиков разных вариантов подбора находились в пределах физиологической нормы. Выявленная закономерность, выразившаяся в высоком содержании эритроцитов, максимальной насыщенности их гемоглобином, более высокой степени нарастания активности естественной резистентности у кроссированного молодняка, полученного от баранов линии «медиум» и овцематок линии «стронг», указывает на лучшую адаптацию организма и высокие потенциальные возможности их продуктивных качеств. Полученные нами данные позволяют предположить, что уровень естественной резистентности, является объективным информативным критерием оценки и прогноза продуктивности овец в раннем возрасте.

### Список использованных источников

1. Иванов Р.В., Хомподоева У.В., Афанасьев И.И. Биологические особенности акклиматизации домашних овец в условиях Якутии // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2015. – Т.12. – № 1. – С. 31-42.
2. Чамурлиев Н.Г., Искан Ю.А. Использование антистрессовых препаратов при производстве говядины: монография. – Волгоград: ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА ИПК «Нива», 2010. – 88 с.
3. Чижова Л.Н., Михайленко А.К., Ольховская Л.В. и др. Руководство по определению резистентности у овец: методические указания. – Ставрополь: ВНИИОК, 2013. – 25 с.

### List of sources used

1. Ivanov R.V., Khompodoeva U.V., Afanasyev I.I. Biological features of the acclimatization of domestic sheep in the conditions of Yakutia // Bulletin of the Northeast Federal University. M.K. Ammosov. - 2015. - T.12. - No. 1. - S. 31-42.
2. Chamurliiev N.G., Iskan Yu.A. The use of anti-stress drugs in the production of beef: a monograph. - Volgograd: Federal State-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Volgograd State Agricultural Art Institute IPK "Niva", 2010. - 88 p.
3. Chizhova L.N., Mikhailenko A.K., Olkhovskaya L.V. et al. Guide for the determination of resistance in sheep: guidelines. - Stavropol: VNIIOK, 2013. - 25 p.

УДК 636.32/.38.035

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СЕРТИФИЦИРОВАННОЙ ШЕРСТИ ОВЕЦ  
ТОНКОРУННЫХ ПОРОД СТАВРОПОЛЬЯ**

ШУМАЕНКО С.Н.,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела овцеводства ВНИИОК – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ».

ЕФИМОВА Н.И.,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела овцеводства ВНИИОК – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ».

**Реферат.** В стадах овец тонкорунных пород Ставрополя актуальной является работа по совершенствованию их генетической структуры. В ведущих хозяйствах пород манычский меринос, ставропольская, советский и джалгинский меринос созданы популяции овец, сочетающие высокую шерстную и мясную продуктивность. С целью повышения конкурентоспособности мериносового овцеводства в крае выведена новая порода овец мясо-шерстного направления продуктивности - российский мясной меринос. В современных экономических условиях эффективность тонкорунного овцеводства зависит от качества производимого шерстяного сырья, при оценке которого используется сертификация продукции. В статье дан сравнительный анализ качества сертифицированной немытой шерсти, полученной от овец российского мясного мериноса и животных ставропольской породы, манычского, советского и джалгинского мериносов, а также усредненного показателя для новой мясо-шерстной породы и пород шерстного направления продуктивности. Результаты сертификации показывают, что произведенная в ведущих племенных заводах шерсть от овец разных тонкорунных пород (169850 кг), имеет отличное 64 качество. Средняя тонина шерсти, настриженной в хозяйствах от овец породы РММ, составляет 21,80 мкм, СТ, ММ, СМ и ДЖ - 21,63 мкм. Шерсть характеризуется I длиной, имеет усредненный показатель - 73,79 мм. Выход чистого волокна в производственных партиях достаточно высокий и находится на уровне 63,35% с колебаниями: min – 59,83%; max – 68,02%. У РММ он равняется 63,90%, СТ, ММ, СМ и ДЖ, в среднем - 62,80%. Усредненные данные свидетельствуют, что в партиях немытой необезжиренной шерсти тонкорунных овец продуцируется 8,95% шерстного жира и 12,59% пота. Установлено, что более желательное соотношение жир:пот свойственно товарной массе шерсти овец породы РММ - 0,75.

**Ключевые слова:** тонкорунные породы, сертификация шерсти, тонина, длина, выход чистого волокна, жир и пот.

**COMPARATIVE EVALUATION OF CERTIFIED SHEEP WOOL FROM FINE-WOOL  
BREEDS OF THE STAVROPOL TERRITORY**

SHUMAENKO S.N.,

candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Sheep Breeding Department at VNIIOK, branch of the FSBSI «North Caucasus FARC»

EFIMOVA N.I.,

candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Sheep Breeding Department at VNIIOK, branch of the FSBSI «North Caucasus FARC»

**Essay.** In the sheep herds of fine-wool breeds in the Stavropol Territory, work on improving their genetic structure is relevant. Sheep populations combining high wool and meat productivity were created in the leading breeding farms of the Stavropol breed, Manych, Soviet and Dzhalgin merinos. In order to increase the competitiveness of merino sheep breeding in the region, a new sheep breed of meat and wool productivity direction has been bred, this is the Russian meat merino. In modern economic conditions, the effectiveness of fine-wool sheep breeding depends on the quality of the produced wool raw materials, which are evaluated using product certification. The article provides a comparative analysis of the quality

of certified greasy wool obtained from Russian meat merino sheep and animals of the Stavropol breed, Manych, Soviet and Dzhalgin merinos, as well as an averaged index for new wool and meat breed and breeds of the wool productivity direction. Certification results show that the wool from sheep of different fine-wool breeds (169850 kg) produced in leading breeding factories has an excellent 64<sup>th</sup> quality. The average fineness of wool clipped in farms from sheep of the Russian meat merino breed has made 21.80 microns, from sheep of the Stavropol breed, Manych, Soviet and Dzhalgin merinos it is 21.63 microns. Wool is characterized by I length, has averaged rate of 73.79 mm. The yield of clean fiber in production batches is quite high and is at the level of 63.35 %, with fluctuations: min. – 59.83 %; max. – 68.02 %. For Russian meat merino it is 63.90 %, for the Stavropol breed, Manych, Soviet and Dzhalgin merinos it is on average 62.80 %. Averaged data indicate that in batches of greasy non-fat-free wool from fine-wool sheep, 8.95 % of wool fat and 12.59 % of wool sweat are produced. It was found that a more desirable wool fat : wool sweat ratio is characteristic of the marketable sheep wool mass of the Russian meat merino (0.75).

**Keywords:** fine-wool breeds, wool certification, fineness, length, clean fiber yield, wool fat and wool sweat.

**Введение.** В настоящее время в ведущих племенных заводах Ставрополя актуальной является работа по совершенствованию генетической структуры овец тонкорунных пород, сочетающих высокую шерстную и мясную продуктивность. Селекция в племенных стадах овец ставропольской породы, манычского, советского и джалгинского мериносов направлена, в первую очередь, на сохранение наиболее ценного поголовья, повышение продуктивности, типизацию и консолидацию наследственных свойств заводских животных [1. - С. 23; 2. - С. 13; 3. - С. 53; 4. - С. 105].

В крае для повышения конкурентоспособности тонкорунного овцеводства на основе использования лучшего отечественного и мирового генофонда создана новая порода овец мясошерстного направления продуктивности - российский мясной меринос, обладающая повышенной мясной продуктивностью и генетически обусловленной тонкой шерстью (до 22 мкм) отличного качества [5. - С. 145; 6. - С. 25; 7. - С. 10; 8. - С. 50].

Эффективность мериносового овцеводства в современных экономических условиях зависит от качества производимого шерстяного сырья [9. - С. 27; 10. - С. 6; 11. - С. 17].

Сертификация продукции является одним из основных общепринятых механизмов управления ее качеством, востребованность которой возросла, в соответствии с решением Правительства Российской Федерации о субсидировании производства и реализации тонкой и полутонкой шерсти (постановление Правительства РФ от 02.07.2015 года № 667).

В России добровольную сертификацию шерсти осуществляет ВНИИОК – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», Орган по

сертификации которого, имеет соответствующую в национальной системе аккредитацию.

Племенные заводы Ставропольского края ежегодно осуществляют добровольную сертификацию продукции. В хозяйствах–оригинаторах породы российский мясной меринос впервые проведена сертификация немытой шерсти с определением ее кондиционно-чистой массы и основных показателей качества.

**Целью исследований** является сравнительная оценка основных показателей сертифицированной шерсти, получаемой от овец породы российский мясной меринос и животных ставропольской породы, манычского, советского и джалгинского мериносов, которые явились материнской основой при выведении новой породы.

**Материал и методика исследования.** В процессе исследований, проведенных в колхозе - племзаводе «Маныч» и СПК (колхоз-племзавод) «Путь Ленина» Апанасенковского района, СПК колхозе-племзаводе им. Ленина Арзгирского района и СПК «Племзавод Вторая пятилетка» Ипатовского района Ставропольского края, проводилась классировка и сортировка товарной массы шерстяного сырья в соответствии с методическими рекомендациями ВНИИОК [12] и государственным стандартом ГОСТ 28491-90 [13].

Сертификация шерсти осуществлялась по показателям и методам их измерения, утверждённым в межгосударственном стандарте на шерсть [14], который гармонизирован с международными требованиями стандартов ИВТО.

Испытания шерсти и сертификация осуществлялась по схеме 7, которая предусматривает испытание образца шерсти, отобранного заявителем под контролем Органа по сертификации от всех упаковочных единиц продажной партии,

## ЧАСТНАЯ ЗООТЕХНИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

и сертификат соответствия оформляется на продажную партию [15].

Сравнение основных показателей сертифицированной шерсти после сортировки общей массы шерсти проводили между партиями шерсти, полученными от овец российского мясного меринуса и животных ставропольской породы, манычского, советского и джалгинского мериносов, а также усредненного показателя для новой мясо-шерстной породы и пород шерстного направления продуктивности.

**Результаты исследования.** Сравнительный анализ качества сертифицированной немытой шерсти показывает, что произведенная в ведущих племенных хозяйствах шерсть от овец разных тонкорунных пород (169850 кг), имеет отличное качество (таблица 1).

В настоящее время одним из основных показателей, предопределяющим прядильную способность и рыночную стоимость шерсти, является ее тонина. Тонкая шерсть 70 и 64 качества (тониной до 23 мкм), пользуется повышенным спросом.

При сортировке товарной массы шерстяного сырья установлено, что шерсть имеет 64 качество. Средняя тонина шерсти, настриженной в хозяйствах от овец мясо-шерстного направления продуктивности (РММ), составляет 21,80 мкм, шерстного (СТ, ММ, СМ, ДЖ) - 21,63 мкм.

Результаты проведенного сравнительного анализа качества сертифицированной немытой шерсти демонстрируют, что произведенная в племенных заводах шерсть от овец разных по-

пуляций, характеризуется I длиной, в среднем 73,79 мм.

Статистически достоверной разницы по длине среди сравниваемых партий шерсти нами не выявлено. В товарной массе шерсти, полученной от овец новой породы, длина шерстного волокна составляет 72,29 мм, животных шерстного направления - 75,29 мм.

Следует отметить, что шерсть, настриженная от манычского меринуса, характеризуется большей длиной (83,08 мм), по сравнению с другими тонкорунными породами на 4,0-22,0 %.

Результаты сертификации произведенной шерсти показывают, что выход чистого волокна в производственных партиях, полученных от тонкорунных овец разного направления продуктивности, достаточно высокий и находится на уровне 63,35 % с колебаниями: min – 59,83 %; max – 68,02 %. В среднем, у российского мясного меринуса он равняется 63,90 %, ставропольской породы, манычского, советского и джалгинского мериносов - 62,80 %.

Жиропот имеет большое практическое значение для сохранения качества шерсти как в период ее роста на овце, так и при стрижке, классировке, хранении и промышленной переработке.

В результате сертификации выявлено, что в шерсти, произведенной овцами разных тонкорунных пород, количество жира находится на уровне 8,95 % с колебаниями: min – 7,58 %; max – 10,11 %.

Таблица 1 - Основные показатели сертифицированной шерсти овец тонкорунных пород Ставрополя

Название хозяйства	Масса шерсти, кг	Тонина, мкм	Длина, мм	Выход чистого волокна, %	Жир, %	Пот, %	Жир: Пот	Масса шерсти, кг	Тонина, мкм	Длина, мм	Выход чистого волокна, %	Жир, %	Пот, %	Жир: Пот
Манычский меринос				Российский мясной меринос										
Колхоз племзавод «Маныч»	40861	21,96	83,08	60,76	8,34	12,47	0,67	2426	21,15	75,94	59,83	10,11	15,59	0,65
Советский меринос				Российский мясной меринос										
СПК колхоз - племзавод им. Ленина	23700	21,64	74,62	64,01	9,01	14,22	0,63	15433	21,99	75,24	68,02	9,88	9,63	1,02
Ставропольская порода				Российский мясной меринос										
СПК (колхоз-племзавод) «Путь Ленина»	36100	21,89	69,54	64,03	7,58	10,67	0,71	2055	21,07	69,88	60,99	9,30	11,22	0,83
Джалгинский меринос				Российский мясной меринос										
СПК «Племзавод Вторая Пятилетка»	43875	21,09	79,91	62,41	8,31	12,51	0,67	5400	21,85	68,10	66,79	9,08	14,45	0,63
Средние показатели	144536	21,63	75,29	62,80	8,31	12,46	0,67	25314	21,80	72,29	63,90	9,59	12,72	0,78

**Примечание:** ММ – манычский меринос, СМ – советский меринос, СТ – ставропольская порода, ДЖ – джалгинский меринос, РММ – российский мясной меринос.

Установлено, что в товарной массе шерсти, настриженной от овец нового мясо-шерстного направления продуктивности, производится несколько большее его количество – 9,59 %.

Сравнительный анализ качества сертифицированной немойтой шерсти позволяет отметить, что в шерсти, полученной от овец тонкорунных пород разного направления продуктивности, количество пота составляет 12,59 % с колебаниями: min – 9,63 %; max – 15,59 %.

Основным критерием технологической ценности жиропота является соотношение жир:пот, которое определяет его потребительскую ценность.

Следует отметить, что более желательное соотношение жир: пот свойственно товарной массе шерсти овец породы российский мясной меринос - 0,78, что обуславливает его лучшую технологическую ценность.

Анализ и обобщение данных сертификации демонстрируют, что среди партий шерсти российского мясного мериноса более желательное соотношение жир: пот - 1,02 свойственно товарной массе шерстяного сырья, произведенного в СПК колхозе-племзаводе им. Ленина.

В производственных партиях, полученных от животных ставропольской породы, манычского, советского и джалгинского мериносов, это соотношение, в среднем, равняется 0,66.

Шерсть, производимая в хозяйствах, реализуется по цене 250-270 рублей за 1 кг немойтой шерсти на фабрику ООО «Квест – А» Карачаево-Черкесской Республики и ООО «Производственная ассоциация «Маныч» Ставропольского края.

**Выводы.** Подводя итоги данного исследования, следует отметить, что произведенная в ведущих племенных заводах Ставрополья шерсть от овец разных тонкорунных пород, имеет отличное 64 качество (21,07-21,99 мкм).

Сравнительный анализ качества сертифицированной шерсти показывает, что средняя тони-

на шерсти, настриженной в хозяйствах от овец породы РММ составляет 21,80 мкм, СТ, ММ, СМ и ДЖ - 21,63 мкм. Произведенная в племенных заводах шерсть характеризуется I длиной, имеет усредненный показатель - 73,79 мм. Выход чистого волокна в производственных партиях, полученных от тонкорунных овец разного направления продуктивности, достаточно высокий и находится на уровне 63,35 % с колебаниями: min – 59,83 %; max – 68,02 %. У РММ он равняется 63,90%, СТ, ММ, СМ и ДЖ, в среднем - 62,80 %. Усредненные данные показывают, что в партиях немойтой необезжиренной шерсти тонкорунных овец производится 8,95 % шерстного жира и 12,59 % пота. Более желательное соотношение жир:пот свойственно товарной массе шерсти овец породы РММ - 0,75, что обуславливает его лучшую технологическую ценность.

Следовательно, производственные партии шерсти, полученные от овец породы российский мясной меринос мясо-шерстного направления продуктивности, характеризуются отличными качественными параметрами. При этом сравнение проводилось с партиями шерсти, получаемой от пород овец, являющихся лучшими по шерстной продуктивности среди мериносов.

Резюмируя выше изложенное, следует отметить, что для повышения эффективности мериносового овцеводства на Ставрополье целесообразно ориентироваться на производство наиболее ценной шерсти 70 и 64 качества, на которую имеется постоянный спрос на рынке, как в стадах овец ставропольской породы, манычского, советского и джалгинского мериносов, так и новой перспективной породы российский мясной меринос. Для улучшения качества производимого шерстяного сырья и дополнительного субсидирования производства тонкой шерсти в ведущих племенных заводах края необходимо проводить сертификацию продукции.

#### **Список использованных источников**

1. Абонеев В.В., Шумаенко С.Н. Использование производителей породы манычский меринос из разных репродукторов и разных линий в товарных стадах // Зоотехния. - 2014. - №3. - С. 23-24.
2. Ефимова Н.И., Завгородняя Г.В. Мясная продуктивность потомков от баранов пород советский меринос и австралийский мясной меринос // Сб. науч. тр. Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. - 2011. - Т. 1. - № 4-1. - С. 13-14.
3. Генетическая сочетаемость родительских пар в овцеводстве и продуктивность потомства / Л.Н. Чижова, С.Н. Шумаенко, Е.Н. Барнаш, Г.Н. Шарко // В кн.: Инновации и современные технологии в сельском хозяйстве / Сборник научных статей по материалам международной интернет-конференции. - 2015. - С. 53-56.

4. Повышение конкурентоспособности тонкорунных овец породы советский меринос / Н.И. Ефимова, Е.Н. Чернобай, С.Н. Шумаенко, Т.И. Антоненко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 7. - С.104-109.
5. Продуктивность молодняка овец в зависимости от индекса антигенного сходства родителей / А.В. Скокова, Е.Н. Барнаш, Г.Н. Шарко и др. // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. - 2014. - Т. 1. - №7 (1). - С. 145-149.
6. Шумаенко С.Н., Ефимова Н.И., Бобрышов С.С. Количественные и качественные показатели шерстной продуктивности овец желательного типа создаваемой породы // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2016. - Т. 2. - № 9. - С. 25-31.
7. Целевые индикаторы и признаки породы российский мясной меринос / М.И. Селионова, С.Н. Шумаенко, Н.И. Ефимова и др. // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. - 2017. - Т. 2. № 10. - С. 10-16.
8. Новая порода овец – российский мясной меринос / Х.А. Амерханов, М.В. Егоров, М.И. Селионова и др. // Сельскохозяйственный журнал. - 2018. - Т.1. - № 11. - С. 50-56.
9. Абонеев В.В., Шумаенко С.Н. Шерстная продуктивность помесных ярок // Зоотехния. - 2002. - № 11. - С. 27-28.
10. Товарные свойства овчин баранчиков основных плановых пород Ставропольского края / И.И. Дмитрик, Г.В. Завгородняя, А.И. Суров и др. // Ветеринария Кубани. - 2011. - № 3. - С. 6-8.
11. Ефимова Н.И., Скорых Л.Н., Копылов И.А. Шерстная продуктивность потомков от производителей импортной селекции // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. - 2015. - Т. 2. - № 8. - С. 17-21.
12. Завгородняя Г.В., Дмитрик И.И., Павлова М.И. Классировка тонкой шерсти // Методические рекомендации. - Ставрополь, 2015.
13. ГОСТ 28491-90 «Шерсть овечья невытая с отделением частей руна». Технические условия. - М. – 1990.
14. ГОСТ 30702-2000 «Шерсть. Торговая сельскохозяйственно-промышленная классификация». - М. – 2001.
15. О сертификации и качестве шерсти / Н.К. Тимошенко, Н.Т. Разгонов, И.А. Баженова и др. // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2019. - № 1. – С. 28-31.

#### **List of sources used**

1. Aboneev V.V., Shumaenko S.N. The use of producers of the Manych Merino breed from different reproducers and different lines in commodity herds // Zootechny. - 2014. - No. 3. - S. 23-24.
2. Efimova N.I., Zavgorodnaya G.V. Meat productivity of offspring from sheep of breeds of the Soviet Merino and Australian meat merino // Sat. scientific tr Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production. - 2011. - T. 1. - No. 4-1. - S. 13-14.
3. Genetic compatibility of parental pairs in sheep breeding and progeny productivity / L.N. Chizhova, S.N. Shumaenko, E.N. Barnash, G.N. Sharko // In the book: Innovations and modern technologies in agriculture / Collection of scientific articles on the materials of the international Internet conference. – 2015. - S. 53-56.
4. Improving the competitiveness of fine-wool sheep of the Soviet merino breed / N.I. Efimova, E.N. Chernobay, S.N. Shumaenko, T.I. Antonenko // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2018. - No. 7. - S.104-109.
5. The productivity of young sheep, depending on the index of antigenic similarity of parents / A.V. Skokova, E.N. Barnash, G.N. Sharko et al. // Collection of scientific papers of the Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production. - 2014. - T. 1. - No. 7 (1). - S. 145-149.
6. Shumaenko S.N., Efimova N.I., Bobryshov S.S. Quantitative and qualitative indicators of the wool productivity of sheep of the desired type of breed being created // Collection of scientific works of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding. 2016. - Т. 2. - No. 9. - S. 25-31.
7. Target indicators and signs of the breed Russian meat merino / M.I. Selionova, S.N. Shumaenko, N.I. Efimova et al. // Collection of scientific works of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding. - 2017. - Т. 2. No. 10. - S. 10-16.

**ЧАСТНАЯ ЗООТЕХНИЯ,  
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА**

---

8. A new breed of sheep - Russian meat merino / Kh.A. Amerkhanov, M.V. Egorov, M.I. Selionova et al. // *Agricultural Journal*. - 2018.- T.1. - No. 11. - S. 50-56.
9. Aboneev V.V., Shumaenko S.N. Wool productivity of crossbreeds // *Zootechny*. - 2002. - No. 11. - S. 27-28.
10. Commodity properties of sheepskin rams of the main planned breeds of the Stavropol Territory / II. Dmitrik, G.V. Zavgorodnaya, A.I. Surov et al. // *Veterinary Medicine of the Kuban*. - 2011. - No. 3. - S. 6-8.
11. Efimova N.I., Skorykh L.N., Kopylov I.A. Wool productivity of descendants from manufacturers of imported breeding // *Collection of scientific works of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding*. - 2015. - T. 2. - No. 8. - S. 17-21.
12. Zavgorodnaya G.V., Dmitrik II, Pavlova M.I. Classification of thin wool // *Methodical recommendations*. - Stavropol, 2015.
13. GOST 28491-90 "Sheep unwashed wool with separation of parts of the fleece." Technical conditions - M. - 1990.
14. GOST 30702-2000 "Wool. Commercial agricultural industrial classification." - M. - 2001.
15. About certification and quality of wool / N.K. Timoshenko, N.T. Razgonov, I.A. Bazhenova et al. // *Sheep, goats, woolen work*. - 2019. - No. 1. – P. 28-31.

УДК 339.564:664.7

**УЛУЧШЕНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ  
КАК ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ДИВЕРСИФИКАЦИИ  
ЭКСПОРТА РОССИЙСКОГО ЗЕРНА\***

ЗЮКИН Д.А.,

кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, ФГБОУ ВО Курская ГСХА,  
e-mail: nightingale46@rambler.ru.

СОЛОШЕНКО Р.В.,

доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономических и финансовых дисциплин, ФГБОУ ВО Курская ГСХА.

**Реферат.** Рассматривается уровень развития транспортно-логистической инфраструктуры в России как один из главных факторов, ограничивающих увеличение экспортного потенциала зернового хозяйства страны. В исследовании представлена экспортная направленность развития зернового хозяйства на сегодняшний день – объем экспорта достиг в 2018 г. 54,8 млн. т, что составило 48,4 % от уровня производства в стране. Необходимость экспорта как регулятора излишков на внутреннем рынке определяется отставанием динамики роста внутреннего спроса на зерно от увеличения его производства, что делает экспорт основным стимулом для дальнейшего наращивания урожаев зерновых культур и фактором обеспечивающим устойчивость зернового рынка. Показано, что динамика наращивания экспорта не свидетельствует об его высокой эффективности, которая сильно страдает от недостаточно развитой транспортно-логистической инфраструктуры. Существующая логистическая инфраструктура приводит к потерям урожая зерна, снижению его качества, увеличению транспортно-логистических издержек, что негативно влияет не только на конкурентоспособность российского зерна на внешних рынках, но и приводит к росту цен на внутреннем зерновом рынке. Помимо нехватки элеваторных мощностей и их высокой капиталоемкости, недостаточного развития автомобильных дорог и железнодорожной сети, диспропорций в размещении производства и мощностей хранения, отмечается недостаток мощности портовой инфраструктуры и дефицит портовых терминалов. Все крупные импортеры российского зерна за исключением Турции, Ирана и Латвии получили через глубоководные порты Азово-Черноморского бассейна более 60 % от закупленных объемов зерна, что определяет необходимость развития логистической и портовой инфраструктуры, обеспечивающей эффективную работу глубоководных портов. Практически 90 % всех экспортных поставок зерна производятся через Азово-Черноморский бассейн, поэтому развитие портовой инфраструктуры на Дальнем Востоке послужило бы фактором к увеличению российского зернового экспорта в страны Восточной Азии и простимулировало бы развитие зернового подкомплекса в Сибири и Дальневосточных регионах.

**Ключевые слова:** зернопродуктовый подкомплекс, производство зерна, экспорт зерна, российский зерновой рынок, транспортно-логистическая инфраструктура, глубоководные порты, диверсификация, эффективность.

**IMPROVEMENT OF TRANSPORT AND LOGISTICS INFRASTRUCTURE AS A BASIS FOR  
INCREASING THE EFFICIENCY AND DIVERSIFICATION OF RUSSIAN GRAIN EXPORTS**

ZYUKIN D.A.,

candidate of science of economy, senior researcher, Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, e-mail: nightingale46@rambler.ru.

SOLOSHIENKO R.V.,

doctor of science of economy, professor of the department economical and financial disciplines, Kursk state agricultural academy named after I.I. Ivanov.

---

\* Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-310-00211.

**Essay.** The article considers the level of development of transport and logistics infrastructure in Russia as one of the main factors limiting the increase in the export potential of the grain economy of the country. The research presents the export orientation of the development of grain farming to date—the volume of exports reached in 2018 the figure of 54.8 million tons, which was 48.4% of the level of production in the country. The need for exports as a regulator of surpluses in the domestic market is determined by the lag in the dynamics of growth of domestic demand for grain from the increase in its production, which makes exports the main incentive for further increase in grain yields and a factor ensuring the stability of the grain market. The article shows that the dynamics of export growth does not indicate its high efficiency, which is strongly affected by the underdeveloped transport and logistics infrastructure. The logistics infrastructure that does not correspond to the strategic goals of increasing grain exports leads to losses of grain harvest, reduction of its quality, increase in transport and logistics costs, which negatively affects not only the competitiveness of Russian grain in foreign markets, but also leads to an increase in prices in the domestic grain market. In addition to the lack of Elevator capacity and its high capital intensity, insufficient development of roads and railway network, imbalances in the location of production and storage capacity, there is a lack of port infrastructure capacity and a shortage of port terminals. All major importers of Russian grain with the exception of Turkey, Iran and Latvia received through the deep-sea ports of the Azov-black sea basin more than 60 % of the purchased volumes, which determines the need for the development of logistics and port infrastructure to ensure the effective operation of deep-sea ports. Almost 90 % of all grain exports are made through the Azov-black sea basin, so the development of port infrastructure in the Far East would serve as a factor to increase Russian grain exports to East Asia and stimulate the development of grain subcomplex in Siberia and the Far East.

**Keywords:** grain products subcomplex of agroindustrial complex, grain production, grain exports, Russian grain market, transport and logistics infrastructure, deep-water ports, diversification, efficiency.

**Введение.** В «Долгосрочной стратегии развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 г.» [1], утвержденной Правительством РФ 10.08.2019 г., развитию экспортного потенциала зернового производства отводится большая роль. К 2024 г. планируется увеличение выручки от экспорта зерна до 11,4 млрд. долларов США, расширение географии экспорта и повышение конкурентоспособности российского зерна на международных рынках за счет повышения его качества.

Одним из главных факторов, ограничивающих развитие экспортного потенциала зернового хозяйства России, является состояние транспортно-логистической сети в стране. Проблема недостаточной пропускной способности автомобильных дорог и отсутствие железнодорожных подъездов к действующим сухопутным и портовым терминалам существенно снижают объемы завоза зерна и сдерживают возможности перевалки зерновых грузов как для целей экспорта, так и в целях межрегионального обмена зерном. Ограничения мощностей перевалки зерна через глубоководные порты не позволяет полноценно реализовать экспортный потенциал.

Несоответствующая стратегическим целям наращивания экспорта зерна логистическая инфраструктура приводит к потерям урожая

зерна, снижению его качества, увеличению транспортно-логистических издержек, что негативно влияет не только на конкурентоспособность российского зерна на внешних рынках, но и приводит к росту цен на внутреннем зерновом рынке.

В связи с возрастающей ролью внешнеэкономической деятельности в АПК России, решение проблемы транспортно-логистического обеспечения является одной из стратегических задач, достижение которой положительно отразится на увеличении экспортного потенциала зернового хозяйства и выступит в качестве фактора повышения экономической эффективности межрегионального обмена зерном [2, 9].

**Результаты исследования.** В настоящее время в научных трудах экономистов-аграрников, посвященных исследованию зернопродуктового подкомплекса с позиции его экспортоориентированности, все большее внимание уделяется факторам, определяющим возможности улучшения транспортно-логистической инфраструктуры, обеспечивающей дальнейшее увеличение экспортного потенциала подкомплекса.

Логистическая инфраструктура советского времени не была рассчитана на масштабный экспорт зерновых культур, что, обуславливает сложность воссоздания портовой инфраструк-

туры, которая в условиях разрастающейся географии российского экспорта выступает в качестве основного направления логистического развития зернопродуктового подкомплекса АПК, позволяя решать стратегическую задачу дальнейшего расширения экспортного потенциала зерна [3]. К тому же, в последние годы объемы экспорта совершили существенный скачок – если с 2002 г. поставки российского зерна в зарубежные страны редко превышали 20 млн. т (2009 г. и 2012 г. с показателями 21,8 и 22,5 млн т. как исключение), то с 2014 г. показатели экспорта зерна стабильно превышают 30 млн. т и продолжают динамично увеличиваться (рисунок 1). На данный момент рекордом по величине экспорта зерна является показатель в 54,8 млн. т, что составляет 48,4 % от уровня производства в стране (113,3 млн т.), т.е., практически половина произведенного зерна в стране идет на экспорт, доказывая экспортную направленность развития зернового хозяйства на сегодняшний день. Хотя, следует отметить, что на столь высокий процент экспорта повлиял рекордный урожай предшествующего года.

Неразвитость логистической инфраструктуры при нерационально сложившейся структуре территориального размещения портовых и элеваторных мощностей в совокупности с недостатком специализированных автомобилей, железнодорожных вагонов, элеваторов и зерновых терминалов, отвечающих современным требованиям, усугубляет противоречивость и непредсказуемость зернового экспорта

в России. В то же время требуется особое внимание к развитию экспорта зерна в рамках Евразийского экономического союза. В рамках развития экспортного потенциала зернового хозяйства государств-членов ЕАЭС, одним из ключевых направлений является создание недостающих элементов инфраструктуры зернового рынка и эффективных логистических центров с целью рационализации использования транспортных средств при перемещении крупных экспортных партий зерна, ускорения движения товарных потоков и снижения издержек. Развитие логистического обеспечения и инфраструктуры в сфере обращения зерна должно основываться на увеличении оснащенности экспорта зерна качественными мощностями по подработке, хранению и перевалке зерна путем модернизации и реконструкции действующих мощностей, строительства новых объектов и развития [4, 5].

Афанасьева И.И., Гаврилов И.В. [6] отмечают, что неудовлетворительное состояние логистической инфраструктуры в России ограничивает уровень роста экспортного потенциала зернового хозяйства. Одним из частных факторов является высокая степень износа основных средств и элеваторных мощностей, которые, при казалось бы достаточном их количестве, но нерациональном размещении по территории страны, обуславливают значительные трудности в хранении и товародвижении зерновых потоков.

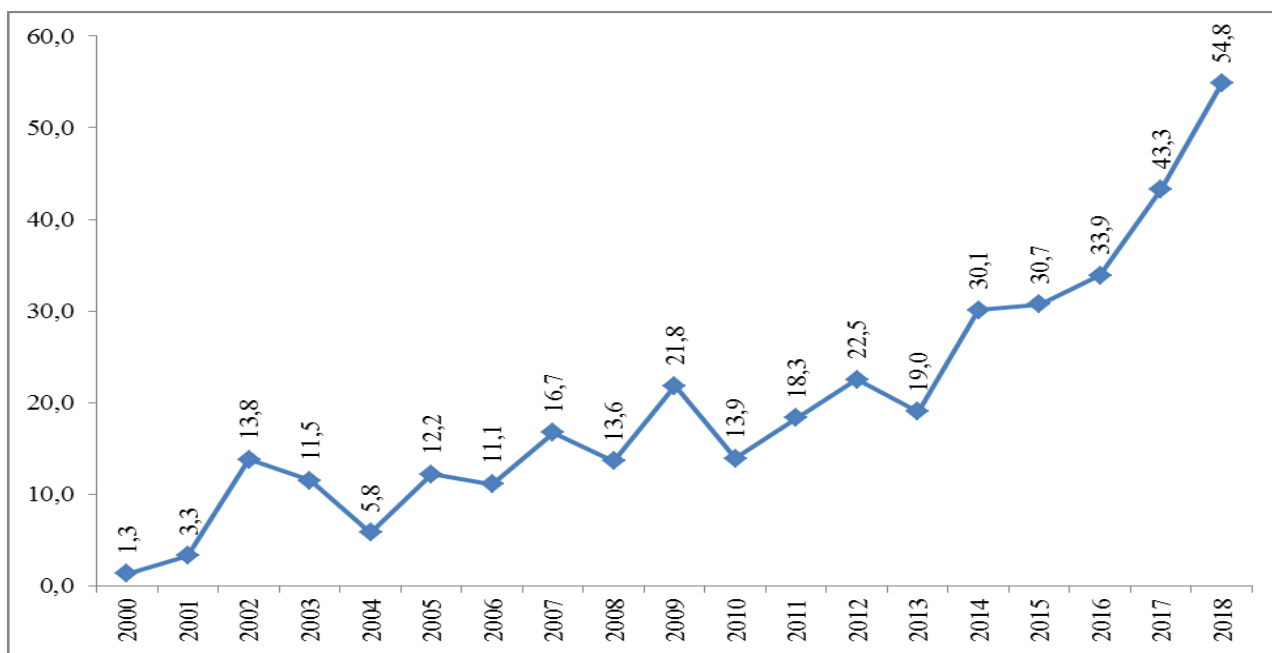


Рисунок 1 – Динамика экспорта российского зерна и зернобобовых в 2000-2018 гг., млн т.

Помимо нехватки элеваторных мощностей и их высокой капиталоемкости, недостаточно развиты автомобильные дороги и железнодорожной сети, диспропорций в размещении производства и мощностей хранения, отмечается недостаток мощности портовой инфраструктуры и дефицит портовых терминалов [7]. Этот аспект становится все более актуальным по мере изменения структуры экспорта по странам-импортерам. В сравнении с 2014 г. стала увеличиваться доля географически удаленных стран, в особенности, юго-восточной Азии – лидером прироста стал Вьетнам (прирост составил 4,6 %). В свою очередь, поставки в географически близкие страны (Турция, Иран и кавказские страны) сократились, что свидетельствует о диверсификации поставок российского зерна. Также снизилась доля в структуре экспорта Саудовской Аравии, однако тут значимым фактором является политическое противостояние на фоне событий в Сирии. Помимо стран юго-восточной Азии позитивная динамика наблюдается в странах Африки, в частности, Египет к 2018 г. вышел в лидеры по импорту российского зерна (рисунок 2).

Столь обширная география российского зернового экспорта обуславливает растущую потребность в современных портах и портовых терминалах, которые, в свою очередь, должны быть обеспечены транспортными подъездными путями, как со стороны железнодорожного сообщения, так и со стороны автомобильных дорог. Поэтому проблема отсутствия портовой инфраструктуры стоит на данном этапе довольно остро и от ее решения будет зависеть дальнейшее продвижение российского зерна на мировом рынке.

Важным является тот момент, что к большинству покупателей российского зерна экспортные поставки идут в основном через глубоководные порты. В сезон 2018/2019 гг. через глубоководные порты Азово-Черноморского бассейна (АЧБ), включая порт Кавказ, произвели перевалку 21,1 млн. т зерна, при этом только 59,8 % пришлось на основных импортеров с объемов более 500 тыс. т, что подчеркивает важность именно этого фактора при дальнейшей диверсификации поставок российского зерна.

Такие крупные импортеры как Иран и Турция получают лишь небольшой объем экспортируемого зерна через глубоководные порты АЧБ. Поставки в Иран производятся через Каспий, а в Турцию, в том числе и по сухопутным путям через Грузию или Азербайджан или Армению, что является экономически выгодным с точки зрения стоимости и сроков доставки для потоков российского зерна из регионов Поволжья и Урала. Однако в отношении географически удаленных стран для России очень важно увеличивать потенциал перевалки зерна именно через глубоководные порты. Например, Египет, будучи крупнейшим импортером российского зерна, 83,7 % закупленного объема в сезоне 2018/2019 гг. получил именно через глубоководные порты АЧБ. Все остальные основные партнеры за исключением Турции, Ирана и Латвии получили через глубоководные порты АЧБ более 60 % от закупленных объемов, что определяет необходимость развития логистической и портовой инфраструктуры, обеспечивающей эффективную работу глубоководных портов АЧБ (рисунок 3).

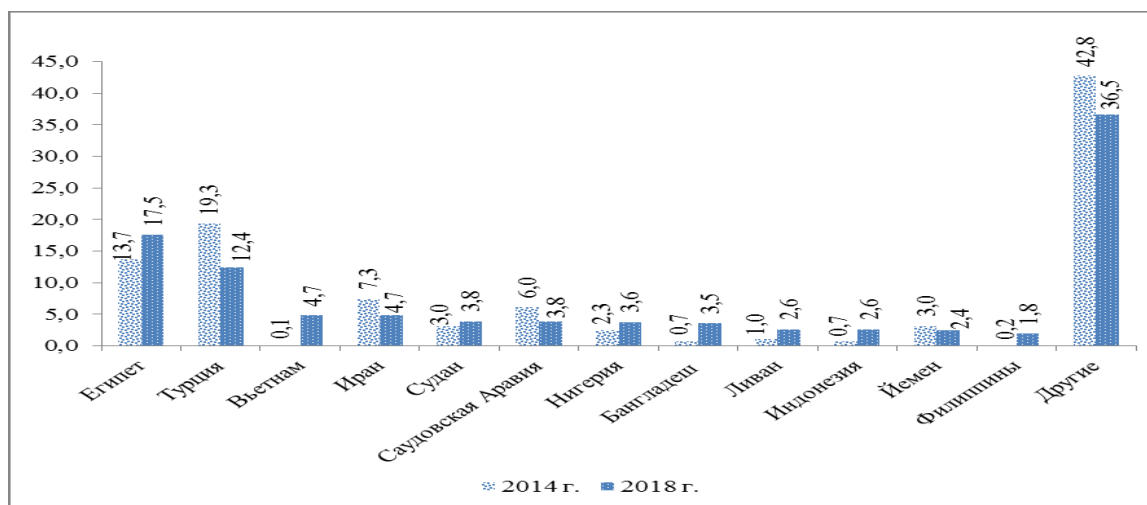


Рисунок 2 – Структура экспорта российского зерна по ТОП-12 странам-импортерам, в 2014-2018 гг., %

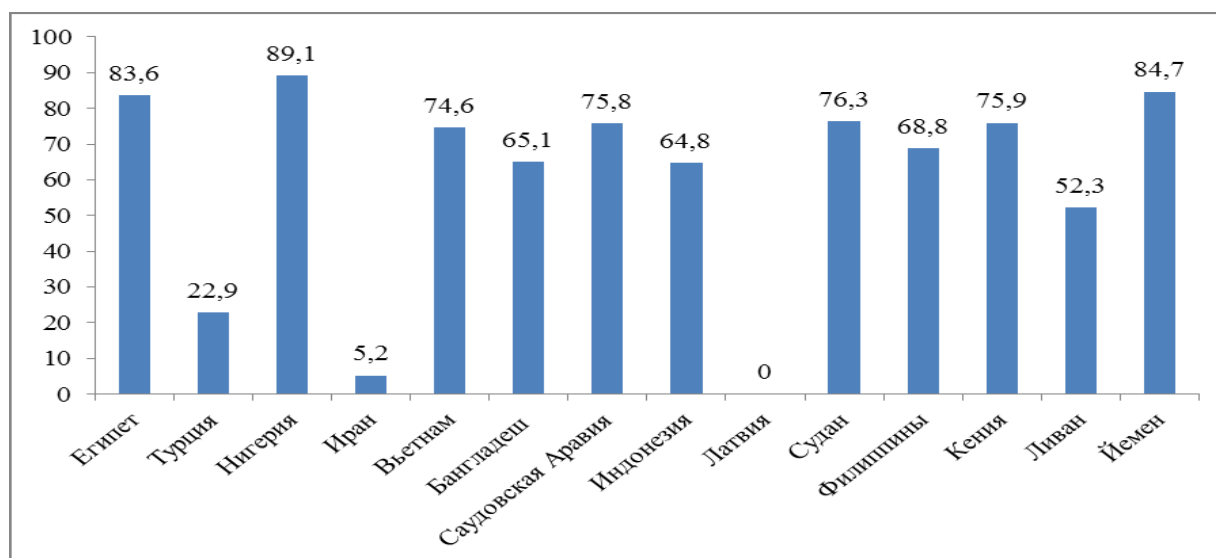


Рисунок 3 – Доля поставок зерна от общего объема закупок через порты АЧБ среди крупнейших российских импортеров в период июль 2018 г. – июль 2019 г., %

Такой большой объем проходимого зерна через порты АЧБ обуславливается отсутствием реальных альтернатив перенаправить экспортные потоки. В первую очередь, это географический фактор, который определяет концентрацию основных зернопроизводящих регионов в логистической близости к АЧБ. Порты Балтийского моря актуальны в некоторой степени для фирм-экспортеров, находящихся в регионах Северо-Западного федерального округа, продвигающих зерно, производимое в южных областях Центрального федерального округа.

Доля Крымских портов в настоящий момент времени пока также остается на крайне низком уровне. Митько О.А. [8] отмечает, что это происходит в большей степени из-за отсутствия определенности в ассортиментной политике и количественных параметров продукции, которую планируют перемещать через эти порты (ранее эти порты использовались для перемещения зерна и зернопродуктов Украиной), а также из-за дефицита судов, которые могли бы работать в портах г. Керчи и Севастополя.

Дальневосточные порты с точки зрения перевалки зерна считаются не вполне выгодными из-за высоких тарифов на железнодорожные перевозки, нехватки специализированных терминалов на Дальнем Востоке и прочих факторов, поэтому зерно из Сибири эффективнее транспортировать в порты европейской части России. Поэтому, по нашему мнению, развитие портовой инфраструктуры на Дальнем Востоке послужило бы фактором к увеличению российского зернового экспорта

в страны Восточной Азии и простимулировало бы развитие зернового подкомплекса в Сибири и Дальневосточных регионах.

**Выводы.** Несмотря на высокую значимость зерна в развитии животноводства, являющегося основой его кормовой базы, в последние годы стимулом для увеличения валовых сборов зерна в стране выступает именно экспорт. В долгосрочной перспективе развития зернопродуктового подкомплекса АПК мы видим снижение значимости экспорта в пользу наращивания спроса на внутреннем рынке за счет активизации развития животноводства. Однако емкость внутреннего зернового рынка увеличивается гораздо медленнее, чем повышаются урожаи зерновых. В результате чего формируется значительное перепроизводство зерна, которое активно с прибылью для бизнеса идет на экспорт – в 2018 г. экспорт зерна превысил психологически важную отметку в 50 млн. т, что составило 48,4% от величины валового сбора. Это показывает, что на сегодняшнем этапе функционирования зернопродуктового подкомплекса АПК экспорт не просто является инструментом санации внутреннего зернового рынка, за счет которого обеспечивается благоприятная для производителей зерна ценовая конъюнктура, а выступает основным стимулом для дальнейшего наращивания урожаев зерновых. Тем не менее, динамика наращивания экспорта не свидетельствует о его высокой эффективности, которая сильно страдает от недостаточно развитой транспортно-логистической инфраструктуры, в результате чего увеличиваются потери зерна, затягиваются сроки его транс-

портировки, растут транзакционные издержки. Одним из ключевых элементов совершенствования транспортно-логистической инфраструктуры является создание глубоководных портов, способствующих дальнейшему расширению объемов и географии поставок российского зерна. В условиях становления и развития цифровизации российской экономики создание современной логистической инфраструктуры должно опираться на передовые информационные и инновационные технологии с целью рациональной организации движения товарных потоков, снижения сроков оборачиваемости зерна и минимизации издержек.

Практически 90 % всех экспортных поставок зерна производятся через Азово-Черноморский бассейн. Поставки для крупнейших покупателей российского зерна – Египта и Турции, на чью долю приходится более 30 % от общего объема экспортных поставок, идут именно по этому морскому пути. Поставки для третьего по величине экспортера – Ирана выгодны исключительно через Каспийский бассейн, но при наличии контролируемого российской стороной железно-

рожного сообщения по сухопутной территории Ирана. Через Каспий до Персидского залива было бы более удобно доставлять зерно в Объединенные Арабские Эмираты, Саудовскую Аравию, Оман, Йемен и восточноазиатские страны, что было бы быстрее, чем доставка через загруженный Суэцкий канал. Такой путь также позволил бы разгрузить Азово-Черноморский бассейн.

При наличии портовой инфраструктуры на Дальнем Востоке, специализированных мощностей хранения и перевалки, а также государственного протекционизма в формировании тарифов на железнодорожные перевозки для регионов, расположенных восточнее г. Новосибирска, открылись бы новые перспективы развития зернопродуктового подкомплекса в этих регионах с возможностью более широкого выхода на рынок Восточной Азии. В силу не слишком высокого спроса на традиционные для России виды зерновых культур, возможным было бы за счет Восточно-Сибирских и Дальневосточных регионов закрывать определенную нишу на восточноазиатском рынке, диверсифицируя структуру российского зернового экспорта.

#### Список использованных источников

1. «Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 г.» Утверждена распоряжением Правительства РФ от 10.08.2019 г. № 1796-р. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/y1IpA0ZfzdMCfATNBKGff1cXEQ142yAx.pdf> (Дата обращения 12.09.2019 г.).
2. Зюкин Д.А. Особенности и значимость зернопродуктового подкомплекса АПК как обоснование необходимости разработки стратегии его развития // Вопросы социально-экономического развития регионов. - 2018. - №2 (5). - С. 11-19.
3. Зюкин Д.А. Развитие экспортного потенциала зернового хозяйства России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - 2019. - №1. - С. 58-61.
4. Алтухов А.И. Роль территориально-отраслевого разделения труда в агропромышленном производстве страны в обеспечении продовольственной независимости // Региональный вестник. - 2015. - № 1. - С. 2-7.
5. Алтухов А.И. Развитию зернового экспорта Евразийского экономического союза необходима согласованная экспортная политика // Прикладные экономические исследования. - 2016. - № 3(13). - С. 4-9.
6. Афанасьева И.И., Гаврилов И.В. Проблемы и перспективы развития логистической инфраструктуры экспорта зерна в России // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). - 2015. - № 2(50). - С. 18-22.
7. Зюкин Д.А. Формирование стратегии развития зернопродуктового подкомплекса АПК как необходимого элемента успешной реализации политики импортозамещения продовольствия // Региональный вестник. - 2018. - № 6 (15). - С. 31-33.
8. Митько О.А. Логистические технологии перевозки и экспорта российского зерна: тенденции и перспективы // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). - 2015. - № 4 (52). - С. 33-40.
9. Зюкин Д.А. Проблемы стратегического развития зернопродуктового подкомплекса региона в современных экономических условиях // Региональный вестник. – 2018. - № 3 (12). – С. 28-29.

**List of sources used**

1. «Long-term strategy of development of the grain sector in the Russian Federation up to 2035» Approved by the decree of the RF Government dated 10.08.2019, No. 1796-R. [Electronic resource]. Mode of access: <http://static.government.ru/media/files/y1IpA0ZfzdMCfATNBKGff1cXEQ142yAx.pdf> (accessed 12.09.2019 g).
2. Zyukin D.A. Features and significance of the grain subcomplex of agriculture as a justification for the need to develop a strategy for its development // Questions of socio-economic development of regions. - 2018. - No 2 (5). - Pp. 11-19.
3. Zyukin D.A. Development of export potential of grain economy of Russia // Economics of agricultural and processing enterprises. - 2019. - No 1. - Pp. 58-61.
4. Altukhov A.I. the Role of territorial and sectoral division of labor in the agro-industrial production of the country in ensuring food independence // Regional Vestnik. - 2015. - No 1. - Pp. 2-7.
5. Altukhov A.I. development of grain exports of the Eurasian economic Union requires a coordinated export policy // Applied economic research. - 2016. - No 3(13). - Pp. 4-9.
6. Afanas'eva I.I., Gavrilov I.V. Problems and prospects of development of the logistics infrastructure of grain export in Russia // Vestnik of Rostov state economic University (RINH). - 2015. - No 2(50). - Pp. 18-22.
7. Zyukin D.A. formation of a strategy for the development of grain subcomplex agriculture as a necessary element of the successful implementation of the policy of import substitution of food // Regional Vestnik. - 2018. - No 6 (15). - Pp. 31-33.
8. Mitko O.A. Logistics technology and transportation of Russian grain exports: trends and prospects // Vestnik of Rostov state economic University (RINH). - 2015. - No 4 (52). - Pp. 33-40.
9. Zyukin D.A. Problems of the strategic development of the grain product subcomplex of the region in modern economic conditions // Regional Bulletin. - 2018. - No. 3 (12). - S. 28-29.

УДК 574:332.3

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ  
В УСЛОВИЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

ГРУНИНА О.А.,

доктор экономических наук, профессор, Московский областной казачий институт технологий и управления (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Волоколамск, e-mail: ogrunina@yandex.ru.

ЛЕВЧЕНКО В.А.,

доктор экономических наук, профессор, Курский филиал Финансовый университет при Правительстве РФ, e-mail: levchenko\_va15@mail.ru.

КУЗНЕЦОВА Е.В.,

кандидат биологических наук, доцент, Башкирский институт технологий и управления (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Мелеуз, e-mail: ekuznetsova@mfmgtutu.ru.

ПОНОМАРЕВА Л.Ф.,

кандидат биологических наук, доцент, Башкирский институт технологий и управления (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», г. Мелеуз, e-mail: ponomareva.lilya@mail.ru

**Реферат.** В исследовании рассмотрены теоретические и практические аспекты построения системы экологически-рационального землепользования в условиях обеспечения продовольственной безопасности. Не снижая актуальность обеспечения необходимого уровня продовольственной безопасности, автором обосновывается значимость учета экологической составляющей при использовании сельскохозяйственных угодий. В качестве критерия экологического риска использования земель сельскохозяйственного назначения рекомендуется использовать интегральный коэффициент экологической нагрузки. Расчет данного коэффициента осуществляется при использовании доступного математического аппарата, применение которого происходит на основе верифицированной статистической выборки. На основе адаптации интегрального коэффициента сформированы обобщающие выводы относительно уровня экологической нагрузки на сельскохозяйственные угодья в Курской области.

**Ключевые слова:** экология, экономика природопользования, рациональное землепользование, продовольственная безопасность, коэффициент экологической нагрузки.

**ECOLOGICAL ASPECTS OF RATIONAL LAND USE IN FOOD SECURITY CONDITIONS**

GRUNINA O.A.,

Doctor of Economics, Professor, Moscow Regional Cossack Institute of Technology and management (branch) of FSBEI HE "MGUTU them. K.G. Razumovsky (PKU) ", Volokolamsk, e-mail: ogrunina@yandex.ru.

LEVCHENKO V.A.,

Doctor of Economics, Professor, Kursk Branch Financial University Under the Government of the Russian Federation, e-mail: levchenko\_va15@mail.ru.

KUZNETSOVA E.V.,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Bashkir Institute of Technology and Management (branch) FSBEI HE "MGUTU them. K.G. Razumovsky (PKU) ", Meleuz, e-mail: ekuznetsova@mfmgtutu.ru.

PONOMAREVA L.F.,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Bashkir Institute of Technology and Management (Branch) FSBEI HE "MGUTU named after K.G. Razumovsky (PKU)", Meleuz,  
e-mail: ponomareva.lilya@mail.ru

**Essay.** The study examined the theoretical and practical aspects of building a system of environmentally sound land use in conditions of food security. Without reducing the relevance of ensuring the necessary level of food security, the author substantiates the importance of taking into account the environmental component when using agricultural land. As a criterion of environmental risk of the use of agricultural land, it is recommended to use the integral coefficient of environmental load. The calculation of this coefficient is carried out using an accessible mathematical apparatus, the application of which is based on a verified statistical sample. Based on the adaptation of the integral coefficient, generalizing conclusions are drawn regarding the level of environmental load on agricultural land in the Kursk region.

**Keywords:** ecology, environmental economics, rational land use, food security, environmental load coefficient.

**Введение.** Обеспечение продовольственной безопасности страны в целом и отдельного региона в части является одной из приоритетных задач управления сельскохозяйственным производством и аграрными образованиями. Решение данной задачи достигается за счет внедрения резервов использования имеющихся производственных ресурсов и интенсификации производственных процессов. В сельскохозяйственном производстве основным средством производства является земля. Именно эффективное использование земельных ресурсов создает возможность для роста объемов производства в сельском хозяйстве. Для роста эффективности использования земельных ресурсов в аграрном производстве применяют технологии, которые направлены на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, рост уровня землеотдачи. Применение данных технологий помимо положительного эффекта, который выражается в увеличении объемов производства сельскохозяйственной продукции имеет также и отрицательный эффект, который проявляется в повышении уровня экологической нагрузки на сельскохозяйственные угодья. Общепринятым понятием является тот факт, что земельные ресурсы имеют свойство к восстановлению и воспроизводству своих природных качеств с течением времени [7. – С.122; 11]. Однако, существует определенных порог техногенной и производственной нагрузки, превышение которого может привести к «смерти» земли. «Умирание» земель в данном контексте может выражаться в первую очередь в непригодности их дальнейшего использования для какого-либо сельскохозяйственного производства [3. – С.135]. В этой связи необходимо регу-

лярно отслеживать и контролировать уровень экологической нагрузки на сельскохозяйственные угодья. В процессе организации данного мониторинга необходимо обладать четким инструментарием, который позволит на основе имеющейся эмпирической базы, делать вывод о степени экологической нагрузки на сельскохозяйственные угодья.

Целью исследования является разработка методических основ и практическая адаптация методики оценки экологической нагрузки на сельскохозяйственные угодья. Для достижения данной цели в исследовании были поставлены следующие задачи:

- обосновать актуальность и практическую значимость разработки методики оценки экологической нагрузки на сельскохозяйственные угодья;

- предложить инструментарий оценки экологической нагрузки на сельскохозяйственные угодья;

- выполнить практическую апробацию методики оценки экологической нагрузки на сельскохозяйственные угодья.

**Материал и методика исследования.** В качестве основного метода исследования в работе применялся метод обобщения и интерпретации статистических данных на основе проведенных аналитических расчетов. В процессе применения данного метода исследования были обобщены статистические материалы о состоянии сельскохозяйственных земель на территории Курской области. Формирование выборки статистического исследования в работе проводилось в разрезе районов Курской области. Выполненный ретроспективный анализ показателей экологического использования земель сельскохозяйственного назначе-

ния позволил сформировать выводы об уровне экологической нагрузки на них.

Важным методом исследования, который применялся в работе, был метод группировки. При использовании данного метода возникла возможность классифицировать районы Курской области на категории в зависимости от величины интегрального коэффициента экологической нагрузки. Эмпирической базой исследования послужила выборка статистических данных на основе информации официального сайта Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Курской области.

Применение метода научного обобщения позволило сформировать ключевые выводы по результатам выполненной работы относительно уровня экологической нагрузки на сельскохозяйственные угодья в Курской области. Использование данной информации может стать основной для роста рациональности использования сельскохозяйственных угодий с точки зрения критериев экологической безопасности и охраны земли.

**Результаты исследования.** В публикациях широкого круга авторов [1. – С.22; 5. – С.88; 9. – С. 38] обосновывается высокий уровень актуальности построения действенной системы рационального природопользования в области охраны земель. При этом большинство из них также разделяют необходимость роста экономической эффективности использования сельскохозяйственных территорий. В данном противоречии важно найти грань между экономической эффективностью и экологическим ущербом, необходимо определить тот порог, когда пора «прекратить истощать землю интенсивными технологиями» и начать применять принципы «зеленого земледелия» [2. – С.5].

В идеальном варианте поиск данной грани должен быть основан на каком-либо верифицированном методическом аппарате и нахождении пороговых числовых значений ее выражения. В этой связи наиболее актуальным представляется применение интегрального коэффициента экологической нагрузки. В той или иной степени, необходимость разработки данного коэффициента затрагивается в научных публикациях ряда авторов [4. – С.1], [6. – С.93]. Большинство из них отмечают, что практическая значимость данного коэффици-

ента носит неоспоримый характер, так как позволит более рационально подходить к использованию сельскохозяйственных угодий с учетом той или иной категории их экологического риска.

Кроме того, важным критерием разработки данного коэффициента должна быть его простота в адаптации к практическому применению. В этой связи построение данного коэффициента должно происходить при использовании доступного математического аппарата, применение которого должно происходить на основе верифицированной статистической выборки [8. – С. 507].

Общая формула расчета коэффициента экологической нагрузки на сельскохозяйственные угодья имеет следующий вид:

$$K_{э.н.} = K_p \cdot K_3 \cdot K_n \cdot K_{м.у.} \quad (1)$$

где  $K_{э.н.}$  – интегральный коэффициент экологической нагрузки;

$K_p$  – коэффициент распаханности;

$K_3$  – коэффициент загрязнения металлами;

$K_n$  – пестицидная нагрузка;

$K_{м.у.}$  – химическая нагрузка.

В таблице 1 представим показатели для расчета интегрального коэффициента экологической нагрузки в Курской области.

На основе представленной в таблице 1 статистической выборки будет выполнен расчет интегрального коэффициента экологической нагрузки. По итогам расчета данного коэффициента возникает возможность провести группировку районов Курской области по критерию экологической нагрузки. В процессе проведения будут выделены четыре основных группы районов с определенным статусом экологической нагрузки. Границы статусов районов Курской области по уровню экологической нагрузки представлены в таблице 2.

В таблице 3 проведем расчет коэффициента экологической нагрузки для каждого района Курской области и определим его статус по представленной выше градационной системе. Определение статуса экологической безопасности того или иного района имеет крайне важное практическое значение, так как с учетом данного статуса должны приниматься управленческие решения в области развития охраны сельскохозяйственных земель и использования «зеленых» технологий их обработки и возделывания на административно-территориальном уровне.

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

Таблица 1 – Показатели для расчета интегрального коэффициента экологической нагрузки в Курской области

Единица выборки	Коэффициент распаханности	Коэффициент загрязнения металлами	Пестицидная нагрузка	Химическая нагрузка
Беловский район	0,76	0,106	0,592	0,539
Большесолдатский район	0,78	0,101	0,635	0,515
Глушковский район	0,63	0,106	0,722	0,540
Горшеченский район	0,84	0,095	0,687	0,481
Дмитриевский район	0,75	0,093	0,722	0,475
Железногорский район	0,94	0,109	0,644	0,553
Золотухинский район	0,62	0,105	0,635	0,533
Касторенский район	0,68	0,108	0,740	0,546
Канышовский район	0,73	0,105	0,713	0,533
Кореневский район	0,83	0,099	0,731	0,501
Курский район	0,79	0,100	0,713	0,507
Курчатовский район	0,83	0,104	0,570	0,532
Льговский район	0,74	0,107	0,585	0,546
Мантуровский район	0,73	0,086	0,473	0,441
Медвенский район	0,85	0,115	0,630	0,588
Обоянский район	0,82	0,103	0,563	0,525
Октябрьский район	0,84	0,129	0,705	0,658
Поныровский район	0,82	0,085	0,465	0,434
Пристенский район	0,77	0,093	0,510	0,476
Рыльский район	0,78	0,100	0,548	0,511
Советский район	0,74	0,082	0,623	0,581
Солнцевский район	0,82	0,090	0,593	0,553
Суджанский район	0,85	0,097	0,623	0,581
Тимский район	0,78	0,110	0,555	0,518
Фатежский район	0,8	0,105	0,548	0,511
Хомутовский район	0,79	0,110	0,638	0,595
Черемисиновский район	0,83	0,098	0,615	0,574
Щигровский район	0,87	0,097	0,630	0,588

Таблица 2 – Границы статусов районов Курской области по уровню экологической нагрузки

Название статуса	Границы коэффициента экологической нагрузки
Экологический кризис	0,0409-0,502
Экологически предкризисное состояние	0,0317-0,409
Частично экологически безопасное состояние	0,0224-0,0317
Высокий уровень экологической безопасности	0,0131-0,0224

Таблица 3 – Показатели для расчета интегрального коэффициента экологической нагрузки в Курской области

Единица выборки	Коэффициент интегральной экологической нагрузки	Статус района
1	2	3
Беловский район	0,0258	Частично экологически безопасное состояние
Большесолдатский район	0,0257	Частично экологически безопасное состояние
Глушковский район	0,0261	Частично экологически безопасное состояние
Горшеченский район	0,0263	Частично экологически безопасное состояние

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Дмитриевский район	0,024	Частично экологически безопасное состояние
Железногорский район	0,0364	Экологически предкризисное состояние
Золотухинский район	0,022	Высокий уровень экологической безопасности
Касторенский район	0,0291	Частично экологически безопасное состояние
Каньшовский район	0,0295	Частично экологически безопасное состояние
Кореневский район	0,0299	Частично экологически безопасное состояние
Курский район	0,0262	Частично экологически безопасное состояние
Курчатовский район	0,0285	Частично экологически безопасное состояние
Льговский район	0,0253	Частично экологически безопасное состояние
Мантуровский район	0,0131	Высокий уровень экологической безопасности
Медвенский район	0,0362	Экологически предкризисное состояние
Обоянский район	0,0249	Частично экологически безопасное состояние
Октябрьский район	0,0502	Экологический кризис
Поныровский район	0,0141	Высокий уровень экологической безопасности
Пристенский район	0,0174	Высокий уровень экологической безопасности
Рыльский район	0,0218	Высокий уровень экологической безопасности
Советский район	0,0221	Высокий уровень экологической безопасности
Солнцевский район	0,0243	Частично экологически безопасное состояние
Суджанский район	0,0298	Частично экологически безопасное состояние
Тимский район	0,0248	Частично экологически безопасное состояние
Фатежский район	0,0235	Частично экологически безопасное состояние
Хомутовский район	0,0331	Экологически предкризисное состояние
Черемисиновский район	0,0288	Частично экологически безопасное состояние
Щигровский район	0,0313	Частично экологически безопасное состояние

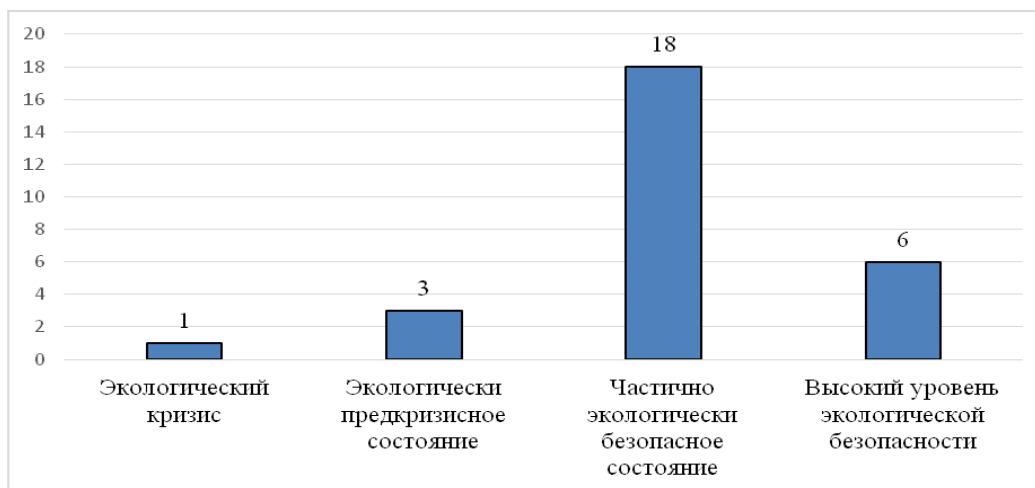


Рисунок 1 – Обобщенная количественная группировка районов Курской области по уровню экологической безопасности использования сельскохозяйственных угодий

Обобщенная количественная группировка районов Курской области по уровню экологической безопасности использования сельскохозяйственных угодий представлена на рисунке 1.

**Выводы.** В материалах данного исследования была представлена методика оценки уровня экологической безопасности использования сельскохозяйственных угодий. В основе применения данной методики находится ко-

эффициент экологической нагрузки. Адаптация данной методики была проведена на основе статистической выборки в разрезе районов Курской области. По итогам выполненных аналитических расчетов и проведенной группировки можно сделать вывод о том, что преобладающее большинство районов Курской области (около 65 % от общей численности) относятся к категории с «частично экологически безопасным состоянием». Чуть менее

20% районов можно отнести к категории с «высоким уровнем экологической безопасности», и только одному району при данной группировке присвоен статус экологически кризисного. Полученные выводы и материалы статистического анализа должны стать основой для разработки политики рационального землепользования и охраны сельскохозяйственных угодий.

**Список использованных источников**

1. Грушина О.В., Матвеева Н.Г. Анализ эффективности использования земель в целях развития региональной экономики // Стратегия устойчивого развития регионов России. – 2016. – №36. – С. 22-33.
2. Гусев Е.М. Неизбежность и перспективы использования человечеством стратегии «зеленого земледелия» // Аридные экосистемы. – 2019. – Т.25. – №3 (80). – С. 3-10.
3. Дудогло Т.Д., Пармакли Д.М. Эффективное управление земельным потенциалом региона как основа его экономического развития // Вестник НГИЭИ. – 2016. – №10 (65). – С. 135-148.
4. Емельянова Т., Новиков Д. Экологическое агропроизводство в России // Московский экономический журнал. – 2016. – №1. – С. 1.
5. Жидков С.А., Апарин А.В. Теоретические основы повышения эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения в современных условиях // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – №4. – С. 88-95.
6. Мирсаидов С.А., Нурбоев Н.М. Современные концепции экономико-экологического землепользования // Вестник Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики. Серия общественных наук. – 2013. – №4 (56). – С. 92-98.
7. Полухин А.А., Титков А.А. Управление земельными ресурсами сельскохозяйственного назначения: генезис понятия и основополагающие функции // Вестник аграрной науки. – 2019. – №3 (78). – С. 122-129.
8. Шевченко Д.А. Планирование рационального использования земель сельскохозяйственного назначения и их охраны // В кн.: Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции приуроченной к 65-летию кафедры агрохимии и физиологии растений Ставропольского ГАУ. – Ставрополь. – 2018. – С. 507-509.
9. Щербаков Н.В. Сохранение и рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения // Теория и практика мировой науки. – 2017. – №8. – С. 38-41.
10. Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Курской области. – [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://kurskstat.gks.ru/>
11. Анализ динамики регионального развития экосистем / С.Н. Волкова, Е.Е. Сивак, М.И. Пашкова и др. // Региональный вестник. – 2016. - № 1. – С. 33-36.
12. Семькин В.А., Пигорев И.Я., Солошенко В.М. Актуальность и реальное состояние импортозамещения в растениеводстве Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - № 7. - С. 47-52.
13. Ковынев Л.Б., Пигорев И.Я., Солошенко В.М. Государственное регулирование воспроизводственных процессов земельных ресурсов // Научный альманах Центрального Черноземья. - 2014. - № 4. - С. 13-16.

**List of sources used**

1. Grushina OV Analysis of the effectiveness of land use for the development of the regional economy [Text] / O.V. Grushina, N.G. Matveeva // Strategy for sustainable development of Russian regions. - 2016. - No. 36. - S. 22-33.
2. Gusev E.M. Inevitability and Prospects for the Use of the Strategy of “Green Agriculture” by Mankind [Text] / E.M. Gusev // Arid ecosystems. - 2019.- T.25. - No. 3 (80). - S. 3-10.
3. Dudoglo T.D. Effective management of land potential of the region as the basis of its economic development [Text] / T.D. Dudoglo, D.M. Parmakli // Bulletin of the NIIIEI. - 2016. - No. 10 (65). - S. 135-148.
4. Emelyanova T. Ecological agricultural production in Russia / T. Emelyanova, D. Novikov // Moscow Economic Journal. - 2016. - No. 1. - S. 1.

5. Zhidkov S.A. The theoretical basis for improving the efficiency of agricultural land use in modern conditions [Text] / S.A. Zhidkov, A.V. Aparin // Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University. - 2017. - No. 4. - S. 88-95.

6. Mirsaidov S.A. Modern concepts of economic and environmental land use / S.A. Mirsaidov, N.M. Nurboev // Bulletin of the Tajik State University of Law, Business and Politics. Series of social sciences. - 2013. - No. 4 (56). - S. 92-98.

7. Polukhin A.A. Agricultural land management: the genesis of the concept and fundamental functions [Text] / A.A. Polukhin, A.A. Titkov // Bulletin of agrarian science. - 2019. - №. 3 (78). - S. 122-129.

8. Shevchenko D.A. Planning the rational use of agricultural land and their protection / D.A. Shevchenko // In the collection: Theoretical and technological foundations of biogeochemical flows of substances in agrolandscapes. Collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 65th anniversary of the Department of Agricultural Chemistry and Plant Physiology of the Stavropol State Agrarian University. - 2018. - S. 507-509.

9. Scherbakov N.V. Conservation and rational use of agricultural land [Text] / N.V. Shcherbakov // Theory and practice of world science. - 2017. - No. 8. - S. 38-41

10. The official website of the Territorial Authority of the Federal State Statistics Service for the Kursk Region. - [electronic resource]. - access mode: <http://kurskstat.gks.ru/>

11. Analysis of the dynamics of regional development of ecosystems / S.N. Volkova, E.E. Sivak, M.I. Pashkova et al. // Regional Bulletin. - 2016. - No. 1. - S. 33-36.

12. Semykin V.A., Pigorev I.Y., Soloshenko V.M. Actuality and actual state of import substitution in plant growing in the Kursk region // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2016. - №. 7. - P. 47-52.

13. Kovynev L.B., Pigorev I.Y., Soloshenko V.M. State regulation of reproductive processes of land Resources // Scientific Almanac of the Central Chernozem Region. - 2014. - №. 4. - P. 13-16.

УДК 633.2: 636.2.034

## РАЗВИТИЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА

СОЛОШЕНКО В.М.,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Курская ГСХА.

ВЕКЛЕНКО В.И.,

доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и кредита Курского государственного университета; e-mail: viv-den@yandex.ru, тел. (4712)51-36-52.

**Реферат.** Анализ производства молока в Курской области позволил выявить тенденцию снижения его объемов. Относительно меньше темпы снижения в сельскохозяйственных организациях, где в настоящее время производится около половины молока. Быстрый рост продуктивности коров в этой категории хозяйств позволяет предположить, что решить задачу обеспечения населения области в основном собственным производством молока возможно за счет развития производства молока в сельскохозяйственных организациях. Для этого необходимо и в будущем увеличивать надои коров, а также существенно увеличить поголовье молочного стада крупного рогатого скота. Решить эти задачи как в многоотраслевых организациях, так и в специализированных предприятиях с молочными комплексами можно прежде всего путем укрепления кормовой базы. В статье сформулированы направления организации кормовой базы для молочного скотоводства. С помощью разработанной экономико-математической модели обоснованы размеры кормопроизводства, позволяющие обеспечить перспективное поголовье коров. Совершенствование размеров и структуры посевных площадей кормовых культур должно сочетаться с повышением их урожайности, расширением площадей использования естественных кормовых угодий, оптимизацией структуры кормовых рационов, их сбалансированностью по основным питательным веществам.

**Ключевые слова:** производство молока, надои, поголовье коров, полевое кормопроизводство, кормовые культуры, естественные кормовые угодья, посевные площади, урожайность.

## DEVELOPMENT OF FODDER BASE OF DAIRY CATTLE BREEDING

SOLOSHENKO V.M.,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Plant Growing, Breeding and Seed Production, FSBEI HE Kursk State Agricultural Academy.

VEKLENKO V.I.,

doctor of Economics, Professor of Finance, credit and accounting Department of Kursk state University; e-mail: viv-den@yandex.ru, tel. (4712)51-36-52.

**Essay.** Analysis of milk production in the Kursk region revealed a tendency to decrease in its volume. Relatively lower rates of decline in agricultural organizations, which currently produce about half of the milk. The rapid increase in the productivity of cows in this category of farms suggests that it is possible to solve the problem of providing the population of the region mainly with their own milk production due to the development of milk production in agricultural organizations. For this, it is necessary in the future to increase the milk yield of cows, as well as significantly increase the number of dairy herds of cattle. To solve these problems both in diversified organizations and in specialized enterprises with dairy complexes, it is possible, first of all, by strengthening the food supply. The article formulates the organization of the feed base for dairy cattle breeding. With the help of the developed economic-mathematical model, the sizes of fodder production are substantiated, which make it possible to ensure a promising number of cows. Improving the size and structure of sown areas of fodder crops should be combined with an increase in their productivity, expansion of the areas of use of natural fodder lands, optimization of the structure of feed rations, and their balance in basic nutrients.

**Keywords:** milk production, milk yield, number of cows, field forage production, forage crops, natural forage lands, acreage, yield.

**Введение.** В Курской области, как и во многих других регионах страны, поставлена задача довести уровень обеспеченности населения молоком и продуктами его переработки до рациональных норм питания. А это значит, что потребление рассматриваемого вида продукции в расчете на 1 человека должно возрасти до 380 кг, т.е. увеличиться по сравнению с фактическим уровнем почти на 30 %. Расчеты показывают, что примерно на такую же величину может возрасти в ближайшем будущем и платежеспособный спрос на молокопродукты.

**Результаты и обсуждения.** Производство молока в Курской области имеет тенденцию снижения. За последние 10 лет в хозяйствах всех категорий производство молока сократилось почти на 40 %. В основном это произошло за счет сокращения поголовья в хозяйствах населения.

Сокращается производство и в сельскохозяйственных организациях, однако значительно меньшими темпами, чем в личных хозяйствах населения, в связи с чем свыше половины валового производства молока в настоящее время сосредоточена в этой категории хозяйств. Кроме того, в сельскохозяйственных организациях сложилась устойчивая тенденция роста надоев коров. Продуктивность 1 коровы за последние 10 лет возросла более чем в 2 раза. Вместе с тем поголовье коров ежегодно сокращается и в настоящее время находится на уровне 30 тыс. гол.

Учитывая то, что перспективы развития производства молока в сельскохозяйственных организациях значительно превосходят реальные возможности увеличения надоев в хозяйствах населения, обеспечить население области в основном собственным производством молока возможно, прежде всего, за счет увеличения поголовья коров и дальнейшего роста их продуктивности в сельскохозяйственных организациях. Для этого необходимо в этой категории хозяйств содержать, по нашим расчетам, не менее 50-52 тыс. коров. Это более чем на 70 % больше, чем фактическое поголовье в последние годы. Для того, чтобы значительно увеличить поголовье потребуется проведение целого ряда мероприятий и в самих сельскохозяйственных организациях, и со стороны органов региональной власти. Вместе с тем такое поголовье содержалось в сельскохозяйственных организациях вплоть до 2010 г. Поэтому в ближайшие 1-2 года должна быть переломлена негативная тенденция сокращения молочного стада коров и осуществлен переход к его устойчивому увеличению. Достичь указанного проектного поголовья, по нашим расчетам, возможно в 2025-2027 гг.

Кроме того существенно должна возрасти и продуктивность коров. В прогнозном периоде необходимо увеличить надой на 1 корову до 6000 кг, что на 30 % больше, чем в 2013-2017 гг. В этом случае валовое производство молока к 2027 г. в сельскохозяйственных организациях может увеличиться почти на 95 %.

Существенно в прогнозном периоде может возрасти, по нашим расчетам, производство молока в крестьянских (фермерских) хозяйствах, если сложившаяся тенденция роста сохранится. Обеспечение потребности населения Курской области молоком собственного производства потребует улучшения ситуации и в хозяйствах населения. В этом случае валовое производство молока во всех категориях хозяйств в прогнозной перспективе может увеличиться по сравнению с фактическими объемами более чем на 72 % (таблица 1).

Анализ производства молока в сельскохозяйственных организациях показывает, что в основном молочное стадо коров содержится в многоотраслевых хозяйствах, где основой кормовой базы выступает полевое кормопроизводство, сочетающееся с использованием побочной продукции товарных отраслей растениеводства.

Проведенные исследования показывают, что создать устойчивую кормовую базу на молочных комплексах в Курской области возможно прежде всего путем всесторонней интенсификации полевого кормопроизводства, суть которой заключается в использовании кормовых севооборотов с высоким удельным весом интенсивных кормовых культур, увеличении доз внесения минеральных и, особенно, органических удобрений, проведении мелиорации земель, применении технологий, позволяющих механизировать и автоматизировать все процессы производство кормов. Указанные севообороты за счет роста урожайности кормовых культур позволят значительно увеличить валовое производство кормов, повысить их качество, обеспечить ритмичность поступления кормов, а, кроме того, рационально использовать землю, сохранить и повысить ее плодородие [4, 5, 6, 7, 8].

В молочных комплексах, использующих технологию с летним пастбищным содержанием скота, целесообразно создавать культурные высокопродуктивные пастбища, применяя их орошение, расположенные вблизи комплексов. Экономически эффективным использование культурных сенокосов и пастбищ будет лишь в том случае, если культура земледелия будет на высоком уровне, что предполагает посев таких кормовых растений и их сортов, которые обеспечивают долговечную продуктивность, а в случае орошения - правильные его режимы.

Таблица 1 – Объемы производства молока в хозяйствах различных категорий в Курской области, тыс. т.

Категория хозяйств	Фактически в 2013-2017 гг.	Прогнозные значения на 2027 г.	Прогноз в % к фактическим значениям
Сельскохозяйственные организации	159	310	194,9
Хозяйства населения	128	160	125,0
Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели	21	50	238,1
Хозяйства всех категорий	308	530	172,1

Промышленное животноводство предъявляет более высокие требования к уровню качества кормов. В связи с этим становится необходимым применять прогрессивные способы заготовки кормов, способствующих увеличению выхода питательных веществ с единицы кормовой площади, использовать кормовые добавки и другие достижения науки и передовой практики.

На крупных комплексах особое внимание должно быть уделено организации подготовки кормов. В кормоцехах комплексов должны готовиться полнорационные кормовые смеси, рассчитанные на определенную продуктивность, учитывающие особенность содержания коров.

Поскольку производство кормов для комплексов связано с применением высокопроизводительной техники, требующей согласования работы уборочных агрегатов, транспортных средств, то оптимальной является бригадная система организации труда для выращивания кормовых культур, а для заготовки кормов - отрядная. Крупные бригады могут состоять из звеньев, размеры которых определяются объемом работ, производительностью тракторов и сельскохозяйственных машин, структурой посевных площадей кормовых культур. Такая система организации трудовых процессов предполагает выделение кормопроизводства в самостоятельную отрасль.

Производство кормов для содержания коров в хозяйствах населения существенно отличается от его организации в крупных сельскохозяйственных организациях. Небольшие объемы производства кормов, значительная доля ручного труда, ограниченные на личных подсобных участках кормовые площади обуславливают необходимость использовать общественные сенокосы и пастбища, покупку значительной части кормов в сельскохозяйственных организациях, использование зерна и других виды продукции, полученные за земельные паи.

Организация производства кормов в крестьянских (фермерских) хозяйствах определяется размером поголовья содержащихся в них коров.

При относительно большом поголовье коров и наличии земельных ресурсов эти хозяйства должны производить кормовое зерно, другие виды кормов, включая использование естественных кормовых угодий. Если поголовье коров небольшое, то обеспечение его кормами должно быть организовано примерно так же, как в хозяйствах населения при максимальном использовании естественных угодий.

Таким образом, можно сформулировать следующие направления организации кормовой базы для молочного скотоводства:

1. Многоотраслевые сельскохозяйственные организации для обеспечения поголовья коров преимущественно собственными кормами должны развивать полевое кормопроизводство при максимальном использовании кормов с естественных угодий и побочной продукции товарного растениеводства. Корма должны производиться звеньями и бригадами цеха растениеводства. Готовить корма к использованию можно в кормоцехе молочно-товарной фермы.

2. На крупных молочных комплексах необходимо сочетать использование собственных и покупных кормов. Покупать следует транспортабельные концентрированные корма, а производство грубых, сочных и зеленых кормов должно осуществляться в выделенном в самостоятельную отрасль кормопроизводстве.

3. В хозяйствах населения для кормления коров должны использоваться покупные концентраты и в основном, произведенные на личных земельных участках, сочные и частично зеленые корма. Сено и основную часть зеленых кормов эта категория хозяйств должна получать путем использования общественных естественных кормовых угодий и той их части, которая не используется сельскохозяйственными организациями.

4. Крестьянские (фермерские) хозяйства кроме покупных концентрированных кормов должно производить и использовать фуражное зерно.

Для обоснования размеров кормопроизводства, позволяющего обеспечить в Курской об-

ласти перспективное поголовье коров, разработана экономико-математическая модель (ЭММ). Критерий оптимальности заключался в минимизации затрат на производство кормов.

Для этого использовалось экспоненциальное сглаживание фактического ряда урожайности за последние двадцать лет. На прогнозный период предусмотрено, что относительно большими темпами среди зернофуражных культур должна возрасти урожайность зернобобовых культур и кукурузы на зерно. Поскольку выход зеленой массы с посевов однолетних и многолетних трав в последние годы был невысоким, то рост их урожайности должен быть выше, чем по другим кормовым культурам.

Обоснование величины затрат на производство кормовых культур проведено с использованием нормативных материалов для разработки технологических карт в растениеводстве. Поскольку оплата труда в сельском хозяйстве все еще не вышла на минимальный прожиточный уровень, то расходы на оплату труда с отчислениями на социальные нужды необходимо увеличить наиболее значительно. Существенный рост затрат на удобрения и химические средства защиты окажет положительное воздействие на рост урожайности. Поэтому более высокими темпами должны возрасти затраты на 1 га тех кормовых культур, по которым предусмотрен более высокий рост урожайности. Опережение темпов роста урожайности по сравнению с увеличением затрат на возделывание и уборку позволит несколько снизить себестоимость производства кормов.

Результаты решения ЭММ позволяют сделать вывод о том, что повышение годовых удоев коров потребует расширения кормовой пло-

щади всех кормовых культур, кроме многолетних трав, а также использования естественных угодий (таблица 2).

Более высокий удельный вес грубых кормов в зимних рационах кормления коров в хозяйствах населения, который планируется получать с низкопродуктивных естественных кормовых угодий, обуславливает необходимость использовать значительно большую кормовую площадь в расчете на 100 коров, чем в сельскохозяйственных организациях.

В связи с тем, что в ближайшей перспективе в основной части крестьянских (фермерских) хозяйств будет содержаться небольшое поголовье коров, то и в этой категории хозяйств понадобится увеличить долю грубых кормов и площади использования естественных угодий. Размеры и структура посевов кормовых культур в них будут промежуточными по сравнению с сельскохозяйственными организациями и хозяйствами населения.

Поскольку повышение продуктивности естественных кормовых угодий в перспективе может быть только небольшим, то их использование необходимо увеличить более чем в 18 раз. Площадь же кормовых угодий для производства молока следует расширить с 177 до 371 тыс. га, т.е. на 194 тыс. га или более, чем в 2 раза (таблица 3).

Для увеличения в прогнозном периоде поголовья коров, их продуктивности и объемов производства молока необходимо значительно укрепить кормовую базу. Это можно достичь и без расширения площади посевов кормовых культур, увеличив объемы производства кормов путем увеличения урожайности.

Таблица 2 – Посевные площади кормовых культур на 100 коров в Курской области, га

Кормовые культуры и естественные кормовые угодья	Годовой удой на корову, кг		
	5000	6000	7000
Яровые зернофуражные культуры	24,5	29,7	34,9
Кукуруза на зерно	8,2	9,9	10,6
Зернобобовые культуры	15,1	27,9	40,7
Технические культуры	6,4	12,0	17,6
Кормовые корнеплоды и бахчи	10,1	10,4	10,7
Кукуруза на силос и зеленый корм	38,1	42,1	46,1
Многолетние травы	56,8	53,5	50,2
Однолетние травы	16,8	18,2	19,6
Кормовые культуры - всего	176,0	203,7	230,4
Естественные кормовые угодья	53,6	64,3	75,0

Таблица 3 – Размеры кормовых площадей для обеспечения поголовья коров кормами в Курской области, га

Показатели	Фактически в 2013-2017 гг.	Проект на 2027 г.				Проект в % к факту
		сельскохозяйственные организации	хозяйства населения	крестьянские (фермерские) хозяйства	всего по области	
Поголовье коров, тыс. гол.	75	51	42	10	103	137,3
Кормовая площадь на 100 коров, га: посевов кормовых культур	198,5	203,7	74,0	152,2	429,9	216,6
площадей естественных угодий	37,0	64,3	395	225,3	684,6	18,5 раза
Кормовая площадь на все поголовье коров, тыс. га: посевов кормовых культур	148,9	103,9	31,1	15,2	150,2	100,9
площадей естественных угодий	27,8	32,8	165,9	22,5	221,2	8,0 раза

**Выводы.** Основными направлениями развития кормопроизводства в ближайшем будущем должно стать совершенствование размеров и структуры посевных площадей кормовых культур, повышение их урожайности,

значительное расширение площадей использования естественных кормовых угодий, совершенствование структуры кормовых рационов коров, их сбалансированность по основным питательным веществам.

**Список использованных источников**

1. Векленко В.И., Дородных Д.И. Пути повышения эффективности производства молока // Экономика сельского хозяйства России. - 2015. - № 2. – С. 13-18.
2. Векленко В.И., Черкашина М.В. Прогноз развития молочно-продуктового подкомплекса Курской области // АПК: экономика, управление. - 2012. - № 4. - С. 50-54.
3. Векленко В.И., Черкашина М.В., Ноздрачева Е.Н. Современный уровень развития молочно-продуктового подкомплекса АПК Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2012. - № 1. - С. 18-20.
4. Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы». Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 // Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.
5. Соглашение №2825/17 от 21 декабря 2012 г. между Министерством сельского хозяйства Российской Федерации и Администрацией Курской области о реализации мероприятий Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы // Официальный сайт Администрации Курской области.
6. Привало К.И., Сивак Е.Е., Сотова А.В. Методы нелинейного программирования оптимизации себестоимости кормовых рационов // Региональный вестник. - 2016. - № 3(4). – С. 4-6.
7. Привало К.И., Сивак Е.Е., Костенко Н.А. Кормопроизводство как фактор роста продуктивности молочного скота // Региональный вестник. - 2017. - № 3(8). – С. 48.
8. Семькин В.А., Пигорев И.Я., Солошенко В.М. Актуальность и реальное состояние импортозамещения в растениеводстве Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - № 7. - С. 47-52.

**List of sources used**

1. Veklenko V. I., Dorodnykh D. I. Ways to improve the efficiency of milk production // Economics of agriculture of Russia. - 2015. - No. 2. - Pp. 13-18.
2. Veklenko V. I., Cherkashina M. V. Forecast of development of dairy subcomplex of Kursk region // agroindustrial complex: Economics, management. - 2012. - No. 4. - Pp. 50-54.
3. Veklenko V.I., Cherkashina M.V., Nozdracheva E.N. Modern level of development of dairy subcomplex of agroindustrial complex of Kursk region // Bulletin of Kursk state agricultural Academy. - 2012. - No. 1. - Pp. 18-20.
4. The state program Development of agriculture and regulation of markets of agricultural products,

raw materials and food for 2013-2020. Approved by the government of the Russian Federation of July 14, 2012 № 717 / Official website of the Ministry of agriculture of the Russian Federation.

5. Agreement No. 2825/17 dated 21 December 2012 between the Ministry of agriculture of the Russian Federation and the Administration of Kursk region on the implementation of the State program of development of agriculture and regulation of markets of agricultural products, raw materials and food for 2013-2020 // Official site of Kursk region.

6. Privalo K.I., Sivak E.E., Sotova A.V. Nonlinear programming methods for optimizing the cost of feed rations // Regional Bulletin. - 2016. - No. 3 (4). - S. 4-6.

7. Privalo K.I., Sivak E.E., Kostenko N.A. Fodder production as a growth factor in the productivity of dairy cattle // Regional Bulletin. - 2017. - No. 3 (8). - S. 48.

8. Semykin V.A., Pigorev I.Y., Soloshenko V.M. Actuality and actual state of import substitution in plant growing in the Kursk region // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2016. - № 7. - P. 47-52.

УДК 338.436.33:664.7

**НАПРАВЛЕНИЯ АКТИВИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В ЗЕРНОПРОДУКТОВОМ ПОДКОМПЛЕКСЕ РФ\***

ЗЮКИН Д.А.,

кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, ФГБОУ ВО Курская ГСХА,  
e-mail: nightingale46@rambler.ru.

СОЛОШЕНКО Р.В.,

доктор экономических наук, профессор кафедры экономических и финансовых дисциплин,  
ФГБОУ ВО Курская ГСХА.

**Реферат.** Рассматривается проблема активизации инновационной деятельности в зернопродуктовом подкомплексе РФ, анализируются основные показатели, отражающие эффективность модернизации в сельском хозяйстве, описываются инновации, ускоряющие процесс перехода зернопродуктового подкомплекса на инновационный тип развития, предлагаются направления повышения его инновационной активности. В ходе работы было установлено, что инновационный потенциал российских агропроизводителей реализуется в среднем втрое менее эффективно, чем в развитых странах, низкий удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, низкая эффективность использования аграрного потенциала страны. Вместе с тем на фоне сложностей в экономике страны проблема осуществления технологического прорыва в зернопродуктовом подкомплексе проступает все более остро. Низкая степень инвестирования в модернизацию средств производства и основного капитала, медленное внедрение инноваций на всех этапах воспроизводственной цепочки зернопродуктового подкомплекса, что связано с отсутствием четких механизмов реализации перехода отраслей экономики на инновационный тип развития, свидетельствует о необходимости разработки направлений активизации инновационной деятельности в зернопродуктовом подкомплексе. В работе отстаивается мнение о том, что к активизации инновационной деятельности в зернопродуктовом подкомплексе стоит подходить комплексно на каждом звене воспроизводственной цепочки. Приводятся инновации, внедрение которых на этапах воспроизводственной цепочки позволит при системном подходе ускорить переход столь важной отрасли АПК на инновационный путь развития, что благоприятно скажется на продвижении инноваций в остальные направления сельскохозяйственного производства страны. Подчеркивается важность государственных мер поддержки в развитии инновационной деятельности, которые должны носить не только общий характер, но и активно расширяться в сторону диверсификации конкретных направлений поддержки на отдельных этапах воспроизводственной цепочки. Особое внимание при этом уделяется направлениям активизации инновационной деятельности, касающимся внедрения инновационных технологий в производственный процесс, логистику и переработку, а также развитие кадрового потенциала, отвечающего требованиям инновационной экономической системы.

**Ключевые слова:** зернопродуктовый подкомплекс, инновации, модернизация, инновационные процессы, воспроизводственная цепочка, направления активизации инновационной деятельности.

**DIRECTIONS OF INNOVATIVE ACTIVITY ACTIVATION IN RUSSIAN FEDERATION  
GRAINSUBCOMPLEX**

ZYUKIN D.A.,

candidate of science of economy, senior researcher, Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, e-mail: nightingale46@rambler.ru

SOLOSHIENKO R.V.,

doctor of science of economy, professor of the department economical and financial disciplines,  
Kursk state agricultural academy named after I.I. Ivanov.

---

\* Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-310-00211.

**Essay.** The article studies the problem of activation of innovative activity in the grain subcomplex of the Russian Federation, analyzes the main indicators reflecting the effectiveness of modernization in the agricultural sector, describes the innovations that accelerate the transition of the grain subcomplex to the innovative type of development, suggests ways to increase innovative activity in the grain subcomplex. In the course of the work it was found that the innovative potential of Russian agricultural producers is implemented on average three times less efficiently than in developed countries, the low proportion of organizations engaged in technological innovations, the low efficiency of the use of the agricultural potential of the country. The problem of implementing a technological breakthrough in the grain subcomplex became more acute against the background of economic difficulties. The low degree of investment in the modernization of means of production and fixed capital, the slow introduction of innovations at all stages of the reproduction chain of the grain subcomplex, which is due to the lack of clear mechanisms for the implementation of the transition of economic sectors to the innovative type of development, indicates the need to develop directions for enhancing innovation in the grain subcomplex. The paper argues that the activation of innovation in the grain subcomplex should be approached comprehensively at each link of the reproduction chain. The article presents innovations, the introduction of which at the stages of the reproduction chain will allow a systematic approach to accelerate the transition of such an important branch of agriculture to the innovative path of development, which will favorably affect the promotion of innovation in other areas of agricultural production of the country. The importance of state support measures in the development of innovation activities is emphasized, which should be not only General in nature, but also actively expand towards diversification of specific areas of support at certain stages of the reproduction chain. Particular attention is paid to the areas of activation of innovation related to the introduction of innovative technologies in the production process, logistics and processing, as well as the development of human resources that meet the requirements of the innovative economic system.

**Keywords:** grain product subcomplex, innovations, modernization, innovative processes, reproduction chain, directions of activation of innovative activity.

**Введение.** Зернопродуктовый подкомплекс является основой обеспечения продовольственной безопасности России, определяя уровень хлебофуражного обеспечения населения. Производство зерна в качестве элемента воспроизводственной цепочки подкомплекса характеризуется динамичностью развития - растет урожайность культур, поддерживаются объемы посевных площадей под зерновые. Это позволило обеспечить стабильно превышающие 100 млн т. валовые сборы зерна, образуя высокий экспортный потенциал при возможности обеспечить процессы импортозамещения животноводческой продукции в стране. Однако комплексно рассматривая состояние зернопродуктового подкомплекса, нельзя не отметить ряд структурных проблем, одной из которых является медленное вовлечение инноваций в процесс производства на всех этапах воспроизводственной цепочки: от элитного семеноводства до организации переработки зерна.

Сложность перехода сельскохозяйственного сектора российской экономики на инновационный путь развития обуславливается множеством факторов, проявляющихся в различных сферах деятельности. Наиболее острым на текущий момент времени является финансовый фактор, поскольку ускоренное внедрение инноваций требует во многих случаях адекватную инвестиционную базу для проек-

та. В условиях структурного кризиса, проявившегося в осложнении процесса поиска «длинных денег», главным источником стимулирования развития АПК России становится государство. Однако для эффективности использования бюджетных средств важно наличие грамотной комплексной аграрной политики в стране, а в разрезе проблем зернопродуктового подкомплекса – стратегии его развития [1, 2, 8].

Механизмы комплексного внедрения инноваций на современном этапе развития экономики в подавляющем большинстве отраслей экономики не разработаны, что осложняет осуществление перехода российской экономики на инновационный тип развития. В силу необходимости диверсификации национальной экономики в сторону развития аграрного потенциала возрастает роль зернопродуктового подкомплекса как одного из основополагающих элементов сельскохозяйственной отрасли. В связи с этим возникает потребность в применении комплекса направлений инновационной активности предприятий зернопродуктового подкомплекса, который обеспечит инновационный скачок на каждом из этапов воспроизводственной цепочки подкомплекса.

**Результаты исследования.** Одним из важнейших инструментов защиты и укрепления конкурентного потенциала российских сельхозтоваропроизводителей должна выступать инно-

вационная политика в аграрной сфере, требующая непрерывной системной адаптации к быстро изменяющимся условиям рыночной среды. На данном этапе инновационный потенциал российских агропроизводителей реализуется на уровне 15-17 %, в то время как в зарубежных странах он находится на уровне 55-60 % [3]. Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации по итогам 2017 г. составил 3,7 %, что ниже среднего уровня по отраслям (8,5 %) и значительно ниже уровня обрабатывающих производств (15,1 %), а доля на технологические инновации в общем объеме отгруженных товаров, работ и услуг по виду экономической деятельности «выращивание однолетних культур» составила 1,5 %, многолетних культур – 0,8 % [4].

Россия бесспорно обладает высоким аграрным потенциалом, однако реализует его пока с низкой эффективностью. Доля сельского хозяйства в ВВП страны имеет крайне низкое значение, что при располагаемых природно-климатических ресурсах свидетельствует о высокой степени недоиспользования потенциала развития АПК в стране. Важной причиной сдерживающей это является низкое задействование инновационных факторов роста, что обуславливается относительно низкими

затратами на процесс модернизации и комплексное внедрение инноваций. При этом продолжает расти степень износа основных фондов и отстающих темпов их обновления, причем, на фоне снижения доли инвестиций, направляемых на реконструкцию и модернизацию основного капитала, машин и оборудования в общем объеме инвестирования. Несмотря на выполнение нормативов по уровню обеспеченности населения продовольствием, величина инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, сократилась практически на 50 % (таблица 1).

В рейтинге стран по уровню инновационного развития (Global Innovation Index 2019) Российская Федерация занимает 46 место [5], а лидирующие позиции принадлежат Швейцарии, Швеции, США, Дании, Германии, Нидерландам, Китаю и др., где функционируют тысячи селекционных компаний и чья деятельность организована как направление бизнеса, что обеспечивает ему высокую эффективность в силу непрерывности функционирования, применения новейших технологий, работы многих перспективных ученых и другие факторы. В России селекционных компаний, для которых селекция является бизнесом, менее двух десятков [3].

Таблица 1 – Показатели, характеризующие процесс модернизации и рационализации по виду деятельности: сельское хозяйство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях в России в 2012-2018 гг.

Показатель	Годы							Прирост, %
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Доля сельского хозяйства в ВВП, %	3,4	3,5	3,8	4,2	4,4	4,2	3,5	0,1
Доля инвестиций, направленных на реконструкцию и модернизацию, в общем объеме инвестиций в основной капитал (сельское хозяйство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях), %	11,9	8,7	8,4	8,6	8,9	10,3	9,2	-2,7
Доля инвестиций в машины, оборудование, транспортные средства в общем объеме инвестиций в основной капитал, направленных на реконструкцию и модернизацию, %	25,0	15,9	13,5	13,6	15,7	12,9	20,3	-4,7
Затраты на защиту и реабилитацию земель, поверхностных и подземных вод, млрд. руб.	13,7	15,3	15,3	16,7	19,5	15,4	15,3	11,7
Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов - земли, млрд. руб.	19,7	13,8	14,5	15,7	12,2	10,2	10,0	-49,2

Источник: Рассчитано на основе данных федеральной службы государственной статистики [5]

Зернопроизводителям удается приспособиться к постоянно возникающим сложностям, что позволяет сохранять производство зерна на рентабельном уровне, но не позволяет им активно внедрять инновации в производство, поскольку в России инновационная деятельность в АПК реализуется за счет собственных средств производителей (59,3 %) с использованием кредитных и заемных средств (39,0 %) [3], остальные 1,7 % финансируются за счет бюджетных средств и иностранных инвестиций. Здесь все должно ограничиваться не только обновлением машинно-тракторного парка, необходимо активизировать внедрение информационно-цифровых и спутниковых технологий [6].

Ряд системных проблем, препятствующих ускоренному развитию зернопродуктового подкомплекса на рубеже технологического прорыва в развитии цивилизации, требует комплексного подхода к решению на каждом этапе воспроизводственной цепочки. Логистическое обеспечение зернопродуктового подкомплекса в условиях роста реализации аграрного потенциала страны должно быть готово к обеспечению бесперебойного и качественного перемещения и хранения зерна от производителя до покупателя, что требует внедрения современных технологических решений и цифровых систем. Глобальная интеграция рынков способствует ускорению цифровых процессов, к чему должно быть адаптировано информационное и технологическое обеспечение субъектов российского зернового рынка. Внедрение инноваций на этапе переработки в зернопродуктовом подкомплексе более приближено к промышленному производству, поэтому здесь основной упор должен делаться на развитие роботизированных и интеллектуальных систем и на внедрение передовых систем учета, хранения и перемещения сырья и готовой продукции. В целом, масштаб зернопродуктового подкомплекса определяет применение специфических для каждого элемента воспроизводственной цепочки видов инноваций, которые в соответствии с этим подходом систематизированы на рисунке 1.

Основу механизма активизации инновационной деятельности в зернопродуктовом подкомплексе составляет совокупность мер регулирования на основе государственных и экономических инструментов воздействия, которые дополняют внутрифирменное управление, являющееся первоначалом организации всех бизнес-процессов в условиях свободного рын-

ка и частнособственнических отношений в экономике. Направления активизации перехода к инновационному типу хозяйствования в рамках отдельного бизнеса в редком случае могут затрагивать все звенья воспроизводственной цепочки зернопродуктового подкомплекса АПК, так как лишь единицы предприятий в стране включают в себя всю воспроизводственную цепочку от селекции и семеноводства до конечной переработки и экспорта зерна. К тому же, даже самый крупный бизнес очень редко может влиять на подкомплекс АПК, определяя вектор его развития, тем более, учитывая специфику зернового рынка, отличающуюся большим числом субъектов и высокой конкуренцией как производителей зерна, так и его переработчиков даже на локальном рынке [9, 10].

Поэтому принципиальное значение в этом вопросе имеет позиция государства и эффективность применяемых им инструментов регулирования, которые следует разделять на две группы. Первая несет общий характер воздействия на всю воспроизводственную цепочку зернопродуктового подкомплекса АПК, формируя или создавая соответствующие условия для функционирования всех экономических субъектов рынка. Вторая же группа применяется специализировано с учетом особенностей и специфики деятельности предприятий на каждом этапе воспроизводственной цепочки подкомплекса.

К общим мерам воздействия относятся: обеспечение льготно-фискальной политики для субъектов зернопродуктового подкомплекса на различных этапах воспроизводственной цепочки, финансово-кредитная и ценовая политика государства, правовое обеспечение инновационной деятельности в АПК, развитие инфраструктуры рынка инноваций и научного, и кадрового обеспечения.

Для каждого звена воспроизводственной цепочки зернопродуктового подкомплекса необходимо обозначить направления активизации инновационной деятельности, что в совокупности должно составлять единую систему, направленную на отладку процесса перехода субъектов агробизнеса на инновационный путь развития. Мы предлагаем основные направления активизации инновационной деятельности в зернопродуктовом подкомплексе, которые должны поддерживаться на государственном уровне и соответствовать генеральной линии развития отрасли АПК и экономики в целом (рисунок 2).

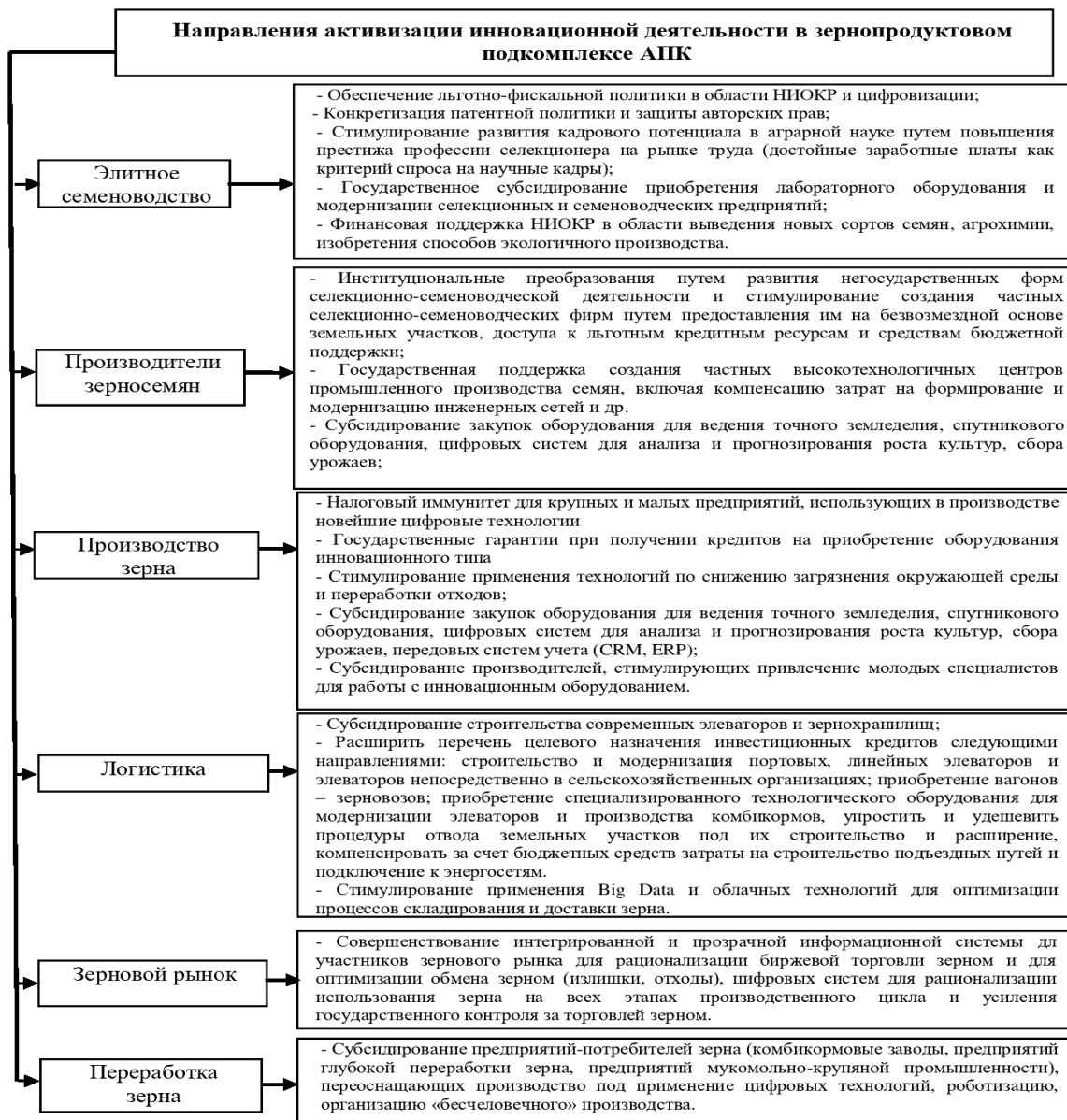


Рисунок 1 – Инновации на этапах воспроизводственной цепочки зернопродуктового подкомплекса АПК

Роль государственной поддержки инновационной деятельности с точки зрения финансирования, дотирования и субсидирования субъектов зернопродуктового подкомплекса в кризисном состоянии экономики и в условиях труднодоступности инвестиционных и кредитных ресурсов существенно возрастает как фактора, позволяющего осуществить частичную модернизацию производства, не говоря уже про изменение технологического уклада. Однако реализацию мер государственной поддержки следует рассматривать как корректирующие и устраняющие проблемы рынка решения, которые должны иметь краткосрочный период действия.

В стратегическом периоде успех перехода к инновационно-инвестиционной модели зернопродуктового подкомплекса АПК как и других отраслей экономики зависит от возможности государства сформировать адекватный потребностям их развития механизм рыночного саморегулирования. Это выражается тем, что для внедрения и дальнейшей эффективной работы с инновационными технологиями в производстве требуется сформировать качественный кадровый потенциал в отрасли, в том числе на уровне высшего и среднего менеджмента фирм. Для этого важно решить проблемы деградации села, существенно улучшив условия для жизни в сельской местности, где и формируется трудовой потенциал для аграрного производства. Со-

хранению молодых и квалифицированных специалистов для работы в аграрном производстве и созданию для них системы мотивирующих стимулов не только материального характера следует отводить ключевую роль, поскольку в условиях цифровой экономики многое зависит от кадров, способных эффективно работать с новыми технологиями. К тому же, именно уровень трудового потенциала определяет эффективность использования имеющихся ресурсов - одной из компонент, определяющих уровень инновационной восприимчивости [7].

Другим основополагающим базисом в системе рыночного регулирования инновационной деятельности зернопродуктового подкомплекса АПК является фискальная система, деятельность которой уже включает частичные преференции для предприятий, однако они пока не способствуют коренным подвижкам в решении

этой стратегической задачи. Поэтому обеспечить дальнейшее развитие и расширение пула налоговых льгот, оказывающих стимулирующее действие на переход предприятий зернопродуктового подкомплекса к новому технологическому укладу. Третьим принципиально важным элементом, формирующим основу инновационно-инвестиционной модели функционирования экономики страны является финансовая система, которая на данный момент характеризуется труднодоступностью кредитных ресурсов, а инвестиционная привлекательность находится по-прежнему на невысоком уровне. Поэтому для принципиального изменения ситуации в лучшую сторону важно создать приемлемые условия привлечения «длинных денег» и доступ к кредитным ресурсам для поддержания необходимого уровня интенсивности текущей деятельности.



Рисунок 2 – Направления активизации инновационной деятельности в зернопродуктовом подкомплексе АПК в России

**Выводы.** Проблема активизации инновационной деятельности на всех этапах воспроизводственной цепочки зернопродуктового подкомплекса АПК носит дискуссионный характер и в то же время пока является недостаточно изученной. В ходе работы было установлено, что сельскохозяйственные организации страны слабо вовлечены в инновационный процесс. На этапе перехода к инновационному типу экономики и необходимости ускоренного технологического прорыва эта проблема требует комплексного подхода к решению, для чего требуется активизировать не только общегосударственные методы под-

держки, но и специфические меры, ориентированные на отдельные звенья воспроизводственной цепочки. По нашему мнению, наиболее важными и значимыми направлениями активизации инновационной деятельности на всех этапах воспроизводственной цепочки должны стать всевозможная поддержка ускоренного внедрения инноваций и цифровых технологий в производственные процессы и формирование новой концепции к управлению кадровым потенциалом для работы в условиях инновационной деятельности зернопродуктового подкомплекса.

### Список использованных источников

1. Алтухов А.И. Достижение продовольственной независимости страны на основе новой государственной аграрной политики // Региональный вестник. - 2016. - № 2. - С. 2-5.
2. Зюкин Д.А. Формирование стратегии развития зернопродуктового подкомплекса АПК как необходимого элемента успешной реализации политики импортозамещения продовольствия // Региональный вестник. - 2018. - № 6. - С. 31-33.
3. Човган Н.И. Механизм реализации инновационного потенциала предпринимательских структур аграрной сферы Российской Федерации // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2018. – № 3 (19). – С. 60-70.
4. Наука и инновации. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/science\\_and\\_innovations/science/#](http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/science_and_innovations/science/#) (дата обращения: 29.09.2019 г.).
5. Россия в цифрах. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/](http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/) (дата обращения: 29.09.2019 г.).
6. Алтухов А.И., Дудин М.Н., Анищенко А.Н. Глобальная цифровизация как организационно-экономическая основа инновационного развития агропромышленного комплекса РФ // Проблемы рыночной экономики. – 2019. – № 2. – С. 17-27.
7. Оценка инновационной восприимчивости сельскохозяйственных организаций / Д.А. Зюкин, Н.А. Пожидаева, С.А. Быканова, С.А. Беляев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - 2014. - №10. - С. 30-34.
8. Денисов Б.А., Родюкова Е.В. Оценка конкурентоспособности производителей зерна, функционирующих в рамках одной природно-экономической зоны // Региональный вестник. – 2016. - № 3 (4). – С. 29-31.
9. Пигорев И.Я. Аграрная наука в реальном секторе экономики АПК Курской области и предстоящие задачи // В кн.: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве: материалы Международной научно-практической конференции. - Курск: Изд-во Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. - 2015. - С. 3-7.
10. Семькин В.А., Пигорев И.Я., Солошенко В.М. Актуальность и реальное состояние импортозамещения в растениеводстве Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - № 7. - С. 47-52.

### List of used sources

1. Altukhov A.I. Achievement of food independence of the country on the basis of the new state agrarian policy // Regional Bulletin. - 2016. - No. 2. - Pp. 2-5.
2. Zyukin D.A. formation of a strategy for the development of grain subcomplex agriculture as a necessary element of the successful implementation of the policy of import substitution of food // Regional Bulletin. - 2018. - No. 6. - Pp. 31-33.

3. Chovgan N.I. Mechanism of realization of innovative potential of business structures of agrarian sphere of the Russian Federation // Innovations in agrarian and industrial complex: problems and prospects. – 2018. - No. 3 (19). - Pp. 60-70.

4. Science and innovation. Federal state statistics service. [Electronic resource.] Mode of access: [http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/science\\_and\\_innovations/science/#](http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/science_and_innovations/science/#) (date accessed: 29.09.2019 g).

5. Russia in numbers. Federal state statistics service. [Electronic resource.] Access mode: [http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/\(accessed 29.09.2019\)](http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/(accessed%2029.09.2019)).

6. Altukhov A.I., Dudin M.N., Anishchenko A.N. global digitalization as organizational and economic basis of innovative development of agroindustrial complex of the Russian Federation // Problems of market economy. – 2019. - No. 2. - Pp. 17-27.

7. Evaluation of innovative susceptibility of agricultural organizations / D.A. Zyukin, N.A. Pozhidaeva, S.A. Bykanova, S.A. Belyaev // Economics of agricultural and processing enterprises. - 2014. - No. 10. - Pp. 30-34.

8. Denisov B.A., Rodyukova E.V. Assessment of the competitiveness of grain producers operating within the framework of one natural and economic zone // Regional Bulletin. - 2016. - No. 3 (4). - S. 29-31.

9. Pigorev I.Y. Agrarian science in the real sector of the economy of the agro-industrial complex of the Kursk region and the challenges ahead // Collection: Actual problems and innovative activity in agro-industrial production: materials of the International Scientific and Practical Conference. - Kursk: Publishing house of the Kursk State Agricultural Academy, 2015. - P. 3-7.

10. Semykin V.A., Pigorev I.Y., Soloshenko V.M. Actuality and actual state of import substitution in plant growing in the Kursk region // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2016. - №. 7. - P. 47-52.