



Международный  
сельскохозяйственный журнал  
Издаётся с 1957 года

ДВУХМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ О ДОСТИЖЕНИЯХ  
МИРОВОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

BIMONTHLY SCIENTIFIC-PRODUCTION JOURNAL ON ADVANCES  
OF WORLD SCIENCE AND PRACTICES IN THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX



Журналу присвоены  
международные стандартные  
серийные номера ISSN:  
2587-6740 (print),  
2588-0209 (on-line, eng)



«Международный сельскохозяйственный журнал» включен в перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (ВАК-2020)



Публикации в журнале направляются в базу данных Международной информационной системы по сельскохозяйственной науке и технологиям AGRIS ФАО ООН

Журнал включен в список лучших российских журналов, цитируемых на совместной платформе Web of Science и e-Library.ru (RSCI)



Публикации размещаются в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)



Подписка на журнал на сайте Почты России:  
<https://podpiska.pochta.ru/theme/593>.  
Подписной индекс — П4259.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР  
А.А. Фомин

Научно-методическое обеспечение раздела  
«Земельные отношения и землеустройство»  
ФГБОУ ВО ГУЗ

Заместитель главного редактора Т. Казёнова  
Редактор выпуска Г. Якушкина  
Ответственный секретарь И. Мамонтова  
Дизайн и верстка И. Котова  
Реклама М. Фомина  
Издательство: Е. Михайлина,  
Е. Цинцадзе, С. Комелягина  
e-science@list.ru

Учредитель и издатель: ООО «Электронная наука»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-49235 от 04.04.2012 г.

Свидетельство Московской регистрационной Палаты № 002.043.018 от 04.05.2001 г.

Редакция: 105064, Москва, ул. Казакова, 10/2  
тел.: (985) 983-41-64; e-mail: info@mshj.ru;  
www.mshj.ru

Адрес для почтовой корреспонденции:  
105064, Москва, а/я 62

Подписано в печать 10.02.2021 г. Тираж 9500  
Цена договорная

© Международный сельскохозяйственный журнал

EDITOR  
A.A. Fomin

Scientific and methodological support section  
«Land relations and land management»  
State University of Land Management

Deputy editor T. Kazennova  
Editor G. Yakushkina  
Executive secretary I. Mamontova  
Design and layout I. Kotova  
Advertising M. Fomina  
Publishing: E. Mikhaylina,  
E. Tsintsadze, S. Komeliagina  
e-science@list.ru

Founder and publisher: ООО «E-science»

Certificate of registration media  
PI № FS77-49235 of 04.04.2012

Certificate of Moscow registration Chamber  
№ 002.043.018 of 04.05.2001

Editorial office: 105064, Moscow, Kazakova str., 10/2  
tel: (985) 983-41-64; e-mail: info@mshj.ru;  
www.mshj.ru

Address for postal correspondence:  
105064, Moscow, box 62

Signed in print 10.02.2021. Edition 9500  
The price is negotiable

© International agricultural journal

Награды  
«Международного  
сельскохозяйственного  
журнала»:

Неоднократно вручались  
медали и дипломы  
Российской агропромышленной  
выставки «Золотая осень»



За вклад в развитие  
аграрной науки вручена  
общероссийская награда  
«За изобилие  
и процветание России»



Лауреат национальной  
премии имени П.А. Столыпина  
«Аграрная элита России»



## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ / EDITORIAL BOARD

- ВОЛКОВ С.Н.**, председатель редакционного совета, ректор Государственного университета по землеустройству, академик РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.  
*VOLKOV SERGEY, Chairman of the editorial Council, rector of State university of land use planning, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor, honored scientist of the Russian Federation. Russia, Moscow*
- Вершинин В.В.**, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Vershinin Valentin, Dr. Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow*
- Гордеев А.В.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Gordeyev Alexey, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow*
- Долгушкин Н.К.**, глав. уч. секретарь Президиума РАН, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Dolgushkin Nikolai, chapters. academic Secretary of the Presidium of Russian Academy of Sciences, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow*
- Белобров В.П.**, д-р с.-х. наук, проф. Россия, Москва.  
*Belobrov Viktor, Dr. of agricultural Science, Prof. Russia, Moscow*
- Бунин М.С.**, директор ЦНСХБ, д-р экон. наук, проф., заслуж. деятель науки РФ. Россия, Москва.  
*Bunin Mikhail, Director CNSHB, Dr. Econ. Sciences, Professor, honoured. science worker of the Russian Federation. Russia, Moscow*
- Завалин А.А.**, академик РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». Россия, Москва.  
*Zavalin Alexey, Acad. RAS, Dr. of agricultural Science, Professor. Russia, Moscow*
- Замотаев И.В.**, д-р геогр. наук, проф., Институт географии РАН. Россия, Москва.  
*Zamotaev Igor, Dr. Georg. Sciences, Professor, Institute of geography RAS. Russia, Moscow*
- Иванов А.И.**, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт». Россия, Санкт-Петербург.  
*Ivanov Alexey, corresponding member cor. RAS, Dr. of agricultural Sciences, Professor. Russia, Saint-Petersburg*
- Коробейников М.А.**, вице-през. Международного союза экономистов, чл.-кор. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Korobeynikov Mikhail, Vice-PR. International Union of economists, member.-cor. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow*
- Никитин С.Н.**, зам. директора ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», д-р с.-х. наук, проф. Россия, Ульяновск.  
*Nikitin Sergey, Dr. of agricultural science, Professor. Russia, Ulyanovsk*
- Романенко Г.А.**, член президиума РАН, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Romanenko Gennady, member of the Presidium of the Russian Academy of Sciences, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow*
- Петриков А.В.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Petrikov Alexander, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow*
- Ушачев И.Г.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.  
*Ushachev Ivan, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor, honored scientist of the Russian Federation. Russia, Moscow*
- Савин И.Ю.**, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, зам. директора по науч. работе Почвенного института им. В.Докучаева РАН. Россия, Москва.  
*Savin Igor, corresponding member cor. RAS, Dr. of agricultural Sciences. Russia, Moscow*
- Сидоренко В.В.**, д-р экон. наук, проф. Кубанского государственного аграрного университета, заслуженный экономист Кубани. Россия, Краснодар.  
*Sidorenko Vladimir, Dr. Econ. Sciences, Professor. Russia, Krasnodar*
- Серова Е.В.**, д-р экон. наук, проф., директор по аграрной политике НИУ ВШЭ. Россия, Москва.  
*Serova Eugenia, Dr. Econ. Sciences, prof., Director of agricultural policy NRU HSE. Russia, Moscow*
- Узун В.Я.**, д-р экон. наук, проф. РАНХиГС. Россия, Москва.  
*Uzun Vasily, Dr. Econ. Sciences, Professor of Ranepa. Russia, Moscow*
- Шагайда Н.И.**, д-р экон. наук, проф., директор Центра агропродовольственной политики Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ. Россия, Москва.  
*Shagaida Nataliya, Dr. Ekon. Sciences, prof., Director of the Center of agricultural and food policy Russian academy of national economy and public administration. Russia, Moscow*
- Широкова В.А.**, д-р геогр. наук, зав. отделом истории наук о Земле Института истории науки и техники имени С.И. Вавилова РАН, проф. кафедры почвоведения, экологии и природопользования Государственного университета по землеустройству. Россия, Москва.  
*Shirokova Vera, Dr. Georg. Sciences, Professor of Department of soil science, ecology and environmental Sciences State university of land use planning. Russia, Moscow*
- Хлыстун В.Н.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.  
*Khlystun Viktor, member of the Academy. RAS, Dr. of Econ. PhD, Professor. Russia, Moscow*
- Закшевский В.Г.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Воронеж.  
*Zakshevsky Vasily, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Voronezh*
- Чекмарев П.А.**, академик РАН, д-р с.-х. наук, Полномочный представитель Чувашской Республики при Президенте Российской Федерации.  
*Chekmarev P. A., Acad. RAS, doctor of agricultural Sciences, Plenipotentiary representative of the Chuvash Republic to the President of the Russian Federation*
- Цыпкин Ю.А.**, д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой ФГБОУ ВО «ГУЗ». Россия, Москва.  
*Tsyppkin Yuri, Dr. Econ. Sciences, Professor, Head of the department of State university of land use planning, Russia, Moscow*
- Саблук П.Т.**, директор Института аграрной экономики УАН, академик УАН, д-р экон. наук, проф. Украина, Киев.  
*Sabluk Petro, Director of the Institute of agricultural Economics UAN, UAN academician, Dr. Econ. Sciences, Professor. Ukraine, Kiev*
- Гусаков В.Г.**, вице-президент БАН, академик БАН, д-р экон. наук, проф. Белоруссия, Минск.  
*Gusakov Vladimir, Vice-President of the BAN, Acad. The BAN, Dr. Ekon. Sciences, Professor. Belarus, Minsk*
- Пармакли Д.М.**, проф., д-р экон. наук. Республика Молдова, Кишинев.  
*Permal Dmitry, Dr. Ekon. Sciences. The Republic Of Moldova, Chisinau*
- Ревишвили Т.О.**, академик АСХН Грузии, д-р техн. наук, директор Института чая, субтропических культур и чайной промышленности Грузинского аграрного университета г. Озургети, Грузия.  
*Revishvili Temur, Acad. of the Academy of agricultural sciences of Georgia, Dr. Techn. Sciences, director of the Institute of tea, subtropical crops and tea industry of Agricultural university of c. Ozurgeti, Georgia*
- Мамедов Г.М.**, д-р филос. по аграр. наукам, зам. директора по научной работе Института почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана. Азербайджанская Республика, Баку.  
*Mamedov Goshgar, Dr. of philos. in agricultural sciences, Deputy Director for science of Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan. Republic of Azerbaijan, Baku*
- Перемислов И.Б.**, доктор делового администрирования, профессор делового администрирования в Университете Аргоси. США, Феникс.  
*Peremislov Igor, DBA – Doctor of Business Administration, Professor of Business Administration in Argosy University. USA, Phoenix*
- Сегре Андреа**, декан, проф. кафедры международной и сравнительной аграрной политики на факультете сельского хозяйства в университете. Италия, Болонья.  
*Segre Andrea, Dean, Professor of the chair of international and comparative agricultural policy at the faculty of agriculture at the University. Italy, Bologna*
- Чабо Чаки**, проф., заведующий кафедрой и декан экономического факультета Университета Корвинуса. Венгрия, Будапешт.  
*Cabo Chuckie, Professor, head of Department and Dean of the faculty of Economics of Corvinus. Hungary, Budapest*
- Холгер Магел**, почетный проф. Технического Университета Мюнхена, почет. през. Международной федерации геодезистов, през. Баварской Академии развития сельских территорий. ФРГ, Мюнхен.  
*Holger Magel, honorary Professor of the Technical University of Munich, honorary President of the International Federation of surveyors, President of the Bavarian Academy of rural development. Germany, Munich*

## СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS



### ПРОБЛЕМЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ PROBLEMS OF FOOD SECURITY

**Мельников А.Б., Михайлушкин П.В., Коток Н.Ю.** Оценка уровня продовольственной безопасности в мире  
**Melnikov A.B., Mikhailushkin P.V., Kotok N.Yu.** Assessment of the level of food security in the world 4



### НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ SCIENTIFIC SUPPORT AND MANAGEMENT OF AGRARIAN AND INDUSTRIAL COMPLEX

**Аканова Н.И., Дубровских Л.Н., Денисов К.Е.** Эффективность применения фосфогипса на темно-каштановых почвах в посевах подсолнечника  
**Akanova N.I., Dubrovskikh L.N., Denisov K.E.** Effectiveness of phosphogyps on dark chestnut soils in sunflower crops 7

**Чуян Н.А., Брескина Г.М., Кузнецов А.В.** Изменение биологической активности чернозема типичного от действия биопрепаратов и минеральных удобрений  
**Chuyan N.A., Breskina G.M., Kuznetsov A.V.** Changes in the biological activity of typical chernozem under the influence of biological preparations and mineral fertilizers 12

**Сорокин А.Е., Седых В.А., Савич В.И., Филиппова А.В., Гукалов В.В., Конах М.Д.** Информационная оценка взаимосвязей в системе почва-растение  
**Sorokin A.E., Sedykh V.A., Savich V.I., Filippova A.V., Gukalov V.V., Konakh M.D.** Information assessment of inter-relations in the soil-plant system 17

**Поисеев И.И., Стрекаловская М.И., Чугунов А.В.** Планирование использования естественных сенокосов  
**Poiseev I.I., Strekalovskaya M.I., Chugunov A.V.** Planning the use of natural haymones 22

**Плужникова И.И., Криушин Н.В., Бакулова И.В.** Влияние элементов агротехники на формирование листовой поверхности, засоренность посевов и урожайность растений конопли посевной в условиях Среднего Поволжья  
**Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V., Bakulova I.V.** The influence of elements agricultural technicians on the formation of leaf surface, contamination of crops and the yield of hemp sowing in the Middle Volga 26

**Дубровских Л.Н., Шурыгин К.В., Стеркин М.В., Носов В.В.** Оптимизация минерального питания многолетних трав в Нечерноземье: результаты первого года пользования травостоем  
**Dubrovskikh L.N., Shurygin K.V., Sterkin M.V., Nosov V.V.** Optimizing nutrition of perennial grasses in the Non-chernozem region: results of the first year of stand life 31

**Епифанова И.В., Прахова Т.Я.** Аллелопатическое взаимодействие люцерны изменчивой с масличными культурами  
**Epifanova I.V., Prakhova T.Ya.** Allopathic interaction of alfalfa variant with oil crops 34

**Охлопкова П.П., Яковлева Н.С., Ефремова С.П.** Оценка хозяйственных признаков районированных сортов и перспективных гибридов картофеля  
**Okhlopkova P.P., Yakovleva N.S., Efremova S.P.** Assessment of economic characteristics of districted varieties and prospective hybrids of potato 39

**Максимова Х.И.** Озимая рожь «Чолбон» в кормовом севообороте Приленского агроландшафта Центральной Якутии  
**Maksimova Kh.I.** The health of the "Cholbon" in the black sevoreth Prilengsolschaft Central Yakutia 43

**Пигорев И.Я., Харченко Е.В., Левшаков Л.В., Никитина О.В.** Эффективность жидких стимуляторов корнеобразования огурца в условиях защищенного грунта  
**Pigorev I.Ya., Kharchenko E.V., Levshakov L.V., Nikitina O.V.** Efficiency of liquid stimulants for root formation of cucumber in conditions of protected soil 46



### ЗЕМЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО LAND RELATIONS AND LAND MANAGEMENT

**Широкова В.А., Аль-Нуссаири Х.Х., Лепехин П.П.** NDVI как геоэкологический показатель изменения окружающей среды аллювиальных маршей Аль-Ховиза Юго-Восточного Ирака  
**Shirokova V.A., Al Nussairi H.K., Lepekhin P.P.** NDVI as a geoecological indicator of environmental change in Al-Hwizeh alluvial marches in South-Eastern Iraq 50



### ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ АПК STATE REGULATION AND REGIONAL DEVELOPMENT APK

**Харченко Е.В., Жияяков Д.И., Зюкин Д.А.** Успехи развития аграрного производства в Курской области и значение государственной поддержки  
**Kharchenko E.V., Zhilyakov D.I., Zyukin D.A.** The state's role in the success of the development of agriculture Kursk region 53



### АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ AGRARIAN REFORM AND FORMS OF MANAGING

**Стадник А.Т., Шелковников С.А., Лубкова Э.М., Шилова А.Э.** Перспективные направления производства и переработки продовольствия в промышленном регионе: территориальный аспект  
**Stadnik A.T., Shelkovnikov S.A., Lubkova E.M., Shilova A.E.** Perspective directions of food production and processing in the industrial region: territorial aspect 57

**Столярова О.А., Шатова А.В., Решеткина Ю.В.** Проблемы современного фермерства в развитии молочного скотоводства  
**Stolyarova O.A., Shatova A.V., Reshetkina Yu.V.** Problems of modern farming in the development of dairy cattle breeding 62

**Пермякова П.Ф., Романова В.В., Рожина Е.Н., Васильева Е.С., Никанорова М.И., Павлова Л.П.** Отбор и оценка ремонтных бычков в условиях Севера  
**Permyakova P.F., Romanova V.V., Rozhina E.N., Vasilieva E.S., Nikanorova M.I., Pavlova L.P.** Selection and evaluation of remedial bull-calves in the conditions of the North 65

**Решетникова Е.Г.** Совершенствование оптовой торговли продовольственной продукцией как фактор обеспечения экономической доступности продовольствия  
**Reshetnikova E.G.** Improvement of wholesale trade of food products as a factor of ensuring the economic affiliation of food 69



### МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ INTERNATIONAL EXPERIENCE IN AGRICULTURE

**Довготько Н.А., Андрищенко С.А., Чередниченко О.А., Скиперская Е.В.** Опыт Европейского союза по реализации целей устойчивого развития в сельском хозяйстве и возможности его применения в России  
**Dovgotko N.A., Andryushchenko S.A., Cherednichenko O.A., Skiperskaya E.V.** Experience of the European Union for the implementation of the objectives of sustainable development in agriculture and the possibility of its application in Russia 74



### ПАРТНЕРСКИЙ МАТЕРИАЛ AFFILIATE PUBLICATION

**Аканова Н.И., Визирская М.М.** Эффективность различных форм азотных удобрений в условиях избыточной кислотности почв  
**Akanova N.I., Vizirskaya M.M.** The effectiveness of different forms of nitrogen fertilizers in conditions of high soil acidity 81

## ОЦЕНКА УРОВНЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МИРЕ

А.Б. Мельников, П.В. Михайлушкин, Н.Ю. Коток

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Россия

Уровень продовольственной безопасности является одним из ключевых в оценке социально-экономического положения государства. Он позволяет оценить доступность и достаточность качественных продуктов питания для всех слоев населения. Цель данного исследования заключается в проведении оценки уровня продовольственной безопасности различных стран мира, сопоставлении их с Россией и выявлении сильных и слабых сторон для нашей страны. В ходе исследования использовался рейтинг продовольственной безопасности стран мира, составленный аналитическим агентством Economist Intelligence Unit, который учитывает такие показатели, как доступность продуктов питания, их достаточность и качество. Россия в этом рейтинге находится на 42 месте. Слабыми сторонами системы продовольственной безопасности России являются низкие доходы на душу населения, не позволяющие приобретать качественные продукты питания; низкий уровень затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в сельском хозяйстве, что приводит к отставанию отрасли в технологическом развитии и низкой производительности труда; слабо развитая дорожная и портовая инфраструктура; нехватка оросительных систем, их моральный и физический износ; а также отсутствие национальных стратегических документов в области качества питания. При этом имеются и сильные стороны: низкая волатильность цен на продукты питания; отсутствие граждан, находящихся за глобальной чертой бедности; высокий уровень доступа населения к чистой питьевой воде; наличие запасов продовольствия и мощностей для их хранения; высокий уровень доступности фермеров к источникам финансирования; наличие функционирующих национальных программ продовольственной безопасности и т.д. Выявлено, что одним из наиболее эффективных инструментов обеспечения продовольственной безопасности в развитых странах является внутренняя продовольственная помощь. Он активно используется в США, странах ЕС, Бразилии. Его цель не только в стимулировании производства сельскохозяйственной продукции, но и спроса на нее. Использование внутренней продовольственной помощи в России позволит не только обеспечить малоимущие слои населения качественными продуктами питания, но и стабильный гарантированный спрос на продукцию сельхозтоваропроизводителей.

**Ключевые слова:** продовольственная безопасность, сельское хозяйство, продукты питания, продовольствие, продовольственная помощь, рейтинг.

### Введение

Глобальная продовольственная проблема является одной из самых острых в современном мире и уже в среднесрочной перспективе может перерасти в мировой продовольственный кризис. В связи с этим перед правительством каждой страны возникает вопрос о способах ее решения и недопущения ухудшения ситуации. Уровень продовольственной безопасности дает возможность оценить доступность, достаточность и качество продуктов питания в государстве. Это основополагающие элементы социально-экономической стабильности любой страны, что и обуславливает актуальность темы исследования.

**Цель** исследования заключается в проведении оценки уровня продовольственной безопасности различных стран мира, сопоставлении их с Россией и выявлении сильных и слабых сторон для нашей страны.

Для достижения поставленной цели решены следующие **задачи**:

- проведена оценка стран мира по уровню обеспечения продовольственной безопасности;
- выявлены сильные и слабые стороны России в обеспечении продовольственной безопасности;
- изучены механизмы обеспечения продовольственной безопасности в различных странах мира.

**Объектом** исследования выступает продовольственная безопасность в различных стра-

нах мира. **Предмет** исследования — механизмы и инструменты для обеспечения продовольственной безопасности.

**Методологической базой** исследования послужила совокупность методов: монографический, анализ и синтез, сравнительный анализ, рейтинговая оценка. Информационная база исследования включает материалы аналитических отчетов ведущих компаний в мире, в том числе The Economist, а также научные труды и учебники по вопросам обеспечения продовольственной безопасности.

### Результаты исследования и их обсуждение

Для оценки уровня социально-экономического развития стран мира используется совокупность показателей, ключевым из которых выступает уровень продовольственной безопасности [1]. На Всемирном продовольственном саммите 1996 г. было принято единое определение продовольственной безопасности, согласно которому, это состояние, когда население страны в любой момент времени обладает физической, социальной и экономической доступностью к необходимым в количественном и питательном отношении продуктам питания, которые отвечают его потребностям для ведения активной и здоровой жизни [2].

Одним из наиболее распространенных методов оценки уровня продовольственной безопасности стран мира является расчет индекса продовольственной безопасности — интегрального

показателя, включающего: уровень доступности и потребления продуктов питания; наличие и достаточность продуктов питания; уровень качества и безопасности продуктов питания.

Такую оценку ежегодно проводит аналитическое агентство Economist Intelligence Unit. Индекс включает оценку как уровня государственного управления продовольственной сферой, так и уровня развития сельскохозяйственного производства в стране [3]. Это наиболее комплексный и полный показатель.

Как видно из данных таблицы, на первом месте в рейтинге мировой продовольственной безопасности по итогам 2018 г. находится Сингапур с индексом 85,9. Также в первой пятерке стран находятся Ирландия, Великобритания, США и Нидерланды. Первую десятку замыкает Франция с индексом 82,9. Интересно, что, например, страны, занимающие со 2 по 10 место в рейтинге, опережают Сингапур по наличию, достаточности и качеству продуктов питания, но за счет очень высокого уровня их доступности в этой стране обеспечивается лидерство Сингапура.

Россия находится в данном рейтинге на 42 месте (индекс продовольственной безопасности — 67). Если рассмотреть структуру индекса, то индекс доступности продуктов питания составляет 70,5, наличия и достаточности — 61, качества — 75,2. Согласно исследованиям Economist Intelligence Unit, в России ежегодно недоедают 2,5% населения. При этом индекс человеческого развития составляет 0,82, что является достаточно высоким показателем [2].



Таблица

Рейтинг стран мира по уровню продовольственной безопасности в 2018 г. [2]

Рейтинг	Страна	Уровень доступности	Наличие и достаточность	Качество	Итоговый индекс
1.	Сингапур	94,3	81,0	78,1	85,9
2.	Ирландия	87,8	83,6	84,8	85,5
3.	Великобритания	82,6	88,8	80,4	85,0
4.	США	86,8	83,2	85,4	85,0
5.	Нидерланды	82,8	86,1	85,1	84,7
6.	Австралия	84,3	82,6	85,4	83,7
7.	Швейцария	82,2	86,1	79,8	83,5
8.	Финляндия	81,3	84,2	86,0	83,3
9.	Канада	81,9	84,4	83,0	83,2
10.	Франция	80,5	83,8	86,5	82,9
...	...	...	...	...	...
42	Россия	70,5	61,0	75,2	67,0

По доступности продуктов питания Россия находится на 33 месте в мире. Это обеспечено тем, что в стране:

- изменение средних цен на продовольствие довольно низкое, ниже, чем в среднем в мире;
- процент населения, находящегося за глобальной чертой бедности, составляет 0%;
- имеются функционирующие программы продовольственной безопасности, хорошо финансируемые (выше, чем в среднем в мире);
- высокий уровень доступности фермеров к финансированию (значительно выше, чем в среднем в мире).

Однако имеются и проблемы доступа населения к продуктам питания, обусловленные низким показателем валового внутреннего продукта на душу населения и импортными тарифами на сельскохозяйственную продукцию.

По наличию и достаточности продуктов питания Россия находится на 52 месте в глобальном рейтинге. В структуре данного индекса лучше мировых значений находятся следующие показатели:

- достаточность предложения — 77,3%;
- средний запас продовольствия — 138%;
- наличие складских помещений для хранения урожая;
- уровень развития воздушно-транспортной и железнодорожной инфраструктуры;
- уровень урбанизации;
- потери продовольствия.

Барьерами для увеличения доступности и наличия продовольствия в России являются: низкий уровень государственных расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) в области сельского хозяйства; состояние дорожной и портовой инфраструктуры; состояние оросительных систем; волатильность сельскохозяйственного производства; политические риски и коррупция.

По качеству и безопасности продовольствия Россия занимает 41 место. Лучше, чем в среднем в мире, в стране развиты:

- разнообразие рациона;
- система мониторинга и надзора за питанием населения;
- доступность микроэлементов в продуктах питания;
- диетическая доступность витамина А, железа, цинка;
- качество белка;
- безопасность продуктов питания;

- доля населения, имеющая доступ к питьевой воде — 97,1%;
- возможность безопасного хранения продуктов питания.

Проблемы качества и безопасности продовольствия в России заключаются в недостатке стандартов питания и национальных диетических рекомендаций, а также национальной стратегии в области питания.

Таким образом, для повышения уровня продовольственной безопасности России необходимо сосредоточить внимание на следующих направлениях:

- повышение доходов на душу населения;
- увеличение расходов государства на НИОКР;
- улучшение дорожной и портовой инфраструктуры;
- восстановление и создание новых оросительных систем;
- разработка стратегических документов в области стандартов питания.

Интересен опыт поддержки продовольственной безопасности в странах мира, которые находятся выше России в рейтинге индекса продовольственной безопасности. В этих странах особое внимание при обеспечении продовольственной безопасности уделяется внутренней продовольственной помощи [4]. Например, доля расходов на продовольствие в бюджете домохозяйств составляет в среднем в США 10%, в странах ЕС — 15%, в России — 40%, в Китае — 60% [5].

Впервые такой механизм господдержки был использован в США, еще во времена Великой депрессии. Ее реализация осуществлялась в форме целевой продовольственной помощи малоимущим слоям населения для стимулирования внутреннего спроса на продовольственные товары. Аналогичный механизм используется и в современной американской экономике. Например, в 2012 г. удельный вес затрат на внутренние программы продовольственной помощи в бюджете Министерства сельского хозяйства США составлял около 76%. В структуре этой программы средства выделялись преимущественно на льготное приобретение продуктов питания.

Расчеты показывают, что каждый доллар, вложенный во внутреннюю продовольственную помощь, приводит к получению 1,8 долл. в целом для экономики. То есть этот механизм является многоцелевым и многофункциональным, обеспечивающим социальную и физическую доступность продуктов питания для всех слоев населения, а также рабочие места в экономике, что

позволяет США держаться в лидерах мирового рейтинга по уровню продовольственной безопасности [7, 8].

Еще одна страна, активно использующая данный механизм — Бразилия (39 место в рейтинге продовольственной безопасности). Высокий уровень дифференциации населения Бразилии по уровню дохода обусловил необходимость внедрения программ продовольственной помощи [6]. Помимо этого, значительная часть произведенной сельскохозяйственной продукции экспортируется, несмотря на недоедание и голод существенной части населения страны. Основной инструмент в рамках данной программы — целевые денежные субсидии малоимущим семьям на приобретение продуктов питания. Также государством осуществляются прямые закупки продовольствия у фермеров для распределения их среди государственных учреждений.

В странах Евросоюза современная аграрная политика направлена главным образом на обеспечение внутренней продовольственной безопасности посредством повышения уровня жизни населения и ее качества.

Уникальность политики продовольственной безопасности в Китае (35 место в рейтинге) заключается в необходимости обеспечения 22% мирового населения продуктами питания при наличии лишь 7% общемировой пашни. Эта проблема в Китае решается посредством увеличения государственных расходов на аграрную науку и стимулирования передовых достижений научно-технического прогресса [4, 5].

В России поддержка продовольственной безопасности осуществляется преимущественно за счет программ финансирования сельскохозяйственного производства (предложения). В то время как стимулировать необходимо и спрос на сельскохозяйственную продукцию. Также развитие аграрной науки позволит увеличить уровень продовольственной безопасности России, обеспечив сельское хозяйство качественным семенным и племенным материалом [9, 10]. Это позволит решить часть проблем по обеспечению продовольственной безопасности страны и доступности всего населения к качественным продуктам питания [11].

### Заключение

Оценка уровня продовольственной безопасности различных стран мира и их сопоставление с Россией позволила выявить сильные и слабые стороны системы продовольственного обеспечения нашей страны. Исследование показало, что факторов, оказывающих положительное влияние на уровень продовольственной безопасности России, больше, чем отрицательных. Однако отрицательные факторы, такие как: низкий уровень доходов на душу населения и расходов государства на НИОКР; слаборазвитые дорожная и портовая инфраструктура; заброшенность оросительных систем и отсутствие национальных стратегических документов в области качества питания, оказывают существенное влияние на снижение уровня продовольственной безопасности и «откидывают» Россию на низкие позиции в мировом рейтинге продовольственной безопасности. Улучшить позиции в данном рейтинге может такой механизм государственной поддержки, как внутренняя продовольственная помощь в виде субсидий малообеспеченным слоям населения на приобретение продовольственных товаров, государственные закупки у сельхозтоваропроизводителей и т.д.



## Литература

1. Вартанова М.Л. Основные направления обеспечения продовольственной безопасности в Российской Федерации // Региональные проблемы преобразования экономики. 2016. № 5 (67). С. 29-39.
2. Глобальный индекс продовольственной безопасности // The Economist. Режим доступа: <https://foodsecurityindex.eiu.com/> (дата обращения: 22.08.2020).
3. Рейтинг стран мира по уровню продовольственной безопасности. Гуманитарная энциклопедия: Исследования / Центр гуманитарных технологий, 2006-2020. Режим доступа: <https://gtmarket.ru/ratings/global-food-security-index/info> (дата обращения: 23.08.2020).
4. Водясов П.В. Зарубежный опыт внедрения программ внутренней продовольственной помощи // Агропродовольственная экономика. Режим доступа: <http://apej.ru/article/03-03-2018> (дата обращения: 23.08.2020).

## Об авторах:

**Мельников Александр Борисович**, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики и внешнеэкономической деятельности, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0978-0464>, [mikhaylushkinpv@mail.ru](mailto:mikhaylushkinpv@mail.ru)

**Михайлушкин Павел Валерьевич**, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономики и внешнеэкономической деятельности, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1304-8102>, [mikhaylushkinpv@mail.ru](mailto:mikhaylushkinpv@mail.ru)

**Коток Никита Юрьевич**, аспирант кафедры экономики и внешнеэкономической деятельности, [nikibarcelona50@gmail.com](mailto:nikibarcelona50@gmail.com)

## ASSESSMENT OF THE LEVEL OF FOOD SECURITY IN THE WORLD

**A.B. Melnikov, P.V. Mikhaylushkin, N.Yu. Kotok**

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

The level of food security is one of the key factors in assessing the socio-economic situation of the state. It allows you to assess the availability and sufficiency of quality food for all segments of the population. The purpose of this study is to assess the level of food security in various countries of the world, compare them with Russia and identify strengths and weaknesses for our country. The study used the world food security rating compiled by the economist Intelligence Unit analytical Agency, which takes into account such indicators as food availability, sufficiency and quality. Russia is in 42nd place in this rating. The weak points of our country's food security system are low per capita incomes, which do not allow them to purchase high-quality food; low R & d costs in agriculture, which leads to the industry lagging behind in technological development and low labor productivity; poor road and port infrastructure; lack of irrigation systems, their moral and physical wear and tear, as well as the lack of national strategic documents in the field of food quality. At the same time, there are also strengths: low volatility of food prices; the absence of citizens who are below the global poverty line; a high level of access to clean drinking water; availability of food stocks and storage facilities; high access of farmers to sources of Finance; availability of functioning national food security programs, etc. It is revealed that one of the most effective tools for ensuring food security in developed countries is domestic food aid. It is actively used in the USA, EU countries, and Brazil. Its goal is not only to stimulate agricultural production, but also demand for it. The use of domestic food aid in Russia will not only provide the poor with quality food, but also ensure stable guaranteed demand for agricultural products.

**Keywords:** *food security, agriculture, food products, food, food aid, rating.*

## References

1. Vartanova, M.L. (2016). Osnovnye napravleniya obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti v Rossiiskoi Federatsii [Main directions of ensuring food security in the Russian Federation]. *Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki* [Regional problems of transforming the economy], no. 5 (67), pp. 29-39.
2. Global'nyi indeks prodovol'stvennoi bezopasnosti [Global food security index]. *The Economist*, Available at: <https://foodsecurityindex.eiu.com/> (accessed: 22.08.2020).
3. Reiting stran mira po urovnyu prodovol'stvennoi bezopasnosti. Gumanitarnaya ehntsiiklopediya: Issledovaniya (2006-2020). [Rating of the world's countries by the level of food security. Humanitarian encyclopedia: Research, 2006-2020]. Available at: <https://gtmarket.ru/ratings/global-food-security-index/info> (accessed: 23.08.2020).
4. Vodyasov, P.V. (2018). Zarubezhnyi opyt vnedreniya program vnutrennei prodovol'stvennoi pomoshchi [Foreign experience in implementing domestic food aid programs]. *Agroprodovol'stvennaya ehkonomika* [Agri-food economics]. Available at: <http://apej.ru/article/03-03-2018> (accessed: 23.08.2020).
5. Uskova, T.V., Selimenkov, R.Yu., Anishchenko, A.N., Chekavinskii, A.N. (2014.) *Prodovol'stvennaya bezopasnost' regiona: monografiya* [Food security of the region: monograph]. Vologda, Institute of socio-economic development of territories of RAS, 102 p.
6. Mariliya, L., Renato, S. (2012). *Ehffektivnaya gosudarstvennaya politika i aktivnaya grazhdanskaya pozitsiya: Braziliiskii opyt sozdaniya sistemy prodovol'stvennoi bezopasnosti* [Effective public policy and active civil position: the Brazilian experience of creating a food security system]. Brasilia, ABRANDH, 43 p.
7. Vodyasov, P.V. (2016). Otsenka fizicheskoi dostupnosti prodovol'stviya dlya naseleniya regiona (na primere Altayskogo kraia) [Assessment of physical availability of food for the population of the region (on the example of the Altai territory)]. *Ehkonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and entrepreneurship], no. 4-2 (69-2), pp. 227-230.
8. Semykin, V.A., Pigorev, I.Ya., Zyukin, D.A. (2019). Obespechenie prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossii v usloviyakh ehkonomicheskopoliticheskikh sanktsii: uspekhi i problemy [Ensuring food security of Russia in the conditions of economic and political sanctions: successes and problems]. *Azimut nauchnykh issledovaniy: ehkonomika i upravlenie* [ASR: economics and management], no. 3 (28), pp. 336-339.
9. Paptsov, A.G., Altukhov, A.I., Kashevarov, N.I. i dr. (2019). *Prognoz nauchno-tehnologicheskogo razvitiya otrasli rastenievodstva, vlyuchaya semenovodstvo i organicheskoe zemledelie Rossii, v period do 2030 goda* [Forecast of scientific and technological development of the crop production industry, including seed production and organic agriculture in Russia, in the period up to 2030]. Novosibirsk, Publishing house of the Novosibirsk state agrarian university "Zolotoy Kolos", 100 p.
10. Petukhova, M.S. (2020). Metodicheskie osnovy strategicheskogo planirovaniya v otrasli rastenievodstva [Methodological foundations of strategic planning in crop production]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (373), pp. 37-39.
11. Shchev'ev, A.N., Bykov, A.A., Zyablitseva, I.V. (2020). Printsipy, strategicheskie trendy i mekhanizmy prodovol'stvennoi bezopasnosti raionov osvoeniya, Severa i Arktiki Sibiri [Principles, strategic trends and mechanisms of food security of the development areas, the North and the Arctic of Siberia]. *Ehkonomicheskii obzor* [Economic review], no. 1 (3), pp. 15-20.

## About the authors:

**Alexander B. Melnikov**, doctor of economic sciences, professor, head of the department of economics and foreign economic activities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0978-0464>, [mikhaylushkinpv@mail.ru](mailto:mikhaylushkinpv@mail.ru)

**Pavel V. Mikhaylushkin**, doctor of economic sciences, associate professor, professor of the department of economics and foreign economic activity, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1304-8102>, [mikhaylushkinpv@mail.ru](mailto:mikhaylushkinpv@mail.ru)

**Nikita Yu. Kotok**, postgraduate student of the department of economics and foreign economic activity, [nikibarcelona50@gmail.com](mailto:nikibarcelona50@gmail.com)

[mikhaylushkinpv@mail.ru](mailto:mikhaylushkinpv@mail.ru)



## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОГИПСА НА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ В ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Н.И. Аканова<sup>1</sup>, Л.Н. Дубровских<sup>2</sup>, К.Е. Денисов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», г. Москва, Россия

<sup>2</sup>АО «Апатит», г. Москва, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

Рассмотрена возможность использования многотоннажного отхода химической промышленности – фосфогипса (ФГ) в качестве мелиоранта и комплексного минерального удобрения. Результаты полевого опыта доказали целесообразность использования ФГ в ресурсосберегающих технологиях сельскохозяйственного производства. Проведенные исследования показали, что внесение ФГ существенно снижает плотность темно-каштановых почв в слое 0-30 см. С увеличением дозы ФГ разуплотнение пахотного горизонта происходило эффективнее до 1,16 г/см<sup>3</sup> или на 14%. Внесение ФГ приводило к увеличению содержания в почве элементов питания и повышению содержания органического вещества. При внесении 8 т/га ФГ на фоне минеральных удобрений отмечено наибольшее увеличение содержания в почве азота, фосфора и калия – на 41,7, 43,5 и 24,6% соответственно. Применение ФГ способствовало сдвигу реакции почвенной среды в сторону нейтральной. С увеличением дозы ФГ увеличивался дрейф показателя, так при дозе 4 т/га, разница с контрольным вариантом составила 0,52 ед. рН, при внесении 8 т/га 0,82 ед. Экологическая оценка эффективности ФГ не выявила загрязнения почв и растений подсолнечника тяжелыми металлами. В условиях применения мелиоранта выявлено увеличение всех показателей структуры урожая, наилучшие показатели были на фоне дозы ФГ 4 т/га. При этом отмечено улучшение качества семян: наибольшая масличность наблюдалась в варианте с внесением 4 т/га ФГ и составляла 49,6%. Увеличение дозы ФГ вдвое приводило к снижению масличности семян до 48,1%. Применение минеральных удобрений в сочетании с ФГ в дозе 4 т/га обеспечило получение прибавки урожая 0,65 т/га. Этот вариант был наиболее рентабельным – 197,7%. Дальнейшее увеличение дозы фосфогипса до 8 т/га снизило рентабельность до 188,28%, несмотря на более высокую урожайность, что связано с большими затратами на внесение и транспортировку ФГ.

**Ключевые слова:** фосфогипс, подсолнечник, качество семян, урожайность, тяжелые металлы, плодородие.

Разработка новых научных и технических подходов комплексной утилизации техногенного сырья является актуальной задачей для решения современных экономических, экологических и социальных проблем регионов. Фосфогипс (ФГ) является многотоннажным побочным продуктом, образующимся при переработке фосфорсодержащего сырья в фосфорную кислоту [1, 2].

По оценкам экспертов, на территории России в отвалах и хранилищах его накоплено более 500 млн т с ежегодным увеличением на 14 млн т. По прогнозам, к 2040 г. количество ФГ может возрасти вдвое. В настоящее время в мире перерабатывают не более 2% производимого ежегодно ФГ [3, 4]. Основное его количество складывают в наземные отвалы, либо в специальные пруды-отстойники. Транспортировка ФГ, устройство экранов под отвалами, нейтрализация образующихся при хранении ФГ сточных вод связаны с большими финансовыми затратами [5].

На сегодня проблема переработки и утилизации ФГ в России не решена, что наносит существенный ущерб биосфере [6, 7]. Степень его переработки составляет около 2-4% в год, в то время как в Германии, Бельгии, Японии – около 100%. Перспективный путь утилизации ФГ – использование его в сельском хозяйстве в качестве химического мелиоранта, источника кальция, кремния, фосфора и серы, которые дефицитны для почв многих регионов России [8, 10].

Основу фосфогипса составляет сульфат кальция  $\text{CaSO}_4$ , содержание которого в отходе достигает 94-96%. Однако у ФГ есть существенное отличие от гипсосодержащего сырья природного происхождения – наличие некоторого количества нежелательных примесей, что ограничивает его применение в качестве мелиоранта в сельском хозяйстве. В качестве примесей присутствуют соединения стронция и фтора, микропримеси редкоземельных элементов [11, 12, 13]. Однако в составе ФГ содержатся водорастворимые примеси: от 0,5 до 2,5% водорастворимого  $\text{P}_2\text{O}_5$ , примерно 0,3-0,6%  $\text{P}_2\text{O}_5$  в виде гидрофосфат-иона ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) находится в соосажденном виде – в структуре дигидрата, и около 1,5% микроэлементов [14, 15].

В настоящее время проблема крупномасштабного использования ФГ чрезвычайно актуальна по ряду причин:

- из-за больших темпов образования ФГ и практически полного отсутствия его утилизации, что привело к скоплению огромного его количества в отвалах;
- транспортирование ФГ в отвалы и его хранение в них связаны с капитальными вложениями и эксплуатационными затратами;
- под отвалами ФГ располагаются большие площади земель, иногда даже пригодные для ведения сельскохозяйственных работ. Ресурсы прилегающих (рядом с производством) земель к настоящему времени ограничены;

– хранение ФГ в отвалах наносит экологический вред окружающей природной среде.

В Беларуси на основе использования ФГ разработана методика очистки сточных вод от радионуклидов <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr [16]. В связи с этим представляется актуальным изучение эффективности использования ФГ на радиоактивно загрязненных территориях для восстановления плодородия нарушенных земель и улучшения радиационной обстановки окружающей среды.

Мировая практика применения ФГ показала, что это высокоэффективный и экологически безопасный прием химической мелиорации [17]. Используемые технологические схемы внесения ФГ на солонцовых почвах способствуют их рассолонцеванию и расщелачиванию, а использование на деградированных почвах и рисовых системах ведет к повышению запасов подвижных форм фосфора [18, 19, 20].

В связи с этим актуально решение комплексной задачи утилизации ФГ для предотвращения загрязнения окружающей среды, улучшения кальций-серно-фосфатного режима почвы и ее агрофизических свойств, увеличения продуктивности агроценоза и улучшения качества продукции.

### Методика проведения опыта

Исследования агроэкологической эффективности применения фосфогипса дигидрата в зависимости от доз на посевах подсолнечника проведены в 2019 г. в Саратовский ГАУ имени

Н.И. Вавилова. Цель исследований состояла в агроэкологической оценке и установлении биологической эффективности применения ФГ Балаковского филиала АО «Апатит», в качестве химического мелиоранта и кальций-фосфорно-серного удобрения в системе питания сельскохозяйственных культур на богаре с учетом почвенно-климатических условий.

Идея заключалась в том, что внесение в почву ФГ приведет к насыщению поглощающего комплекса почвы кальцием, пополнению фосфорными соединениями и снижению дефицита серы, обеспечит улучшение структуры и пищевого режима почвы. При внесении 1 т/га ФГ в почву может поступать до (кг): Са — 265, S — 215, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 20 и SiO<sub>2</sub> — 9,8 [19, 20].

В целом погодные условия вегетационного периода были не благоприятны для роста и развития культурных растений. Повышение температуры воздуха выше 30°C и отсутствие осадков в критические периоды развития растений не позволили сформировать высокий урожай.

Схема опыта включала 4 варианта: 1. Контроль (без внесения ФГ); 2. Фон N<sub>12</sub>P<sub>52</sub> — внесение аммофоса в дозе 150 кг/га; 3. Фон + внесение ФГ в дозе 4 т/га; 4. Фон + внесение ФГ в дозе 8 т/га. Фосфогипс вносили весной под культивацию. Технология возделывания подсолнечника общепринятая для Саратовской области. Высеивался раннеспелый гибрид подсолнечника Махаон. Гибрид отличается очень высокой экологической пластичностью для всех почвенно-климатических зон.

### Обсуждение результатов

Плотность почвы является одним из интегральных показателей плодородия. Она определяет воздушный и водный режимы почвы. На переуплотненных почвах снижаются темпы роста и развития растений, а также урожайность. Плотность почвы под посевами подсолнечника в слое 0-30 см изменялась по вариантам опыта (табл. 1). Более всего показатель снижался в вариантах с внесением ФГ, что, возможно, обусловлено лучшим развитием растений подсолнечника, главным образом, его корневой системы, которая более эффективно разрыхляла почву. Другой причиной, возможно, является то, что с внесением ФГ существенно увеличивается содержание кальция в почве, что улучшало ее структуру и влияло на ее плотность.

Так, в варианте с внесением 4 т/га ФГ плотность в слое 0-30 см составила 1,19 г/см<sup>3</sup>, что на 11,9% ниже, чем на контроле. Увеличение дозы ФГ до 8 т/га снизило плотность почвы на 14,1% по сравнению с вариантами без внесения ФГ. Однако двукратное увеличение дозы ФГ привело к снижению плотности почвы лишь на 2,2%.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что внесение в почву ФГ имеет свое положительное действие и является достаточно перспективным приемом мелиорации, обеспечивающим значительное улучшение физических свойств почв.

Внесение минеральных удобрений позволило снизить плотность темно- каштановых почв в слое 0-30 см лишь на 2% по сравнению с контролем, которая составила 1,32 г/см<sup>3</sup>. Аналогичная ситуация наблюдалась и по слоям почвы. Наибольшие положительные изменения в физических свойствах почвы (слой разрыхлялся) наблюдались в слое почвы 0-10 см, наименьшие сдвиги в разуплотнении происходили в слое почвы 20-30 см.

Применение минеральных удобрений и внесение ФГ повышало содержание элементов питания в почве, влияло на ее кислотность и содержание лабильного органического вещества (табл. 2).

Применение ФГ на фоне минеральных удобрений в среднем по опыту увеличивало содержание нитратного азота в слое почвы 0-30 см. Наибольшее содержание было на варианте при внесении ФГ в дозе 8 т/га и составило 5,1 мг/кг, что превышало контроль на 41,7%. При дозе ФГ в 4 т/га увеличивалось содержание азота в почве до 4,8 мг/кг, что выше контрольного варианта на 33,3%. Внесение только минеральных удобрений способствовало повышению содержания этого макроэлемента в почве лишь на 13,8%.

На всех вариантах опыта содержание в почве доступного фосфора увеличивалось. Более всего оно повысилось при внесении ФГ в дозе 8 т/га на фоне минеральных удобрений. Значение показателя составило 43,9 мг/кг, что превышало контрольный вариант с содержанием 30,6 кг/га, на 43,5%. Чуть меньше прирост был при дозе ФГ в 4 т/га, он составлял 28,1%. Использование только минерального удобрения обусловило повышение показателя до 37,4 мг/кг, что также превышало контрольный вариант.

Отмечено повышение средних показателей содержания обменного калия в почве по всем вариантам опыта, однако различия по величине показателя были незначительными и колебались от 280 мг/кг на контрольном варианте до 349 мг/кг на варианте с внесением ФГ в дозе 8 т/га, превышение составляло 24,6%.

Установлено, что применение средств химизации при возделывании подсолнечника оказывало значительное влияние на pH почвы.

На всех вариантах с внесением ФГ происходило раскисление почвы. Наибольшим оно было на варианте с применением ФГ в дозе 8 т/га и составляло 7,2 ед., при внесении ФГ в дозе 4 т/га — 6,9 ед. Это превышало контроль на 0,82 и 0,52 ед. соответственно. Данные значения укладывались в оптимальные показатели кислотности для подсолнечника.

Содержание лабильного органического вещества в почве также повышалось по всем вариантам опыта за счет лучшего развития растений, что являлось следствием улучшения минерального питания.

Экологическая оценка эффективности применения ФГ показала, что содержание тяжелых металлов в почве не превышало допустимых норм (табл. 3). Содержание Cd в почве изменялось слабо и колебалось в пределах 0,28-0,31 мг/кг, что составляет 15% от ОДК. Аналогичная ситуация наблюдалась с As, содержание которого в почве не зависело от внесения минеральных удобрений и ФГ и составляло по всем вариантам опыта не более 41% от ОДК, причем на контроле его содержание составляло 40% от ОДК.

Содержание Pb в почве различалось по вариантам опыта, но не превышало ОДК. При внесении минеральных удобрений его содержание в почве практически не изменялось, а при внесении ФГ увеличивалось на 17,3 и 14,0% при дозах 8 и 4 т/га соответственно.

Содержание Zn также незначительно изменялось по вариантам опыта. При внесении ФГ оно составляло 9,2-13,3%. Такая же тенденция наблюдалась по содержанию Ni в почве, на вариантах с совместным внесением минеральных удобрений и ФГ превышение по сравнению с контролем было не более 18,7%.

Таблица 1  
Плотность почвы в посевах подсолнечника, г/см<sup>3</sup>

Слой почвы, см	Варианты опыта			
	Контроль	Фон	Фон + 4 т/га ФГ	Фон + 8 т/га ФГ
0-10	1,31	1,29	1,17	1,13
10-20	1,35	1,32	1,19	1,15
20-30	1,38	1,34	1,22	1,19
0-30	1,35	1,32	1,19	1,16

Таблица 2

Содержание питательных веществ в посевах подсолнечника (слой 0-30 см)

Варианты опыта	Содержание в почве				рНн <sub>2</sub> О
	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	гумус, %	
Контроль	3,6	30,6	280	1,9	6,38
Фон	4,1	37,4	285	2,0	5,88
Фон + 4 т/га ФГ	4,8	39,2	320	2,2	6,90
Фон + 8 т/га ФГ	5,1	43,9	349	2,1	7,20

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в посевах подсолнечника (слой 0-30 см)

Варианты опыта	Содержание, мг/кг				
	свинец (Pb)	кадмий (Cd)	цинк (Zn)	мышьяк (As)	никель (Ni)
Контроль	7,63	0,28	41,70	4,0	28,42
Фон	7,85	0,29	42,09	3,9	29,06
Фон + 4 т/га ФГ	8,39	0,31	45,52	4,1	32,47
Фон + 8 т/га ФГ	8,95	0,30	47,23	3,9	33,76
ОДК	130,00	2,00	220,00	10,00	60,00





Подсолнечник относится к числу высокодоходных культур. Высокое содержание жира (50-55%) и белка (20-23%) в семенах, широкий ассортимент продукции, вырабатываемой из семян подсолнечника, и постоянно увеличивающийся спрос на них стали причиной резкого расширения посевных площадей этой культуры в Саратовской области.

Основными элементами структуры урожая подсолнечника являются масса 1000 семян и семян с одной корзинки. В свою очередь, масса семян с одной корзинки зависит от диаметра корзинки и количества в ней семян. Высота растений свидетельствует о развитии подсолнечника. Определение структуры урожая подсолнечника позволило установить влияние различных доз ФГ на формирование урожая подсолнечника (табл. 4).

Под влиянием минеральных удобрений и различных доз ФГ высота растений изменялась в пределах 108,8-122,5 см. Наибольшая высота растений наблюдалась на варианте с применением ФГ в дозе 4 т/га, при внесении ФГ в дозе 8 т/га высота была такой же и составляла 122,5 и 122,7 см соответственно. Это превышало вариант без применения удобрений и мелиорантов на 11%. Значение этого показателя на контроле составило 110,3 см, а в варианте с внесением минеральных удобрений — 108,8 см, различия не достоверны.

Диаметр корзинки подсолнечника также различался по вариантам опыта. Наименьшим он был на контроле и составлял 11,3 см. При внесении ФГ различий по величине показателя нет — 122,7 и 122,5 см. Внесение только минеральных удобрений приводило к формированию этого показателя на уровне контроля — 108,8 см.

На контроле число семян с одной корзинки формировалось на уровне 320 шт. Наибольшим оно было при совместном внесении минеральных удобрений и ФГ в дозе 8 т/га — 405 шт. Снижение дозы ФГ до 4 т/га обусловило снижение числа семян в корзинке на 3% и составило 390 шт. На варианте с применением фоновой дозы аммофоса этот показатель превышал контроль на 13%.

Масса семян с одной корзинки на вариантах с внесением различных доз ФГ практически не различалась. Для дозы 4 т/га она составляла 35,1 г, а для дозы 8 т/га — 35,6 г, что превосходит контрольный вариант на 38%. Масса 1000 семян также различалась по вариантам опыта. Без применения средств химизации этот показатель составил 81,3 г. При внесении ФГ она колебалась от 88,1 до 90,0 г. Стоит отметить, что разница в дозе ФГ незначительно сказалась на массе 1000 семян. Эти варианты по величине показателя превосходили контрольный на 8,4-10,7%.

Востребованность продукции растениеводства на рынке определяется ее качеством, для подсолнечника таким показателем служит масличность семян, которая по вариантам опыта возрастала при применении ФГ и минеральных удобрений (табл. 5). При внесении ФГ масличность практически не зависела от его дозы, разница составляла лишь 1,5%. Однако оба варианта превосходили контрольный на 2,3-3,8% масличности.

При внесении минеральных удобрений разница с вариантом, где они не вносились, составила 1,3%. Стоит заметить, что более всего масличность повысилась на варианте с внесением 4 т/га ФГ и составила 49,1%.

Важным показателем качества является безопасность продукции. По всем вариантам опыта содержание тяжелых металлов в растительном сырье не превышало предельно допустимого уровня (табл. 6). Внесение удобрений и ФГ не привело к увеличению содержания мышьяка в семенах подсолнечника. Этот показатель по вариантам опыта колебался в пределах 0,11-0,17 мг/кг.

При внесении ФГ по сравнению с контрольным вариантом содержание свинца было выше на 20,6-67,6%. Внесение минеральных удобрений также повышало концентрацию свинца в растительном сырье до 0,36 мг/кг сухого вещества, что выше контроля на 5,8%.

Более всего внесение ФГ повышало содержание Cd в семенах подсолнечника, оно доходило до 0,086 мг/кг при внесении 8 т/га и до 0,069 мг/кг при внесении 4 т/га. Это превышает контрольный вариант на 65,4 и 32,7% соответственно. Внесение только минеральных удобрений практически не влияло на содержание Cd в семенах подсолнечника. Однако во всех случаях получе-

на продукция, полностью отвечающая санитарно-гигиеническим нормам.

Важнейшим показателем при оценке любого агроприема является урожайность. При использовании минеральных удобрений и ФГ урожайность подсолнечника в зависимости от дозы достоверно увеличивалась, получена прибавка по всем вариантам (табл. 7). На контроле урожайность составила 1,63 т/га, при внесении аммофоса в дозе 150 кг/га урожай семян увеличился на 25,8% и достигал 2,05 т/га. Внесение при культивации минеральных удобрений совместно с ФГ в дозе 4 т/га обеспечило получение прибавки к контролю 0,65 т/га, а при дозе 8 т/га — 0,70 т/га.

Расчет экономической эффективности применения ФГ при возделывании подсолнечника показал, что все варианты опыта были экономически выгодны (табл. 8).

При калькуляции затрат в варианте с внесением ФГ исходили из условий его транспортировки на расстояние не более 15 км от места складирования до поля. При расчете стоимости

Таблица 4

Структура урожая подсолнечника

Варианты опыта	Высота растений, см	Диаметр корзинки, см	Число семян с 1 корзинки, шт.	Масса, г	
				семян с 1 корзинки	1000 семян
Контроль	110,3	11,3	320	25,9	81,3
Фон	108,8	12,1	370	31,5	85,1
Фон + 4 т/га ФГ	122,7	13,5	390	35,1	90,0
Фон + 8 т/га ФГ	122,5	12,9	405	35,6	88,1

Таблица 5

Масличность семян подсолнечника

Варианты опыта	Масличность, %	Прибавка к контролю, %	
		абсолютная	относительная
Контроль	45,8	-	-
Фон	47,1	1,30	2,84
Фон + 4 т/га ФГ	49,6	3,80	8,30
Фон + 8 т/га ФГ	48,1	2,30	5,02

Таблица 6

Содержание тяжелых металлов в подсолнечнике

Варианты опыта	Содержание в семенах, мг/кг сухого вещества		
	свинец (Pb)	кадмий (Cd)	мышьяк (As)
Контроль	0,34	0,052	0,015
Фон	0,36	0,054	0,011
Фон + 4 т/га ФГ	0,41	0,069	0,016
Фон + 8 т/га ФГ	0,57	0,086	0,017
ПДУ	1,0	0,1	0,3

Таблица 7

Урожайность подсолнечника

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
		т/га	%
Контроль	1,63	-	-
Фон	2,05	0,42	25,8
Фон + 4 т/га ФГ	2,28	0,65	39,9
Фон + 8 т/га ФГ	2,33	0,70	42,9
НСР <sub>05</sub>		0,071	
F <sub>факт</sub>		207,9	
F <sub>теор</sub>		3,86	



Экономическая эффективность возделывания подсолнечника

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Стоимость продукции	Затраты	Условный чистый доход	Себестоимость 1 т, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
Контроль	1,63	25,27	9,0	5,52	16,27	180,72
Фон	2,05	34,85	12,0	5,85	22,85	190,42
Фон + 4 т/га ФГ	2,28	38,76	13,02	5,71	25,74	197,70
Фон + 8 т/га ФГ	2,33	39,61	13,74	5,90	25,87	188,28

продукции принималось во внимание то, что на контроле качество маслосемян подсолнечника было ниже, что обуславливало его более низкую стоимость. При расчетах использовались средневзвешенные цены на маслосемена.

Наиболее рентабельным оказалось возделывание подсолнечника при внесении ФГ в дозе 4 т/га — 197,7%. Чуть меньше этот показатель был на варианте при внесении минерального удобрения — 190,42%. Наименьшая рентабельность отмечена на контроле — 180,72%, что объясняется наименьшей урожайностью подсолнечника на контроле. В варианте опыта с совместным внесением минеральных удобрений — аммофоса в дозе 150 кг/га и ФГ в дозе 8 т/га рентабельность была 188,28%, что ниже, чем на аналогичном варианте внесения минеральных удобрений и ФГ в дозе 4 т/га. Это объясняется высокими затратами на внесение ФГ и небольшой прибавкой урожайности по сравнению с дозой внесения ФГ 4 т/га.

### Заключение

Таким образом, внесение ФГ снижает плотность темно-каштановых почв в слое 0-30 см. С увеличением дозы ФГ разуплотнение пахотного горизонта происходило эффективнее. Увеличение дозы ФГ с 4 до 8 т/га приводило к снижению плотности почвы до 1,16 г/см<sup>3</sup> или на 14% по сравнению с контролем.

Внесение ФГ и минеральных удобрений приводило к увеличению содержания в почве элементов питания, раскислению почвы и повышению содержания органического вещества. При внесении 8 т/га ФГ наблюдалось наибольшее увеличение содержания в почве азота, фосфора и калия — на 41,7, 43,5 и 24,6% соответственно. Внесение минеральных удобрений и ФГ в дозе 4 т/га способствовало увеличению этих показателей на 33,3, 28,1 и 14,3% соответственно.

Применение ФГ способствовало сдвигу реакции почвенной среды в сторону нейтральной. С увеличением дозы внесения увеличивался дрейф показателя. Так, при дозе 4 т/га ФГ разница с контрольным вариантом составила 0,52 ед. рН, при внесении 8 т/га — 0,82 ед.

Экологическая оценка эффективности применения ФГ не выявила рисков загрязнения почвы и растений при использовании в системе удобрения ФГ в дозе, не превышающей 8 т/га. Содержание тяжелых металлов по всем вариантам опыта не превышало допустимых норм.

Применение ФГ обусловило увеличение всех показателей структуры урожая. Однако при максимальной дозе ФГ 8 т/га подсолнечник формировал более шуплые семена, чем при дозе 4 т/га. Различие по массе 1000 семян между этими вариантами составило 1,9 г.

Внесение ФГ улучшает качество продукции, наибольшая масличность наблюдалась на варианте с внесением 4 т/га и составляла 49,6%. Увеличение дозы ФГ вдвое приводило к снижению масличности семян до 48,1%.

Применение ФГ в дозе 4 т/га приводило к достоверной прибавке урожая — 0,65 т/га. Этот вариант был наиболее рентабельным — 197,7%. Дальнейшее увеличение дозы ФГ до 8 т/га снизило рентабельность до 188,28%, несмотря на более высокую урожайность. Это связано с большими затратами на внесение и транспортировку ФГ.

### Литература

1. Непряхин А.Е., Сенаторов П.П., Карпова М.И. Фосфатно-сырьевая база России: новые технологии и перспективы освоения // Горная техника. 2009. № 4. С. 136-144.
2. Некрасов Р.В., Аканова Н.И., Шедужен А.Х., Визирская М.М. Перспективы применения фосфогипса, как химического мелиоранта, в земледелии Российской Федерации // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 6 (372). С. 93-98.
3. Аканова Н.И., Шедужен А.Х., Визирская М.М. Эффективность фосфогипса как химического мелиоранта и минерального удобрения на урожайность подсолнечника и кукурузы в условиях выщелоченного чернозема Краснодарского края // Нива Поволжья. 2018. № 2 (47). С. 40-49.
4. Аканова Н.И., Шедужен А.Х., Визирская М.М., Андреев А.А. Агрэкологическая эффективность нейтрализованного фосфогипса как химического мелиоранта и фосфорсодержащего минерального удобрения в условиях богарного земледелия Краснодарского края // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 2. С. 32-37.
5. Коробанова Т.Н. Российский и зарубежный опыт утилизации фосфогипса // Наука вчера, сегодня, завтра: сборник статей по материалам XL международной научно-практической конференции. № 11 (33). Новосибирск: СибАК, 2016. С. 63-71.
6. Иваницкий В.В., Классен П.В., Новиков А.А. и др. Фосфогипс и его использование. М.: Химия, 1990. 224 с.
7. Шершнев О.В. Оценка воздействия отходов фосфогипса на компоненты окружающей среды // Экологический вестник. 2016. № 2 (36). С. 97-103.

8. Бекбаев Р. Мелиоративная эффективность фосфогипса на орошаемых землях бассейна рек Аса-Талас // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 1. С. 5-11.

9. Белоюченко И.С., Добрыднв Е.П., Муравьев Е.И. и др. Использование фосфогипса для рекультивации загрязненных нефтью почв // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2008. № 3. С. 72-77.

10. Белоюченко И.С., Муравьев Е.И. Влияние отходов промышленного и сельскохозяйственного производства на физико-химические свойства почв // Экологический Вестник Северного Кавказа. 2009. Т. 5. № 1. С. 84-86.

11. Ангелов А.И., Левин Б.В. Черненко Ю.Д. Фосфатное сырье: справочник. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. 120 с.

12. Калиниченко В.П. Эффективное использование фосфогипса в земледелии // Питание растений. 2017. № 1. С. 2-33.

13. Апатитовый и нефелиновый концентрат: минеральная база, перспективы. URL: [http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n\\_id=2410](http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=2410)

14. Ивочкина М.А. Изучение техногенных отложений в отвалах фосфогипса при переработке исходного формирования свойств сырья различных месторождений // Инженерный вестник Дона. 2013. № 1. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1535>

15. Шильников И.А., Аканова Н.И. Состояние и эффективность химической мелиорации почв в земледелии Российской Федерации различных форм кальцийсодержащих удобрений при возделывании риса // Плодородие. 2013. № 1. С. 9-13.

16. Кавхута Г.А., Ратько А.И., Ицакова Д.А., Слободин В.И., Терещенко М.И. Композиция для фиксации радионуклидов цезия и стронция: Патент BY 3603 (опубликован 30.12.2000).

17. Hilton, J. (2010) Phosphogypsum (PG): Uses and Current Handling Practices Worldwide. Julian Hilton. In: Proc. 25<sup>th</sup> Annual Lakeland Regional Phosphate Conference. Lakeland, USA.

18. Gezer, F., Turhan S., Uğur, F.A. et al. (2012). Natural radionuclide content of disposed phosphogypsum as TENORM produced from phosphorus fertilizer industry in Turkey. *Annals of Nuclear Energy*, vol. 50, pp. 33-37.

19. Яковлева А.С., Канискин М.А., Терехова В.А. Экологическая оценка почвогрунтов, подверженных воздействию фосфогипса // Почвоведение. 2013. № 6. С. 737-743.

20. Аканова Н.И. Фосфогипс нейтрализованный — перспективное агрохимическое средство интенсификации земледелия (по материалам семинаров ОАО «МКХ» ЕвроХим) // Плодородие. 2013. № 1 (70). С. 2-7.

### Об авторах:

**Аканова Наталья Ивановна**, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории известковых удобрений и химической мелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, [n\\_akanova@mail.ru](mailto:n_akanova@mail.ru)

**Дубровских Лидия Николаевна**, начальник агрономической службы, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7127-308X>, [ldubrovskikh@phosagro.ru](mailto:ldubrovskikh@phosagro.ru)

**Денисов Константин Евгеньевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9222-8103>, [denisovke@sgau.ru](mailto:denisovke@sgau.ru)



## EFFECTIVENESS OF PHOSPHOGYPS ON DARK CHESTNUT SOILS IN SUNFLOWER CROPS

N.I. Akanova<sup>1</sup>, L.N. Dubrovskikh<sup>2</sup>, K.E. Denisov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, Moscow, Russia

<sup>2</sup>JSC "Apatit", Moscow, Russia

<sup>3</sup>Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

The possibility of using multi-ton waste of the chemical industry — phosphogyps (FG) as a reclamation and complex mineral fertiliser is considered. The results of field experience have proved the feasibility of using FG in resource-saving technologies of agricultural production. Studies have shown that the introduction of FG significantly reduces the density of dark brown soils in the layer 0-30 cm. With an increase in the dose of FG, the sealing of the arable horizon was more effective up to 1.16 g/cm<sup>3</sup> or 14%. The introduction of FG has led to an increase in the content of food in the soil and an increase in the content of organic matter. With the introduction of 8 t/ha of FG on the background of mineral fertilizers, the largest increase in the soil of nitrogen, phosphorus and potassium was observed: by 41.7, 43.5 and 24.6%, respectively. The use of FG has contributed to a shift in the soil reaction towards neutral. With the increase in the dose of FG increased the drift of the indicator, so at a dose of 4 t/ha, the difference with the control option was 0.52 units, with the introduction of 8 t/ha 0.82 units. An environmental assessment of the effectiveness of FG did not reveal contamination of soils and sunflower plants with heavy metals. In the context of the use of the reclamation, an increase in all indicators of the harvest structure was revealed, the best indicators were on the background of the 4 t/ha of FG. The increase in the dose of FG halved led to a reduction in the oilseed to 48.1%. The use of mineral fertilizers in combination with FG in a dose of 4 t/ha ensured an increase in the harvest of 0.65 t/ha. Further increase in the dose of phosphogyps to 8 t/ha reduced the profitability to 188.28%, despite higher yields, which is associated with higher costs for the introduction and transportation of FG.

**Keywords:** phosphogyps, sunflower, seed quality, yield, heavy metals, fertility.

### References

- Nepryakhin, A.E., Senatorov, P.P., Karpova, M.I. (2009). Fosfatno-syr'evaya baza Rossii: novye tekhnologii i perspektivy osvoeniya [Russia's phosphate and raw materials base: new technologies and prospects for development]. *Gornaya tekhnika* [Mining technology], no. 4, pp. 136-144.
- Nekrasov, R.V., Akanova, N.I., Sheudzen, A.Kh., Vizirskaya, M.M. (2019). Perspektivy primeneniya fosfogipsa, kak khimicheskogo melioranta, v zemledelii Rossiiskoi Federatsii [Prospects of applying phosphogyps as a chemical reclaimer, in agriculture of the Russian Federation]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6 (372), pp. 93-98.
- Akanova, N.I., Sheudzen, A.Kh., Vizirskaya, M.M. (2018). Effektivnost' fosfogipsa kak khimicheskogo melioranta i mineral'nogo udobreniya na urozhainost' podsolnechnika i kukuruzy v usloviyakh vyshchelochennogo chernozema Krasnodarskogo kraia [Efficiency of phosphogyps, as a chemical reclaimer and mineral fertilizer on the yield of sunflower and corn in the conditions of leached black earth Krasnodar region]. *Niva Povolzh'ya*, no. 2 (47), pp. 40-49.
- Akanova, N.I., Sheudzen, A.Kh., Vizirskaya, M.M., Andreev, A.A. (2018). Agroekologicheskaya effektivnost' neutralizovannogo fosfogipsa kak khimicheskogo melioranta i fosforsoderzhashchego mineral'nogo udobreniya v usloviyakh bogarnogo zemledeliya Krasnodarskogo kraia [Agroecological efficiency of neutralized phosphogyps, as a chemical reclaimer and phosphorus-containing mineral fertilizer in the conditions of the rich agriculture of the Krasnodar region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2, pp. 32-37.
- Korobanova, T.N. (2016). Rossiiskii i zarubezhnyi opyt utilizatsii fosfogipsa [Russian and foreign experience of recycling phosphogyps]. *Nauka vchera, segodnya, zavtra: sbornik statei po materialam XL mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Science yesterday, today, tomorrow: collection of articles based on the materials of the XL International scientific and practical conference], no. 11 (33). Novosibirsk, SibAK Publ., pp. 63-71.
- Ivanitskii, V.V., Klassen, P.V., Novikov, A.A. i dr. (1990). *Fosfogips i ego ispol'zovanie* [Fosfogyps and its use]. Moscow, Khimiya Publ., 224 p.
- Shershnev, O.V. (2016). Otsenka vozdeistviya otkhodov fosfogipsa na komponenty okruzhayushchei sredy [Assessment of the impact of phosphogyps waste on environmental components]. *Ehkolicheskii vestnik* [Environmental gazette], no. 2 (36), pp. 97-103.
- Bekbaev, R. (2017). Meliorativnaya ehffektivnost' fosfogipsa na oroshaemykh zemlyakh basseina rek Asa-Talas [Meliorative efficiency of phosphogyps in the irrigated lands of the Asa-Thalas]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1, pp. 5-11.
- Belyuchenko, I.S., Dobrydnev, E.P., Murav'ev, E.I. i dr. (2008). Ispol'zovanie fosfogipsa dlya rekul'tivatsii zagryaznennykh nef'tyu pochv [Use of phosphogyps for the reclamation of oil-contaminated soils]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Transactions of Kuban state agrarian university], no. 3, pp. 72-77.
- Belyuchenko, I.S., Murav'ev, E.I. (2009). Vliyaniye otkhodov promyshlennogo i sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva na fiziko-khimicheskie svoystva pochv [Impact of industrial and agricultural waste on the physical and chemical properties of soils]. *Ehkolicheskii Vestnik Severnogo Kavkaza* [The North Caucasus Ecological Herald], vol. 5, no. 1, pp. 84-86.
- Angelov, A.I., Levin, B.V., Chernenko, Yu.D. (2000). *Fosfatnoe syr'e: spravochnik* [Phosphate raw: handbook]. Moscow, Nedra Business Center LLC, 120 p.
- Kalinichenko, V.P. (2017). Ehffektivnoe ispol'zovanie fosfogipsa v zemledelii [Effective use of phosphogyps in agriculture]. *Pitanie rastenii* [Plant nutrition], no. 1, pp. 2-33.
- Apatitovyi i nefelinovyi konsentrat: mineral'naya baza, perspektivy [Apatite and non-feline concentrate: mineral base, perspectives]. Available at: [http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n\\_id=2410](http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=2410)
- Ivochkina, M.A. (2013). Izuchenie tekhnogennykh otlozhenii v otvalakh fosfogipsa pri pererabotke iskhodnogo formirovaniya svoystv syr'ya razlichnykh mestorozhdenii [Study of man-made sediments in phosphogyps dumps in the processing of the initial formation of raw materials of various deposits]. *Inzhenernyi vestnik Dona* [Don's Engineering Gazette], no. 1. Available at: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1535>
- Shil'nikov, I.A., Akanova, N.I. (2013). Sostoyaniye i ehffektivnost' khimicheskoi melioratsii pochv v zemledelii Rossiiskoi Federatsii razlichnykh form kal'tsiisoderzhashchikh udobrenii pri vozdeystvii risa [The condition and effectiveness of chemical soil reclamation in the agriculture of the Russian Federation of various forms of calcium-containing fertilizers in rice cultivation]. *Plodorodie* [Fertility], no. 1, pp. 9-13.
- Kavkhuta, G.A., Rat'ko, A.I., Itskova, D.A., Slobodin, V.I., Tereshchenko, M.I. (2000). Kompozitsiya dlya fiksatsii radionuklidov tseziya i strontsiya: Patent BY 3603 [Composition for fixing radionuclides cesium and strontium: Patent BY 3603] (published 30.12.2000).
- Hilton, J. (2010). Phosphogypsum (PG): Uses and Current Handling Practices Worldwide. Julian Hilton. In: Proc. 25<sup>th</sup> Annual Lakeland Regional Phosphate Conference. Lakeland, USA.
- Gezer, F., Turhan S., Uğur, F.A. et al. (2012). Natural radionuclide content of disposed phosphogypsum as TENORM produced from phosphorus fertilizer industry in Turkey. *Annals of Nuclear Energy*, vol. 50, pp. 33-37.
- Yakovleva, A.S., Kanis'kin, M.A., Terekhova, V.A. (2013). Ehkolicheskaya otsenka pochvogrunto, podverzhennykh vozdeystviyu fosfogipsa [Environmental assessment of soil-prone phosphogyps]. *Pochvovedeniye* [Soil science], no. 6, pp. 737-743.
- Akanova, N.I. (2013). Fosfogips neutralizovannyi — perspektivnoe agrokhimicheskoe sredstvo intensivatsii zemledeliya (po materialam seminarov OAO «MKH» EvroKhim) [Phosphogyps neutralized -promising agrochemical means of intensification of agriculture (according to the materials of the seminars of "MKH" EuroChem)]. *Plodorodie* [Fertility], no. 1 (70), pp. 2-7.

### About the authors:

**Natalia I. Akanova**, doctor of biological sciences, professor, chief researcher of the laboratory of lime fertilizers and chemical melioration, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, [n\\_akanova@mail.ru](mailto:n_akanova@mail.ru)

**Lidia N. Dubrovskikh**, head of agronomy service, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7127-308X>, [ldubrovskikh@phosagro.ru](mailto:ldubrovskikh@phosagro.ru)

**Konstantin E. Denisov**, doctor of agricultural sciences, professor, professor of the department of agriculture, land reclamation and agrochemistry, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9222-8103>, [denisovke@sgau.ru](mailto:denisovke@sgau.ru)

[n\\_akanova@mail.ru](mailto:n_akanova@mail.ru)





# ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ОТ ДЕЙСТВИЯ БИОПРЕПАРАТОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н.А. Чуюн, Г.М. Брескина, А.В. Кузнецов

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск, Россия

В статье рассматриваются результаты исследований по изучению влияния микробиологических препаратов (Грибофит + Имуназот) и минеральных удобрений при раздельном и комплексном их использовании на фоне внесения в почву измельченных растительных остатков на изменение биологической активности чернозема типичного в посевах ячменя и гречихи. Исследования проводились на опытном поле ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», расположенном в с. Панино Медвенского района Курской области. Целлюлозолитическую активность почвы определяли по степени разложения и убыли сухой массы льняной ткани, выдержанной в почве за определенный период времени по методу Мишустина Е.Н. и др. В течение вегетационного периода (с апреля по ноябрь) в почву были заложены хлопчатобумажные полотна на глубину 0-20 см в трехкратной повторности в три срока вегетационного периода 2019 г. по ячменю и гречихе. Максимальные величины биологической активности по ячменю отмечены во втором сроке на варианте с внесением минеральных удобрений, где степень разложения превышала контроль в 1,9 раза и на 7,3% была выше по сравнению с биопрепаратами. По гречихе наблюдалась слабая степень разложения целлюлозы в почве, и она значительно уступала показателям биологической активности по сравнению с посевами ячменя, в частности по третьему сроку — в 2 раза. В третьем сроке выдержки тканей в почве внесение биопрепаратов способствовало развитию активности микроорганизмов, разрушающих целлюлозу по сравнению с контролем на 6,3% в посевах ячменя и на 5,2% по гречихе. Установлено, что значительная доля вклада факторов в варьирование показателя биологической активности отмечена по срокам определения — 62%, далее преимущество сохранялось за культурами — 22%. Доля участия минеральных удобрений составила 12%, а биопрепаратов — 4%.

**Ключевые слова:** биопрепараты (Грибофит + Имуназот), минеральные удобрения, побочная продукция, целлюлозолитическая активность, ячмень, гречиха.

## Введение

Повышение интенсивности разложения послеуборочных растительных остатков — актуальная проблема современного земледелия. Применение биопрепаратов по стерне увеличивает скорость разложения послеуборочных растительных остатков, обогащает почву органическим веществом, повышает биологическую активность почвы, что способствует улучшению водного, воздушного и питательного режима [1, 2, 3].

Отмечено увеличение количества микрофлоры под влиянием ризобактерий [4], которые могут стать мощным инструментом в современных агробиотехнологиях [5]. Существенный рост биологической активности почвы возможен при использовании микробных препаратов [6, 7].

Установлено, по экспериментальным данным, что численность микроорганизмов, участвующих в разложении растительных остатков, в целом была выше при инокуляции соломы биопрепаратами по сравнению с необработанной соломой. Отмечено, что эффективность биопрепаратов увеличивается в комбинации с компенсирующими дозами азота [8].

Скорость разложения послеуборочных растительных остатков зависит от видовой представительности и биомассы микроорганизмов, специализирующихся на деструкции органических молекул [9], от состава и структуры послеуборочных растительных остатков. Общую направленность микробиологических процессов в почве достаточно полно отражает скорость разложения клетчатки.

Выявлено, что применение регуляторов роста и водорастворимых микробиоудобрений оказывало стабильное стимулирующее действие на целлюлозоразрушающую активность почвенных микроорганизмов [10, 11].

Поэтому биопрепараты в полной мере влияют не только на развитие растений, но и на био-

логическое состояние почвы, определяемое, согласно нашему эксперименту, по интенсивности целлюлозолитической активности, являющейся интегральным показателем биологической активности почвы.

## Цель исследования

Цель проводимого нами исследования — изучить влияние микробиологических препаратов (Грибофит + Имуназот) и минеральных удобрений ( $N_{10}$  аммиачной селитры) на фоне внесения в почву измельченных растительных остатков на изменение биологической активности чернозема типичного в посевах ячменя и гречихи.

## Условия и методика исследования

Опыт по действию микробиологических биопрепаратов и минеральных удобрений, внесенных с побочной продукцией, на качество чернозема типичного и продуктивность культур был заложен в 2017 г. на опытном поле ФГБНУ «Курский ФАНЦ», расположенном в с. Панино Медвенского района Курской области. Влияние измельченных растительных остатков на изменение биологической активности почвы за 2019 г. изучали в вариантах с внесением азотных удобрений или биопрепаратов (Грибофит + Имуназот) и комплексного внесения микробиологических препаратов с минеральными удобрениями.

В экспериментах 2019 г. выращивали сорта ярового ячменя Суздалец в зернопропашном севообороте (ЗП), предшественником которого являлся подсолнечник масличный Имерия, и гречихи Деметра в зерновом севообороте (ЗС) по предшественнику — ярового ячменя Суздалец. После уборки предшествующих культур всю побочную продукцию (измельченные растительные остатки) использовали в качестве удобрения путем поверхностной заделки их в почву.

Опыты закладывали в соответствии с общепринятыми методиками [12] в трехкратной повторности, культуры выращивали по рекомендуемым агротехнологиям.

Схема опыта в обоих севооборотах была одинаковой и включала следующие варианты: 1. Измельченные растительные остатки (контроль); 2. Измельченные растительные остатки + азотные удобрения из расчета 10 кг д.в. N на 1 т соломы зерновых культур и подсолнечника; 3. Измельченные растительные остатки, обработанные биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка почвы перед посевом биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка посевов 2 раза в течение вегетации биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га); 4. Измельченные растительные остатки + азотные удобрения из расчета 10 кг д.в. N на 1 т соломы + измельченные растительные остатки, обработанные биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка почвы перед посевом биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка посевов 2 раза в течение вегетации биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га).

Основные действующие компоненты биотехнологии применяемых в опыте биопрепаратов — это культуры двух микроорганизмов: гриба *Trichoderma*, представленного в форме биопрепарата Грибофит, и ризосферных бактерий *Pseudomonas*, в форме микробиологического препарата Имуназот.

**Грибофит** — это экологически безопасный биофунгицид, ростостимулятор, фосфатмобилизатор. Препарат содержит споры и мицелий гриба *Trichoderma*, а также продуцируемые грибом в процессе производственного культивирования биологически активные вещества (антибиотики, ферменты, витамины, фитогормоны). **Имуназот** — биологический фунгицид, ростостимулятор, фосфатмобилизатор контактного и



системного действия. Обладает ростстимулирующей активностью, повышает всхожесть и энергию прорастания, способствует усиленному развитию корневой системы растений [13].

Обработку биопрепаратами измельченных растительных остатков почвы перед посевом и вегетирующих растений проводили опрыскивателем ОП-2000/24. Внесение аммиачной селитры осуществляли навесным разбрасывателем РН-0,8. Измельченные растительные остатки заделывали в почву дисковой боронкой на глубину 10-12 см, через 40-60 дней после этого проводили основную отвальную обработку почвы.

Почва опытного поля — чернозем типичный слабоэродированный тяжелосуглинистый на карбонатном лессовидном суглинке. При закладке эксперимента в пахотном слое почвы среднее содержание гумуса (по Тюрину) составило 4,98±0,15%. Реакция почвенной среды нейтральная. Содержание обменного кальция составляло 22,0-23,3 мг-экв/100 г почвы, подвижных (по Чирикову) форм фосфора и калия — 8,8-12,0 и 9,7...11,2 мг/кг соответственно, общего азота (по Кьельдалю) — 0,22-0,23%, обменного аммония (по методу ЦИНАО (ГОСТ 26487-85) — 10,9-13,2 мг/кг, нитратного азота (по методу Гранвальд-Ляжу) — 4,8-5,1 мг/кг почвы.

Агрометеорологические условия в период исследования характеризовались неустойчивым влагообеспеченностью и температурным режимом. Среднемесячная температура 2019 г. с апреля по июнь была выше нормы в среднем на 2,9 °С, а с июля по сентябрь — ниже нормы на 1,1 °С. С апреля по август выпало недостаточное количество осадков, гидротермический коэффициент (ГТК) был равен 0,85, а в период май-июнь он находился на уровне 0,46, поэтому для роста возделываемых культур и микроорганизмов, вносимых с биопрепаратами, складывались неблагоприятные условия.

Целлюлозоразрушающая способность почвы — широко принятый показатель биологической активности, который определяется степенью распада и убылью сухой массы льняной ткани, выдержанной в почве определенный период времени [14].

В течение вегетационного периода (с апреля по ноябрь) в почву были заложены хлопчатобумажные полотна на глубину 0-20 см в трехкратной повторности в три срока вегетационного периода 2019 г. Первый и второй срок заложения тканей под ячменем и гречихой не совпадали из-за биологических особенностей возделывания культур. В посевах ячменя исследования проводились с 22 апреля по 7 июня (I период), с 7 июня по 25 августа (II период), а в посевах гречихи — с 15 мая по 28 июня (I период), с 28 июня

по 25 августа (II период). После уборки данных культур и заделки послеуборочных остатков — III период с 3 сентября по 15 октября. Для закладки полотен использовали инструмент для закладки в почву ткани и фотобумаги при изучении биологической активности почвы [15]. С его помощью в почве делали разрез, не нарушая при этом целостность почвенного покрова.

Полученные результаты обрабатывали методами математической статистики с применением дисперсионного анализа в программе Microsoft Office Excel 2010.

### Результаты исследования

На скорость и интенсивность разложения соломы существенное влияние оказывают условия температуры и влагообеспеченности, определяющие активность почвенных микроорганизмов [10]. Отмечено, что процесс минерализации наиболее чувствителен к изменению температуры и влажности на начальной стадии разложения [7, 16].

Анализ метеорологических данных за 2019 г. исследования показал, что на момент закладки опыта с конца апреля и в течение первых 30 дней температура воздуха изменялась от 9,2 до 16,8 °С. В весенний период почва прогревалась медленно, разница между воздушной и почвенной температурой достигала 5-6 °С. Поэтому на момент разбивки опыта активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в исследуемых вариантах по двум культурам (ячменя и гречихи) была низкой.

Результаты исследований показали, что внесение в почву органических (заделка послеуборочных остатков культур в поверхностный 8-10 см слой почвы) и минеральных (N<sub>10</sub> аммиачной селитры) удобрений и обработка семян, посевов культур гречихи и ячменя микробиологическими препаратами повлияли на интенсивность целлюлозолитической активности почвы. Это обосновывается различными показателями разложения льняных полотен, заложенных в три срока за период вегетации культур ячменя и гречихи (рис. 1, 2).

Применение биопрепаратов в посевах ячменя, независимо от сроков закладки полотен, обеспечивало увеличение активности целлюлозоразрушающей биоты по сравнению с контролем на 4, 11,2 и 5,27%, соответственно первому, второму и третьему срокам определения.

Максимальные величины биологической активности по ячменю отмечены во втором сроке на варианте с внесением минеральных удобрений, где степень разложения превышала контроль в 1,9 раза и на 7,3% была выше по сравнению с биопрепаратами (рис. 1).

Положительное влияние на разложение целлюлозы оказало и комплексное применение биопрепаратов с азотом (N<sub>10</sub>) аммиачной селитры по всем срокам, где наблюдается активное действие целлюлозоразрушающих микроорганизмов по сравнению с контролем на 4,2, 12,5 3,2%, соответственно первому, второму и третьему срокам закладки полотен.

Целлюлозолитическая активность при совместном внесении минеральных удобрений и биопрепаратов сохранялась на уровне использования одних биопрепаратов, но уступала варианту с минеральными удобрениями на 0,7, 6,9 и 5,6%, соответственно срокам закладки полотен.

Интенсивность разложения целлюлозы за период вегетации культуры гречихи характеризовалась как слабая. Процент разложения первого срока закладки полотен на всех вариантах опытного участка превышал контроль на 8,2, 4,8 и 2,7%, соответственно вариантам совместного внесения минеральных удобрений и биопрепаратов, минеральных удобрений и биопрепаратов, вносимых отдельно. Второй срок выдержки полотна в почве имел максимальные величины целлюлозолитической активности по всем факторам опыта по сравнению с другими сроками определения (рис. 2).

В среднем по опыту как для ячменя, так и для гречихи выявлена следующая закономерность: в третьем сроке выдержки тканей в почве наблюдалось резкое снижение активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Мы связываем данное обстоятельство с изменением климатических условий третьего периода определения разложения целлюлозы, характеризующегося недостаточной влагообеспеченностью почвы, высокой температурой воздуха.

К тому же целлюлозолитическая активность, как и другой микробиологический показатель, характеризуется высокой динамичностью и сезонной изменчивостью, возможно органическое вещество послеуборочных остатков к третьему сроку определения в большей степени трансформировалось в микробную биомассу и лабильные гумусовые вещества, соответственно произошла и смена действующим групп микроорганизмов, отвечающие за дальнейшую деградацию растительного материала [3, 17].

Характеристика изменения биологической активности по культурам, с учетом количества отбора образцов, показала существенные изменения (НСР<sub>05</sub> — 3,3) от действия минеральных удобрений, биопрепаратов и их совместного внесения. Биопрепараты способствовали активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов по сравнению с контролем на 6,3% в посевах ячменя и на 5,2% по гречихе (табл. 1).

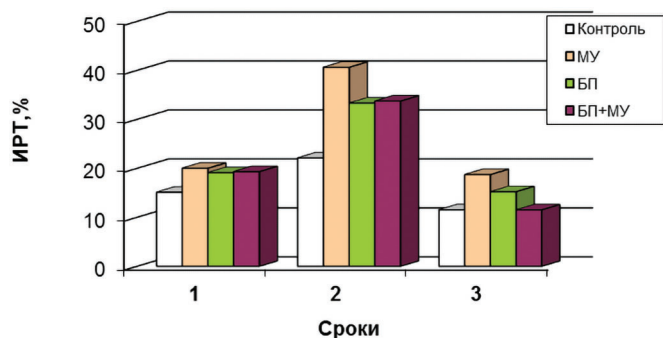


Рис. 1. Изменение интенсивности разложения ткани под ячменем в различные сроки их выдержки в поверхностном слое почвы

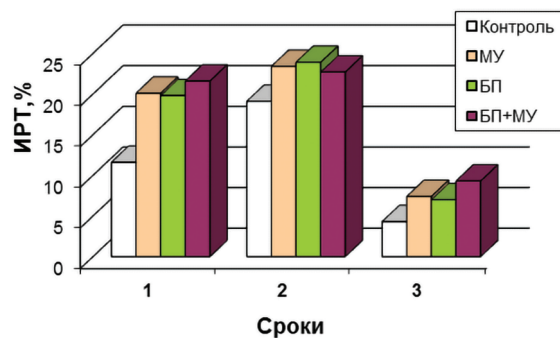


Рис. 2. Изменение интенсивности разложения ткани под гречихой в различные сроки их выдержки в поверхностном слое почвы



Отмечалось усиление деятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов на варианте с применением азота аммиачной селитры по сравнению с внесением биопрепаратов на 4% по ячменю. Независимо от культур внесение минеральных удобрений способствовало, по сравнению с контролем, увеличению целлюлозолитической активности почвы на 10,3 и 5,3%, соответственно по ячменю и гречихи.

Процесс разложения целлюлозы при комплексном использовании биопрепаратов с минеральными удобрениями был на уровне внесения одних биопрепаратов. Лишь по гречихе наблюдалась тенденция повышения биологической активности в варианте совместного внесения биопрепаратов и минеральных удобрений на 1,0% по сравнению с одними биопрепаратами и на 0,9% по сравнению с минеральными удобрениями.

Таблица 1  
Интенсивность целлюлозолитической активности (ЦА) по культурам с учетом повторностей опыта, %

Варианты опыта	А*		В	С	ЦА			Среднее
	Культура	БП**	МУ	МУ	1***	2	3	
Контроль	1	0	0	0	17,4	14,2	17,1	16,2
МУ	1	0	1	1	28,7	25,5	25,2	26,5
БП	1	1	0	0	26,1	20,0	21,4	22,5
МУ + БП	1	1	1	1	24,8	20,7	18,9	21,5
Контроль	2	0	0	0	10,7	13,9	10,4	11,7
МУ	2	0	1	1	16,4	16,8	17,8	17,0
БП	2	1	0	0	18,8	17,5	14,5	16,9
МУ + БП	2	1	1	1	19,5	16,1	18,1	17,9
НСР <sub>05</sub>								3,3

\*А — культуры: 1 — ячмень, 2 — гречиха.

\*\*БП — биопрепараты (Грибофит + Имуназот); МУ — минеральные удобрения (N<sub>10</sub> аммиачной селитры).

\*\*\*Повторности закладки тканей по вариантам опыта.

Таблица 2  
Различия показателя целлюлозолитической активности (dЦА) между культурами по срокам и вариантам опыта, %

Сроки	БП	МУ	Ячмень	Гречиха	dЦА
1	0	0	15,1	11,6	-3,5
1	0	1	20	20,1	0,1
1	1	0	19,1	19,8	0,7
1	1	1	19,3	21,6	2,3
			<b>18,4</b>	<b>18,3</b>	<b>-0,1</b>
2	0	0	22,1	19,1	-3,0
2	0	1	40,6	23,4	-17,2
2	1	0	33,3	23,9	-9,4
2	1	1	33,7	22,7	-11,0
			<b>32,4</b>	<b>22,3</b>	<b>-10,2</b>
3	0	0	11,5	4,3	-7,2
3	0	1	18,7	7,4	-11,3
3	1	0	15,2	7	-8,2
3	1	1	11,5	9,3	-2,2
			<b>14,2</b>	<b>7,0</b>	<b>-7,2</b>

БП — биопрепараты (Грибофит + Имуназот); МУ — минеральные удобрения (N<sub>10</sub> аммиачной селитры).

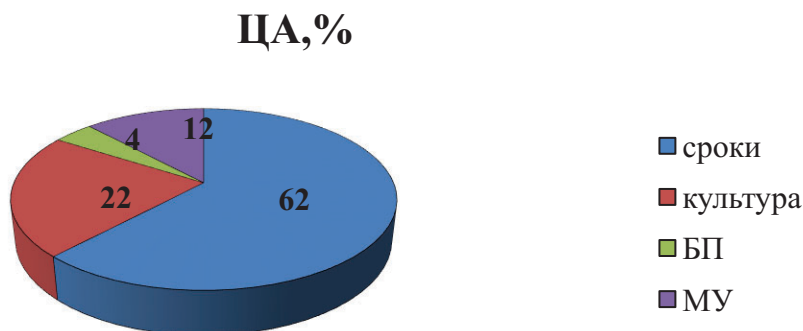


Рис. 3. Доля вклада факторов в варьирование целлюлозолитической активности (ЦА) чернозема типичного, %

Анализ изменения целлюлозолитической активности по культурам с учетом повторностей закладки тканевых образцов показал, что активность микрофлоры, разлагающей целлюлозу, интенсивнее проходила в почве по ячменю, независимо от сроков выдержки льняных полотен в почве и факторов опыта (табл. 2).

Различия в развитии целлюлозоразлагающих микроорганизмов в поверхностном слое почвы между двумя культурами ячменем и гречихой, возможно, связаны с неравномерным расположением экспериментальных участков в опыте. Опытное поле с посевами ячменя имеет некоторую затененность со стороны лесополосы, по причине выраженного уклона в направлении к лесополосе, тем самым, поле ячменя несколько меньше было подвержено процессу пересыхания, где влажность почвы по ячменю была выше на 3-5% по сравнению с участком, занятым гречихой, что благоприятствовало развитию биологической активности почвы.

Следует отметить, что в поверхностном слое почвы по ячменю наблюдалось наибольшее накопление негумифицированного органического вещества — на 0,62-2,18 т/га по сравнению с участком гречихи, независимо от факторов опыта, которое служит источником питания и развития микрофлоры, разлагающей целлюлозу [18].

Проведение корреляционно-регрессионного анализа показало тесную связь показателя интенсивности разложения целлюлозы у исследуемых факторов.

$$\text{ЦА, \%} = 11,0 + 47,28x_1 - 12,75x_1^2 - 5,65x_2 + 1,88x_3 + 4,12x_4; R=0,90,$$

где  $x_1$  — сроки,  $x_2$  — культура,  $x_3$  — биопрепараты,  $x_4$  — минеральные удобрения.

Статистический анализ за три срока определения целлюлозолитической активности, в среднем за период вегетации культур ячменя и гречихи, показал, что значительная доля вклада факторов в варьирование показателя биологической активности отмечена по срокам определения — 62%, далее преимущество сохранялось за культурами — 22% (рис. 3).

Менее активно проявили себя минеральные удобрения, доля их участия в интенсивности разложения целлюлозы была в 2 и 3 раза меньше, соответственно по сравнению с факторами: культуры и сроки определения.

Биопрепараты, как фактор, значительно уступали по своему действию на биологические процессы разложения целлюлозы, вклад в варьирование целлюлозолитической активности составил всего 4%, что обусловлено сложившимися климатическими условиями вегетации культур.

### Выводы

1. Представленные данные по целлюлозолитической активности свидетельствуют о том, что действие микробиологических биопрепаратов (Грибофит + Имуназот), минеральных удобрений на фоне внесения побочной продукции ячменя и гречихи и их предшественников способствовало увеличению биологической активности почвы.

2. Наибольший эффект на целлюлозоразрушающую способность почвенных микроорганизмов на участке по ячменю был обеспечен на варианте с внесением минеральных удобрений, где степень разложения превышала контроль в 1,9 раза и на 7,3% была выше по



сравнению с биопрепаратами, независимо от сроков определения.

3. По гречихе наблюдалась слабая степень разложения целлюлозы почвы, и она значительно уступала показателям биологической активности – в 2 раза по сравнению с посевами ячменя, в частности по третьему сроку ее определения. По ячменю в третьем сроке отмечено повышение биологической активности в варианте совместного внесения биопрепаратов и минеральных удобрений на 1,0 и 0,9% по сравнению с одними биопрепаратами и минеральными удобрениями, соответственно и по сравнению с контролем — на 6,2%.

4. Третий срок определения, в среднем по опыту, как для ячменя, так и для гречихи характеризовался резким снижением активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов, что объясняется сложившимися погодными условиями данного периода наблюдений.

5. По степени влияния на целлюлозолитическую активность чернозема типичного исследуемые факторы располагались в следующем ряду: сроки определения (3 срока закладки полотно) > культуры (ячмень и гречиха) > минеральные удобрения (N<sub>10</sub> аммиачной селитры) > биопрепараты (Грибофит + Имуназот).

#### Литература

1. Мудрых Н.М., Самофалова И.А. Опыт использования растительных остатков в почвах Нечерноземной зоны России (обзор) // Пермский аграрный вестник. 2017. № 1 (17). С. 88-97.

#### Об авторах:

**Чуян Наталия Анатольевна**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агропочвоведения, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4212-3142>, chuyan.6546@yandex.ru

**Брескина Галина Михайловна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агропочвоведения, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2381-312X>, breskina-galina@yandex.ru

**Кузнецов Алексей Викторович**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агропочвоведения, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0230-7503>, kuznecov.1983@mail.ru

2. Рябчинская Т.А., Зими́на Т.В. Средства, регулирующие рост и развитие растений, в агротехнологиях современного растениеводства // Агробиология. 2017. № 12. С. 62-92. doi: 10.7868/S0002188117120092

3. Schlaeppli, K., Bulgarelli, D. (2015). The plant microbiome at work. *Mol. Microbe Interact.*, vol. 28, no. 3, pp. 212-217.

4. Хамова О.Ф., Черемисин А.И., Дергачева Н.В. Эффективность применения биопрепаратов комплексного действия при возделывании сортов картофеля в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Агробиология. 2016. № 9. С. 33-38.

5. Анохина Т.О., Сиунова Т.В., Сизова О.И., Захарченко Н.С., Кочетков В.В. Ризосферные бактерии рода *Pseudomonas* в современных агротехнологиях // Агробиология. 2018. № 10. С. 54-66. doi: 10.1134/S0002188118100034

6. Сулейманов С.Р., Низамов Р.М. Продуктивность подсолнечника и микробиологическая активность почвы под воздействием биопрепаратов в условиях Республики Татарстан // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 8. С. 39-42.

7. Mayer, J., Scheid, S. et al. (2010). How effective are Effective Microorganisms R EM? Results from a field study in temperate climate. *Applied Soil Ecology*, vol. 46 (2), pp. 230-239.

8. Русакова И.В. Биопрепараты для разложения растительных остатков в агроэкосистемах // *Juvenis scientia*. 2018. № 9. С. 4-9. doi: 10.32415/jscentia.2018.09.01

9. Свиридова О.В., Воробьева Н.И., Проворов Н.А., Орлова О.В., Русакова И.В., Андронов Е.Е., Пищик В.Н., Попов А.А., Круглов Ю.В. Выравнивание почвенных условий для развития растений при деструкции растительных остатков микробными биопрепаратами // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 664-672. doi: 10.15389/agrobiologia.2016.5.664.rus.

10. Мнатсакянян А.А., Лукьяненко П.П., Мухина М.Т. Действие микроудобрения и регулятора роста на изменение микробиологической активности чернозема выщелоченного на посевах озимой пшеницы // Плодородие. 2017. № 1 (94). С. 35-37.

11. Esther, O.J., Hong, T.X., Hui, G.C. (2013). Influence of straw degrading microbial compound on wheat straw decomposition and soil biological properties. *African Journal of Microbiology Research*, vol. 7 (28), pp. 3597-3605.

12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

13. Лазарев В.И. Влияние микробиологических препаратов Грибофит и Имуназот на микробиологическую активность почвы // Достижения научно-технического прогресса агропромышленному комплексу: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Курск: Изд-во Курской ГСХА, 2017. С. 30-33.

14. Мишустин Е.В., Востров И.П., Петрова А.Н. Методика определения целлюлозоразрушающей активности почвы. М.: Наука, 1987. 375 с.

15. Дудкина Т.А., Дудкин И.В. Инструмент для проведения исследований по биологизации почвы // Агробиологический вестник. 2018. № 4. С. 71-74. doi: 10.24411/0235-2516-2018-10033

16. Omar de Kok-Mercado (2015). Microbial decomposition of corn residue in two lo Mollisols. *Graduate Theses and Dissertations*. Available at: <http://lib.dr.iastate.edu/etd/14770>

17. Shcenckzu, Schweinsberg-Mickan M., Muller, T. (2009). Impact of effective microorganisms and other bio-fertilizers on soil microbial characteristics, organic matter decomposition, and plant growth. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, vol. 172, issue 5, pp. 704-712.

18. Fießbach, A., Mäder, P. (2000). Microbial biomass and size density fractions differ between soils of organic and conventional agricultural systems. *Soil Biol. Biochem.*, vol. 32, no. 6, pp. 757-768.

## CHANGES IN THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF TYPICAL CHERNOZEM UNDER THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS AND MINERAL FERTILIZERS

**N.A. Chuyan, G.M. Breskina, A.V. Kuznetsov**

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

The article considers the results of the research on the influence of microbiological preparations (Gribophyt + Imunazot) and mineral fertilizers in their separate and complex use against the background of crushed plant residues applied in the soil on the change in the biological activity of typical chernozem in cultivated barley and buckwheat. The study was conducted in the experimental field of Kursk Federal Agricultural Research Center, located in the village of Panino, Medvensky district of Kursk region. The cellulolytic activity of the soil was determined by the degree of decay and loss of the dry mass of flax fabric, aged in the soil for a certain period of time by the method of Mishustin E.N. et al. During the growing season (from April to November), cotton linen pieces were laid in the soil to a depth of 0-20 cm in three tiers in three terms of the growing season of 2019 for barley and buckwheat. The maximum values of biological activity for barley were observed in the second term in the variant with applied mineral fertilizers, where the degree of decomposition exceeded the control 1.9 times and was by 7.3% higher as compared to biological preparations. For buckwheat there was a weak degree of cellulose decomposition in the soil, and it was significantly less than the indicators of biological activity in comparison with barley, in particular for the 3rd term where it was 2 times. In the third period of the fabric aging in the soil the application of biological preparations contributed to the development of the activity of microorganisms that destroyed cellulose compared to the control by 6.3% in barley and by 5.2% in buckwheat. It was found that a significant share of the contribution of factors to the variation of the indicator of biological activity was marked by the timing of determination, i.e. 62%, then the advantage was preserved for crops, i.e. 22%. The share of mineral fertilizers was 12%, and biological preparations 4%.

**Keywords:** biological preparations (Gribophyt + Imunazot), mineral fertilizers, by-products, cellulolytic activity, barley, buckwheat.

#### References

1. Mudrykh, N.M., Samofalova, I.A. (2017). Opyt ispol'zovaniya rastitel'nykh ostatkov v pochvakh Nечерноземной зоны Rossii (obzor) [Experience of using plant residues in soils of the Non-Chernozem zone of Russia (review)]. *Permskii agrarnyi vestnik* [Perm agrarian journal], no. 1 (17), pp. 88-97.

2. Ryabchinskaya, T.A., Zimina, T.V. (2017). Sredstva, reguliruyushchie rost i razvitiye rasteniy, v agrotekhnologiyakh sovremennogo rastenievodstva [Means regulating the growth and development of plants in agrotechnologies of modern crop production]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 12, pp. 62-92. doi: 10.7868/S0002188117120092

3. Schlaeppli, K., Bulgarelli, D. (2015). The plant microbiome at work. *Mol. Microbe Interact.*, vol. 28, no. 3, pp. 212-217.

4. Khamova, O.F., Cheremisin, A.I., Dergacheva, N.V. (2016). Ehffektivnost' primeneniya biopreparatov kompleksnogo deystviya pri vozdel'vaniy sortov kartofelya v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri [Effectiveness of the application of complex action biological preparations





in the cultivation of potato varieties in the southern forest-steppe of Western Siberia]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 9, pp. 33-38.

5. Anokhina, T.O., Siunova, T.V., Sizova, O.I., Zakharchenko, N.S., Kochetkov, V.V. (2018). Rizosfernye bakterii roda *Pseudomonas* v sovremennykh agrobiotekhnologiyakh [Rhizospheric bacteria of the *Pseudomonas* genus in modern agrobiotechnologies]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 10, pp. 54-66. doi: 10.1134/S0002188118100034

6. Suleimanov, S.R., Nizamov, R.M. (2015). Produktivnost' podsolnechnika i mikrobiologicheskaya aktivnost' pochvy pod vozdeystviem biopreparatov v usloviyakh Respubliki Tatarstan [Sunflower productivity and soil microbiological activity under the influence of biological preparations under the conditions of the Republic of Tatarstan]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 29, no. 8, pp. 39-42.

7. Mayer, J., Scheid, S. et al. (2010). How effective are Effective microorganisms R EM? Results from a field study in temperate climate. *Applied Soil Ecology*, vol. 46 (2), pp. 230-239.

8. Ruskova, I.V. (2018). Biopreparaty dlya razlozheniya rastitel'nykh ostatkov v agroekosistemakh [Biopreparations for decomposition of plant residues in agroecosystems]. *Juvenis scientia*, no. 9, pp. 4-9. doi: 10.32415/jscientia.2018.09.01

9. Sviridova, O.V., Vorob'eva, N.I., Provorov, N.A., Orlova, O.V., Ruskova, I.V., Andronov, E.E., Pishchik, V.N., Popov,

A.A., Kruglov, Yu.V. (2016). Vyravnivanie pochvennykh usloviy dlya razvitiya rastenii pri destruktii rastitel'nykh ostatkov mikrobnymi biopreparatami [Leveling of soil conditions for plant development during the destruction of plant residues by microbial biopreparations]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural biology], vol. 51, no. 5, pp. 664-672. doi: 10.15389/agrobiologia.2016.5.664rus.

10. Mnatsakanyan, A.A., Luk'yanenko, P.P., Mukhina, M.T. (2017). Deistvie mikroudobreniya i regulatora rosta na izmenenie mikrobiologicheskoi aktivnosti chernozema vyzhelochennogo na posevakh ozimoi pshenitsy [Effect of micro-fertilizers and growth regulator on changes in the microbiological activity of leached chernozem in winter wheat cultivation]. *Plodorodie* [Fertility], no. 1 (94), pp. 35-37.

11. Esther, O.J., Hong, T.X., Hui, G.C. (2013). Influence of straw degrading microbial compound on wheat straw decomposition and soil biological properties. *African Journal of Microbiology Research*, vol. 7 (28), pp. 3597-3605.

12. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experiments (with the principles of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p.

13. Lazarev, V.I. (2017). Vliyanie mikrobiologicheskikh preparatov Gribofit i Imunazot na mikrobiologicheskuyu aktivnost' pochvy [Influence of microbiological preparations Gribophyt and Imunazot on microbiological activity of the soil]. In: *Dostizheniya nauchno-tehnicheskogo*

*progressa agropromyshlennomu kompleksu: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [The achievements of scientific and technical progress for agriculture: Proceedings of All-Russia scientific and practical conference]. Kursk, Publishing house of Kursk state agricultural academy, pp. 30-33.

14. Mishustin, E.V., Vostrov, I.P., Petrova, A.N. 1987. *Metodika opredeleniya tsellyulozorazrushayushchei aktivnosti pochvy* [Methods of determining the cellulose-destroying activity of the soil]. Moscow, Nauka Publ., 375 p.

15. Dudkina, T.A., Dudkin, I.V. (2018). Instrument dlya provedeniya issledovaniy po biologizatsii pochvy [A tool for conducting research on soil biologization]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 4. pp. 71-74. doi: 10.24411/0235-2516-2018-10033

16. Omar de Kok-Mercado (2015). Microbial decomposition of corn residue in two lo Mollisols. *Graduate Theses and Dissertations*. Available at: <http://lib.dr.iastate.edu/etd/14770>

17. Shcenczku, Schweinsberg-Mickan M., Muller, T. (2009). Impact of effective microorganisms and other bio-fertilizers on soil microbial characteristics, organic matter decomposition, and plant growth. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, vol. 172, no. 5, pp. 704-712.

18. Fießbach, A., Mäder, P. (2000). Microbial biomass and size density fractions differ between soils of organic and conventional agricultural systems. *Soil Biol. Biochem*, vol. 32, no. 6, pp. 757-768.

#### About the authors:

**Natalia A. Chuyan**, doctor of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of agropedology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4212-3142>, [chuyan.6546@yandex.ru](mailto:chuyan.6546@yandex.ru)

**Galina M. Breskina**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agropedology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2381-312X>, [breskina-galina@yandex.ru](mailto:breskina-galina@yandex.ru)

**Alexey V. Kuznetsov**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agropedology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0230-7503>, [kuznecov.1983@mail.ru](mailto:kuznecov.1983@mail.ru)

[chuyan.6546@yandex.ru](mailto:chuyan.6546@yandex.ru)

# СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Первая гибридная система автовождения, сочетающая преимущества технологий высокоточной навигации и машинного зрения

- РСМ Агротроник Пилот 1.0
- РСМ Агротроник Пилот 2.0

Станьте первыми и оформите предзаказ уже сегодня

Подробнее по электронным системам – по ссылке:



ПОДРОБНОСТИ – ПО ГОРЯЧЕЙ ЛИНИИ

**8 800 250 60 04**

Звонок бесплатный на территории России

[www.rostselmash.com](http://www.rostselmash.com)

**РОСТСЕЛЬМАШ**  
Агротехника Профессионалов





## ИНФОРМАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗЕЙ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ

А.Е. Сорокин<sup>1</sup>, В.А. Седых<sup>2</sup>, В.И. Савич<sup>3</sup>, А.В. Филиппова<sup>5</sup>,  
В.В. Гукалов<sup>4</sup>, М.Д. Конах<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, Россия

<sup>2</sup>ФКУ «Научно-исследовательский институт Федеральной службы исполнения наказаний», г. Москва, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

<sup>4</sup>Северо-Кубанская сельскохозяйственная опытная станция — Филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», Краснодарский край, Россия

<sup>5</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», г. Оренбург, Россия

В работе приведены взаимосвязи свойств дерново-подзолистых почв Московской области, обыкновенных чернозёмов Краснодарского края и выщелоченных чернозёмов, их изменение в катене и по почвенному профилю, при развитии почвообразовательных процессов, взаимосвязи в системе почва-растение и между компонентами ландшафта. Показано, что они характеризуют интенсивность развития почвообразовательных процессов, доступность для растений биофильных элементов в почве. Так, содержание в дерново-подзолистой почве водорастворимой меди зависело от pH среды  $Cu = 5,48 - 0,59 \cdot pH$ ;  $R^2 = 0,86$ . Невысокие значения коэффициентов корреляции также характеризуют реальные взаимосвязи свойств почв и несут информацию о генезисе и плодородии почв. Невысокие значения F и T обусловлены варьированием свойств почв в пространстве с проявлением эффектов асимметрии и эксцесса и характеризуют неравновесность состояния системы. Показано, что значения коэффициентов корреляции в уравнениях регрессии зависят от лимитов независимых переменных и их соотношения. Взаимосвязи изменяются во времени с проявлением явлений гистерезиса и последовательных корреляций. С помощью 15 математических уравнений показана разная адекватность описания протекающих процессов отдельными математическими зависимостями. Считается целесообразным установление взаимосвязей: по профилю почв — для оценки генезиса и плодородия, классификационной принадлежности почв, в пространстве — для оценки сукцессий почв и растительных ассоциаций, в системе почва-растение — для оценки плодородия почв и эффективности систем удобрений.

**Ключевые слова:** уравнения регрессии, коэффициент корреляции, почва, растение, информационная оценка.

### Объекты исследования

Объектом исследования выбраны дерново-подзолистые почвы Московской области разной степени окультуренности и гидроморфности, проанализированы в 2018 году [17], обыкновенные черноземы Краснодарского края, проанализированы в 2019 и 2020 годах [4], выщелоченные черноземы Института сада г. Мичуринска [7], оценены взаимосвязи свойств почв и культур 7-польного полевого севооборота, проанализированы в 2017 и 2020 годах, свойств почв и развития яблонь [6, 12, 17].

### Методика исследования

Методика исследования состояла в оценке взаимосвязей агрохимических и физико-химических свойств почв [4, 5, 6, 7], в оценке их изменения по почвенному профилю [7, 12], в оценке поэтапного изменения свойств почв [13], в оценке взаимосвязей свойств почвенных растворов и поверхностных вод [15], в оценке плодородия почв и развития с/х растений [6, 7]. Оценивались уравнения парной корреляции и множественной регрессии [1, 2, 8, 9, 10, 11].

Изучению взаимосвязей в системе почва-растение посвящено значительное количество фундаментальных исследований [1, 8, 9, 10, 11].

Ряд авторов предлагает интегральную оценку структурных взаимосвязей свойств почв. Синельников Э.П. и Ознобихин В.И. [16] предлагают учитывать «емкость» достоверных связей, как сумму достоверных связей, интенсивность достоверных связей, как отношение суммы единиц

достоверных связей к общему числу анализируемых факторов, средневзвешенную величину достоверных связей, показатель относительной величины достоверных связей.

$$\frac{[(\Sigma XA + XB + XC + \dots)] / (N - 1)^2 \cdot 100}$$

На основании полученных данных рассчитывают комплексный показатель интенсивности развития внутрисочвенных процессов.

Гришин П.Н. [3] предлагает при оценке почв учитывать агрохимические, агрофизические, микробиологические и экологические параметры. Исследуемые переменные делятся на входные и выходные. Предлагается ввести в интерпретацию взаимосвязей в почве показатель устойчивости системы. При этом для оценки устойчивости системы предлагается вычислять отличие вектора исследуемой почвы от эталонной.

Взаимосвязи описываются различными математическими уравнениями. Коэффициенты корреляции характеризуют тесноту связи, вес влияния отдельных независимых переменных ( $X_i$ ) на  $Y$ . Величины T и F характеризуют достоверность связей.

Для оценки связей полуколичественных и качественных признаков рассчитывают полихорические показатели связи [6]. Однако отсутствие при оценке взаимосвязей в системе почва-растение высоких значений  $r$ ,  $R^2 < 0,7$  свидетельствует о сложности процессов и о неизученных факторах, влияющих на зависимую переменную. Величины  $r$ ,  $R^2$  характеризуют ин-

тенсивность и скорость почвообразовательных процессов, протекающих в исследуемых почвах. Низкие величины T и F характеризуют варьирование свойств почв в пространстве.

К сожалению, не установлены взаимосвязи величин коэффициентов корреляции и уравнений регрессии с развитием почвообразовательных процессов и процессов поглощения биофильных элементов растениями [3, 4, 5, 6, 7, 12].

### Экспериментальная часть

#### 1. Взаимосвязи между свойствами почв

Оценка взаимосвязей между свойствами почв широко используется для их генетической и агроэкологической оценки. Для разных элементов зависимости содержания их подвижных форм от pH, гумуса, гранулометрического состава и т.д. отличаются.

Так, по полученным нами данным, для дерново-подзолистых почв в интервале pH = 5,5-8,0:

$$Mn = 427,9 - 47,9pH; R^2 = 0,70; F = 9,7$$

$$Zn = 22,8 - 3,2pH; R^2 = 0,82; F = 12,3$$

$$Cu = 5,48 - 0,59pH; R^2 = 0,86; F = 17,6$$

Однако при подщелачивании среды возможно образование гидроксидных комплексов типа  $A1(OH)_4$ ;  $A1(OH)_5^{2-}$  и т.д.

Теснота взаимосвязей свойств почв отличается для валовых, подвижных и водорастворимых форм. Так, по полученным нами данным, для Ap обыкновенных черноземов корреляция валовых и подвижных форм свинца с гумусом



составляла  $0,42 \pm 0,14$  и  $0,64 \pm 0,11$ ; корреляция с рН составляла  $-0,22$  и  $-0,36$ ; с  $P_2O_5$  —  $0,35 \pm 0,14$  и  $0,57 \pm 0,12$ . То есть подвижные формы в значительно большей степени коррелировали с физико-химическими свойствами почв, чем валовые. Однако это отмечается не всегда.

Зависимость содержания биофильных элементов от рН, как правило, отличается в разных интервалах рН. Так, по полученным нами данным, в черноземах зависимость содержания подвижных форм  $P_2O_5$  от рН и содержания гумуса при рН = 4,5-4,7 описывалась следующим уравнением:

$$P_2O_5 = 1183,5 - 38,2 \Gamma - 182,9 pH_{\text{КСИ}}; r = 0,43;$$

А при рН = 3,9-5,7 уравнением:

$$P_2O_5 = 358,5 + 6,0 \Gamma - 45,6 pH; r = 0,66.$$

В интервале рН(H<sub>2</sub>O) до 8,0 в дерново-подзолистых почвах содержание водорастворимых железа и марганца уменьшается. Так, по полученным нами данным, при рН =  $5,7 \pm 0,03$  содержание Fe и Mn м/л · 10<sup>5</sup> составляло  $24,5 \pm 5,9$  и  $3,6 \pm 0,7$ , а при рН =  $7,3 \pm 0,02$  соответственно —  $7,4 \pm 1,6$  и  $1,0 \pm 0,3$  (n = 111).

Это соответствовало уравнениям регрессии:

$$Fe = -40,9 - 4,9 pH - 0,02 Eh; r = -0,5$$

$$Mn = -14,4 + 3,4 pH - 0,02 Eh; r = 0,3$$

Однако величины коэффициентов корреляции невелики, что свидетельствует о влиянии на подвижность железа и марганца в этих почвах и других факторов, в частности, комплексобразования.

При оценке влияния на У одного независимого переменного и другого могут проявляться эффекты антагонизма. Так, например, на содержание водорастворимого железа в почве и в растворе воды над почвой влияет рН и Eh. Согласно теоретическим представлениям, подкисление среды увеличивает содержание водорастворимого железа, но повышает Eh, что уменьшает его содержание в почвенном растворе.

Знание степени изменения содержания биофильных элементов в почве на единицу изменения рН, Eh, степени гумусированности имеет большое практическое значение. Так, по полученным нами данным, величина  $\Delta P_2O_5$  мг/кг на  $\Delta pH$  на дерново-подзолистых почвах Московской области изменялась в интервале рН = 4,6-5,6 и гумусированности 1-2% от 39,0 в одном хозяйстве до 150,1 — в другом. А при содержании гумуса более 3% — от -38,9 до -116,5. В интервале рН = 5,5-6,2 при содержании гумуса 1-2% эта величина изменялась от 59,0 до 316,7, а при гумусированности больше 3% — от -30 до -256,8.

Очевидно, что более выгодно, с точки зрения фосфатного режима, известковать те почвы, где величина  $\Delta P_2O_5 / \Delta pH$  будет выше.

#### Оценка зависимостей взаимосвязей свойств почв по 15 уравнениям парной корреляции

Функциональные связи в системе почва-растение могут быть описаны различными математическими уравнениями с неодинаковой точностью. Так, по полученным нами данным, зависимость накопления солнечной энергии в фитомассе культур (млн ккал/га) от степени окультуренности (X) дерново-подзолистых почв под озимой пшеницей описывалась следующими уравнениями:

$$Y = A + BX; Y = 3,9 + 0,4X; r = 0,53$$

$$Y = 1/(A + BX); Y = 1/(0,13 - 0,001X); r = -0,12$$

Наибольшие величины коэффициентов корреляции накопления солнечной энергии от степени окультуривания почв были характерны для озимой пшеницы, трав 2-го года пользования, трав 1-го года пользования, меньшие — для картофеля, овса и особенно викоовсяной смеси.

Под разными культурами севооборота отличаются и уравнения взаимосвязей свойств почв. Так, зависимость рН от суммы поглощенных оснований и гумуса в хорошо окультуренной почве с внесением удобрений на 3% ФАР описывалась для овса: рН =  $0,065 - 0,1\Gamma + 5,2$ ;  $r = 0,51$ ; для трав 2-го года: рН =  $0,015 + 0,27\Gamma + 5,1$ ;  $r = 0,43$ .

#### Оценка взаимосвязей свойств почв

##### по уравнениям множественной регрессии

В уравнениях множественной регрессии, описывающих взаимосвязи в системе почва-растение, учитываются степень влияния на зависимую переменную нескольких независимых переменных.

$$Y = \sum K_i X_i^n \cdot t,$$

где  $K_i$  — степень влияния  $X_i$  на  $Y$ ,  $X$  — величина независимой переменной,  $n$  — показатель, характеризующий чаще экспоненциальный характер зависимости,  $t$  — продолжительность влияния  $X_i$  на  $Y$ .

Например, зависимость изменения подвижных фосфатов в почве от рН, Eh, содержания гумуса, илстой фракции и т.д. Между факторами  $X_i$  по влиянию их на  $Y$  проявляются эффекты синергизма и антагонизма, что также необходимо учитывать.

Вычисляемые уравнения правомочны только в определенных интервалах  $X_i$ , например, рН от 4 до 5, от 5 до 6 и т.д.; изменение содержания гумуса от 1 до 3%, от 3 до 6% и т.д. При изменении одного из показателей  $X_i$  зависимость  $Y$  от других  $X_i$  меняется.

В связи с указанным, уравнения множественной регрессии характеризуют существующие взаимосвязи. Их нельзя использовать для прогноза состояния  $Y$  в других лимитах  $X_i$ .

### 2. Изменение взаимосвязей между свойствами почв во времени

Взаимосвязи между свойствами почв изменяются в зависимости от продолжительности развития почвенных и почвообразовательных процессов.

Проведенные нами исследования показали наличие гистерезиса при изменении свойств почв от внешних воздействий. Для процессов, протекающих в почвах, характерно запаздывание следствия от причины. Например, увеличение содержания подвижных соединений 2-х валентного железа при развитии анаэробнозиса отмечается в большей степени при компостировании почв в условиях избыточного увлажнения в течение 3 месяцев, по сравнению с компостированием в течение 1 месяца. Информационной характеристикой является как  $\Delta Fe / \Delta t$ , так и  $R^2$  — для зависимости  $Fe = f(t) \Delta R^2 / \Delta t$ .

Свойства почв изменяются во времени: весна, лето, осень. При этом в зависимостях проявляется гистерезис — запаздывание следствия от причины. Если петля гистерезиса замкнута, то это свидетельствует о том, что почва находится в стационарном равновесии со средой состояния. Степень разомкнутости петли гистерезиса свидетельствует о необратимых изменениях, обусловленных протеканием почвообразовательных процессов. Из повторяющихся петель гистерезиса складывается весь почвообразовательный процесс. Так, по полученным нами данным, в дерново-подзолистых почвах под лесом, находящихся в большем равновесии с окружающей средой, в горизонте А<sub>1</sub> разомкнутость петли гистерезиса осенью по Eh составляла  $6,0 \text{ см}^2$ , а в пахотных почвах — 7,5. Разность величин Eh (max-min): min за 2 года в лесу -0,21, а в поле — 9,3.

Проведенные исследования показали последовательность протекания в почвах реакций. Изменение влажности, температуры приводит к изменению микробиологической активности и далее к иному разложению пожнивных остатков, к изменению рН, Eh почвенных растворов, их комплексобразующей способности, содержания водорастворимых  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  и т.д. При этом проявляются взаимодействия протекающих процессов с проявлениями процессов синергизма и антагонизма [5].

Взаимосвязи свойств почв зависят от интервалов независимых переменных и времени их действия на почву. Так, коэффициент корреляции содержания водорастворимого железа от Eh при низких значениях Eh при времени компостирования в условиях избыточной влажности 1 месяц был равен 0,23, а при высоких — 0,21, что соответствует окислению  $Fe^{2+}$  в  $Fe^{3+}$  при Eh = 200 мВ, т.е. с повышением Eh > 200 мВ растворимость осадков железа будет падать.

При времени компостирования в условиях избыточного увлажнения 3 месяца коэффициент корреляции содержания водорастворимого железа от относительно низких значений Eh равен -0,41; при более высоких значениях Eh = -0,34, что соответствует теоретическим закономерностям.

Корреляционные уравнения применяются и для прогноза изменения содержания подвижных форм элементов в почвах в течение ряда лет. Так, по полученным нами данным, для обыкновенных черноземов агроландшафтов ОАО «Заветы Ильича» Краснодарского края краткосрочный и среднесрочный прогноз изменения содержания подвижных форм Co, Pb, Cd описывался следующими уравнениями.

Для краткосрочного прогноза:  $Co = 0,148t + 0,499$ ;  $R^2 = 0,712$ ;  $Pb = 0,143t + 1,417$ ;  $R^2 = 0,626$ ;  $Cd = 0,003t + 0,003$ ;  $R^2 = 0,896$

Для среднесрочного прогноза:  $Co = 0,154t + 0,499$ ;  $R^2 = 0,712$ ;  $Pb = 0,417t + 1,703$ ;  $R^2 = 0,708$ ;  $Cd = 0,0054t + 0,0047$ ;  $R^2 = 0,658$  [4].

### 3. Изменение взаимосвязей между свойствами почв в пространстве

При оценке взаимосвязей свойств почв следует учитывать их изменение в пространстве. Так, по полученным нами данным, коэффициент вариации подвижных форм свинца составлял на полях обыкновенных черноземов от 6,3 до 48,1; показатели асимметрии — от 3,7 до -1,4; показатели эксцесса — от 12,9 до -1,3.

Это определяет и варьирование коэффициентов корреляции между свойствами почв как в пределах поля, катены, микрорельефа, так и по почвенному профилю.

Свойства почв существенно изменяются в пределах катены. Так, например, в обыкновенных черноземах в почвах балки и южного водораздела содержание гумуса составляло соответственно 4,3 и 3,1%; рН — 8,5 и 8,7;  $NO_3^-$  мг/100 г — 18,6 и 20,4;  $NH_4^+$  мг/100 г — 33,3 и 22,9;  $P_2O_5$  мг/100 г — 119,0 и 44,0 мг/100 г. Очевидно, что это приводит и к разным взаимосвязям свойств почв в пределах катены. Существенно



изменяются свойства почв и в пределах структуры почвенного покрова в зависимости от микрорельефа поверхности и уровня грунтовых вод (смены пород).

Изменение в пределах катены свойств почв приводит к изменению взаимосвязей между этими свойствами. Так, по полученным нами данным, у обыкновенных черноземов в балке зависимость содержания подвижного свинца от свойств почв описывалась следующим уравнением:

$$Pb = 24,9 - 0,2Г - 0,3(ф. глина) + 0,5NO_3 - 0,3NH_4 + 0,01P_2O_5; r = 0,99; F = 138,4$$

На южном склоне:  $Pb = 6,4 - 0,2Г - 0,02(ф. глина) - 0,02NO_3 - 0,04NH_4 + 0,1P_2O_5; r = 0,68; F = 6,6$

Даже в одном хозяйстве на почвах одного типа и гранулометрического состава корреляционные связи между свойствами почв отличаются. Это связано как с проявлением эффектов асимметрии и эксцесса, так и с отличием почв в пространстве по всем показателям, а следовательно, и их взаимосвязям. Так, для хозяйства «Раменское» Московской области для контуров 1-147 зависимость  $P_2O_5$  от рН характеризовалась  $r = 0,37$ ; от гумуса —  $r = -0,43$ ; от Zn  $r = 0,29$ . Для контуров 148-296 зависимость  $P_2O_5$  от рН характеризовалась  $r = -0,17$ ;  $P_2O_5$  от гумуса —  $r = 0,12$ ;  $P_2O_5$  от Zn  $r = -0,18$ .

Для дерново-подзолистых почв другого хозяйства для точек 0-223:  $pH = 5,9 - 0,47Hг + 0,08Г + 0,04Ca - 0,03Mg; r = 0,7; F = 65,6$

Для точек 224-447:  $pH = 5,7 - 0,47Hг + 0,22Г + 0,07Ca - 0,02Mg; r = 0,7; F = 71,7$

Для точек 447-664:  $pH = 5,9 - 0,50Hг + 0,15Г + 0,01Ca - 0,09Mg; r = 0,48; F = 16,3$ , где Hг — гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г; Ca, Mg — содержание подвижных форм кальция и магния; Г — содержание гумуса, %.

Для оценки закономерностей изменения содержания элементов по профилю почв и в катене вычисляются как уравнения парной корреляции, так и коэффициенты радиальной дифференциации — отношение содержания элементов в подчиненных элементах ландшафта к соответствующим характеристикам автономных элементов разных ландшафтов.

Для оценки изменения свойств почв по профилю вычисляются коэффициенты вертикальной дифференциации. Так, по полученным нами данным, для обыкновенных черноземов изменение по профилю валового содержания свинца описывалось следующим уравнением.

Для плато и склонов:  $Pb = 20,1 - 0,02 H см; r = -0,72$ ; для аккумулятивного рельефа:  $Pb = 27,4 - 0,14 H см; r = -0,86$ .

Коэффициенты вертикальной дифференциации составляли по Pb: для водораздела — 1,69; склона — 1,99; для балки — 1,46; по Mn соответственно 1,55; 1,98 и 2,69. Вертикальная дифференциация усиливается в подчиненных элементах ландшафта.

Уравнениями парной корреляции наиболее адекватно описывалось изменение валового содержания свинца по профилю почв для северного плакорного участка:  $Pb = 17,9 - 0,05 H см; r = -0,39$ ; для южного плакорного участка:  $Pb = 21,3 - 0,03 H см; r = -0,89$ .

#### 4. Изменение взаимосвязей между свойствами почв при их окультуривании

Изменение одного свойства почв влияет на взаимосвязи других свойств почв. Так, по полученным нами данным, для дерново-подзо-

стых почв увеличение содержания в почвах подвижных фосфатов влияло на взаимосвязи рН, степени насыщенности основаниями, гидролитической кислотности. Это иллюстрируют данные следующей таблицы.

Таблица 1

Изменение взаимосвязей свойств почв при разном содержании подвижных фосфатов

$P_2O_5$ , мг/кг	Коэффициенты корреляции		R <sup>2</sup>
	V% = f(pH)	V% = f(H)	
> 500	0,41	-0,89	0,98
< 500	0,83	-0,71	0,68

По данным Синельникова Э.П. и Ознобихина В.И. [16], окультуривание лугово-бурой оподзоленной почвы привело к увеличению показателя интенсивности почвенных процессов от 6,5 до 8,2, емкости достоверных связей — от 9,7 до 11,1, интенсивности недостоверных связей — от 10,2 до 12,2, средневзвешенной величины достоверных связей — от 42,3 до 44,7; относительной величины достоверных связей — от 8 до 9,7 [6, 16].

С увеличением степени окультуренности уменьшается риск падения урожайности (накопление энергии в урожае, млн ккал/га) при неблагоприятных погодных условиях. Так, по полученным нами данным, рассматриваемый риск падения урожая за 30 лет в полевом севообороте на дерново-подзолистых почвах составлял для картофеля на слабоокультуренной почве 73,3%, на хорошо окультуренной — 63,3%; на хорошо окультуренной при внесении удобрений на использование 2% ФАР — 53,4%.

По полученным нами данным, в слабоокультуренной дерново-подзолистой почве под паром величина рН меньше зависела от S (мг-экв/100г) и гумуса %:  $pH = 0,635S - 0,0604Г + 4,1$ , чем в хорошо окультуренной:  $pH = 0,057S - 0,1485Г + 5,4$ .

По данным ряда авторов, при окультуривании почв в них возникают более тесные и устойчивые взаимосвязи между отдельными свойствами (при тех же границах независимых переменных). Так, в окультуренных дерново-подзолистых почвах зависимость содержания подвижных форм фосфора в Ap от рН и содержания гумуса характеризовалась коэффициентом множественной корреляции 0,82, а для оглеенных почв 0,41 [6].

#### 5. Изменение взаимосвязей между свойствами почв при развитии почвообразовательных процессов

Структурные взаимосвязи почв характеризуют интенсивность и скорость протекающих в почвах почвообразовательных процессов.

Зависимость содержания в почвах  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $O_2$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{4+}$ ,  $Mn^{2+}$ , Al,  $NO_3$ ,  $NH_4$  и т.д. от Eh среды, степени и продолжительности переувлажнения характеризует развитие анаэробно-озиса и оглеения (грунтового, поверхностного).

Зависимость рН почв от переувлажнения характеризует развитие промывного или непромывного типов водного режима. При промывном типе водного режима и анаэробно-озисе почва подкисляется, при непромывном — подщелачивается.

Дерновый процесс почвообразования характеризуется накоплением гумуса в верхнем

слое почв и увеличением в нем содержания биофильных элементов. Подзолообразование характеризуется подкислением почв и элювиально-иллювиальным распределением железа, марганца, кальция, магния, калия в почвенном профиле с образованием аккумулятивного, элювиального и иллювиального горизонтов. Это идентифицируется по зависимости распределения  $SiO_2$ ,  $R_2O_3$ , ила, Ca + Mg с глубиной почвенного профиля.

Содержание и распределение по почвенному профилю подвижного натрия характеризует развитие осоложнения почв и формирование корковых, мелких, средних и глубоких солонцов. Содержание и состав водорастворимых солей в почвенном профиле характеризуют интенсивность процесса засоления и классификационную принадлежность засоленных почв. Изменение рН вниз по почвенному профилю в сочетании с элювиально-иллювиальным распределением по профилю кальция, магния, железа, алюминия характеризует процесс осолождения почв.

Величины асимметрии и эксцесса характеризуют характер сельскохозяйственного использования и локального загрязнения почв, структуру почвенного покрова. Накопление в верхнем слое тяжелых металлов характеризует загрязнение почв. Накопление тяжелых металлов в нижних слоях почв характеризует как загрязнение грунтовых вод, так и вымывание тяжелых металлов вниз по профилю с аккумуляцией их в горизонтах — геохимических барьерах.

#### 6. Агроэкологическая оценка взаимосвязей в системе почва-растение

Важное агроэкологическое значение имеет оценка закономерностей взаимосвязей в системе почва-растение. Поглощение и потребление растениями одних элементов питания (Y) зависит от содержания других (X). Поглощение и потребление азота в зависимости от доз описывались уравнением  $Y = A + BX$ ; для поглощения (мг/м<sup>2</sup> в сутки) —  $N = 34,8 + 0,09N; r = 0,68$ ; для потребления N (мг/г):  $N = 13,6 + 0,01N; r = 0,97$ .

Поглощение фосфора в зависимости от доз описывалось уравнением:  $P = 19,9 - 0,0007P; r = -0,11$ ; потребление фосфора в зависимости от доз описывалось уравнением:  $P = 4,1 + 0,0001P; r = 0,90$ . При этом при описании изучаемых зависимостей разными математическими уравнениями величина «г» существенно менялась [7, 12].

Недостаток или избыток одних биофильных элементов или факторов жизни растений влияет на потребление растениями других элементов. Так, поглощение яблоней азота (мг/г) при оптимальной влажности описывалось уравнениями:  $N = 13,9 - 6,7P + 1,2K$ , а при дефиците влаги  $N = 30,0 - 37P - 1,3K$  [7, 12].

Поглощение растениями одного элемента зависит от обеспеченности их другими элементами. Так, по полученным нами данным, поглощение NPK яблоней мг/м<sup>2</sup> в сутки описывалось следующими уравнениями: поглощение N от доз  $K - N = 28,3 + 0,05K; r = -0,72$ ; поглощение P от доз  $K - P = 19,3 - 0,03K; r = -0,56$ .

Состояние растения коррелирует не только с физико-химическими свойствами, но и с валовым составом почв [7]. При поступлении в растения на каждом этапе поступления проявляются новые факторы, иллюстрирующие эти процессы. Поэтому коэффициенты корреляции содержания биофильных элементов в почве и их содержание в корнях, стволе, листьях отличаются.





Так, по полученным нами данным, коэффициенты корреляции содержания подвижного азота в почве и в корнях, и в листьях яблони были соответственно равны 0,80 и 0,63; при внесении фосфорных удобрений -0,57 и -0,26 [7, 12].

### 7. Агрэкологическая оценка взаимосвязей между свойствами компонентов ландшафта

Содержание ионов в поверхностных водах и в почвенном растворе тесно взаимосвязано с их содержанием в почве. Так, по полученным нами данным, для дерново-подзолистых почв, компостированных 3 месяца в условиях избыточной влажности ( $n = 55$ ), зависимость содержания Ca, Mg, Fe, Mn в почвенных растворах от pH и Eh среды описывалась следующим уравнением:

$$Ca = -124,6 + 21,5pH - 0,09Eh; r = 0,87; F = 13,8$$

$$Mg = -130,2 + 23,9pH - 0,07Eh; r = 0,49; F = 5,7$$

$$Fe = 40,9 - 4,9pH - 0,02Eh; r = 0,48; F = 1,4$$

$$Mn = 4,4 - 0,04pH - 0,01Eh; r = 0,24; F = 1,2$$

Однако, с нашей точки зрения, низкие значения F также несут в себе информацию о значительном варьировании изучаемой зависимости в 55 анализируемых образцах.

По полученным нами данным, коэффициент корреляции Mn, Cu, Ni в речной воде ( $Y$ ), в иле ( $X_1$ ) и в донных отложениях ( $X_2$ ) обыкновенных черноземов Краснодарского края составлял 0,98;  $F = 66,5$ . Взаимосвязь описывалась уравнением:  $Y = 0,003 + 0,000X_1 - 0,0004X_2$ . Связь этого содержания для Co, Zn, Pb описывалась уравнением:

$$Y = 0,0097 + 0,000X_1 - 0,001X_2; r = 0,94; F = 22,6$$

Содержание в воде выражалось в мг/дм<sup>3</sup>; в почве и в иле — в мг/кг.

### Заключение

Таким образом, взаимосвязи в системе почва-растение характеризуют плодородие почв и возможность получения планируемых урожаев, равновесие почв с факторами почвообразования, интенсивность и скорость протекающих почвообразовательных процессов, окультуривания и деградации почв, экологическое состоя-

ние почв, классификационную принадлежность почв.

Оценка взаимосвязей в системе почва-растение позволяет рассматривать наиболее эффективные пути повышения плодородия почв, оценить устойчивость к изменению свойств почв при протекании почвообразовательных процессов (эрозии, подзолообразования, оглеения, засоления, осолонцевания) и рекомендовать наиболее эффективные способы оптимизации обстановки.

Следует отметить, что влияние одного фактора на свойства почв обусловлено его воздействием на разные процессы, протекающие в почве. Это определяет неоднозначность влияния  $X_i$  на  $Y$  для разных почв и в разных интервалах  $X_i$ .

С нашей точки зрения, на основании проведенных экспериментов по изучению взаимосвязей в системе почва-растение следует проводить информационную оценку генезиса, плодородия, экологического состояния почв и системы почва — растение — компоненты ландшафта. Уравнения парной корреляции и регрессии характеризуют тесноту связи между зависимыми и независимыми переменными, степень влияния независимых переменных на изучаемый показатель, варьирование значений этих взаимосвязей во времени и в пространстве, в разных интервалах независимых переменных.

Эти показатели характеризуют скорость и интенсивность почвенных и почвообразовательных процессов, степень равновесия свойств, процессов и режимов почв с факторами почвообразования, эффективность антропогенных воздействий. Низкие величины  $r$ ,  $R^2$ ,  $F$ ,  $T$  также несут информационную функцию о состоянии почв и взаимосвязях в них свойств, процессов и режимов.

### Литература

1. Богатырев Л.Г., Матымяк Г.В. О теоретическом и критериальном обеспечении исследователей в области биологического круговорота. Экспериментальная информация в почвоведении: теория и пути стандартизации: труды всероссийской конференции, МГУ, 20-22 декабря 2005 г. с. 5-12.
2. Брушков А.И. Математическое моделирование при разработке интенсивных технологий возделывания

пшеницы и ячменя. Пути повышения стабильности сельскохозяйственного производства. Алма-Ата, Бастау, 1994. с. 92-104.

3. Гришин П.Н. Методология системного анализа взаимосвязей почвенного плодородия, автореферат докторской диссертации. Саратов, 1998. 47 с.

4. Гукалов В.Н., Савич В.И., Белюченко И.С. Информационно-энергетическая оценка состояния тяжелых металлов в компонентах ландшафта. М.: РГАУ-МСХА. 2015. 400 с.

5. Гукалов В.В., Савич В.И. Интегральная оценка кислотно-основного состояния почв таежно-лесной и лесостепной зон. М., РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2019. 408 с.

6. Духанин Ю.А., Савич В.И., Савич К.В. Информационная оценка плодородия почв. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 473 с.

7. Никиточкин Д.Н., Савич В.И., Наумов В.Д., Байбеков Р.Ф. Модели плодородия почв под яблоню во времени и в пространстве. М.: РГАУ-МСХА, 2015. 272 с.

8. Полуэтов Р.А. Диагностические модели агроэкосистем. С-Пб.: Гидрометеоиздат, 1993. 310 с.

9. Прохорова З.А., Фрид А.С. Изучение и моделирование плодородия почв на базе длительного полевого опыта РАН. М.: Наука, 1993. 187 с.

10. Пузаченко Н.Т. Математические методы в экологических и геофизических исследованиях. М.: Академия, 2004. 416 с.

11. Рожков В.А., Фрид А.С. Алгоритмы и программы для ЭВМ СМ-4. М.: ВАСХНИЛ, 1985. 108 с.

12. Савич В.И., Наумов В.Д., Трунов Ю.В. Информационная оценка плодородия дерново-подзолистых почв и черноземов под яблоню с учетом почвообразовательных процессов // Плодородие. 2014. № 4. С. 26-28

13. Савич В.И., Гукалов В.Н. Поэтапное изменение свойств почв при загрязнении тяжелыми металлами // Плодородие. 2015. № 8. С. 38-41

14. Савич В.И., Гукалов В.Н. Математические структурные взаимосвязи между свойствами почв, как фактор корректировки моделей плодородия почв // Известия ОГАУ. 2015. № 3(53). С. 166-168

15. Савич В.И., Черников В.А., Подволоцкая Г.Б. Информационно-энергетическая оценка состояния почвенных растворов и поверхностных вод, Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2016. № 2(38). С. 14-18

16. Синельников Э.П., Ознобихин В.И. Модели динамики взаимодействия показателей плодородия почв на основе метода корреляционных плеяд, Математические методы и ЭВМ на службе почвенных прогнозов. М.: ВАСХНИЛ, 1988. С. 33-40

17. Шатилов И.С., Замараев А.Г., Савич В.И. Энергомассообмен в звене полевого севооборота, ч.1. М.: Агроконсалт, 2004. 368 с.

Об авторах:

**Сорокин Андрей Евгеньевич**, кандидат экономических наук, зав. кафедрой экологии, систем жизнеобеспечения и безопасности жизнедеятельности, kaf614@mail.ru

**Седых Владимир Александрович**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник

**Савич Виталий Игоревич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1153-2542>, savich.mail@gmail.com

**Филиппова Ася Вячеславовна**, доктор биологических наук, заведующая кафедрой биологии, природопользования и экологической безопасности, kassio-67@yandex.ru

**Гукалов Виктор Владимирович**, кандидат сельскохозяйственных наук, директор, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1742-2210>, chempion1985@yandex.ru

**Конах Марина Дмитриевна**, аспирант, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9714-9201>, marinakonah.mk@gmail.com

## INFORMATION ASSESSMENT OF INTER-RELATIONS IN THE SOIL-PLANT SYSTEM

**A.E. Sorokin<sup>1</sup>, V.A. Sedykh<sup>2</sup>, V.I. Savich<sup>3</sup>, A.V. Filippova<sup>5</sup>, V.V. Gukalov<sup>4</sup>, M.D. Konakh<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

<sup>2</sup>Research Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian Timiryazev State Agrarian University», Moscow, Russia

<sup>4</sup>North Kuban agricultural experimental station — Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «P.P. Lukyanenko National Grain Center» Krasnodar region, Russia

<sup>5</sup>Federal State Budgetary Educational University of Higher Education «Orenburg state agrarian university», Orenburg, Russia



The inter-relations of the soil characteristics, their change in the soil sequence and by the soil profile, under soil-forming process execution, the interrelations in the soil-plant system and between landscape components are shown in the article. It is demonstrated that they characterize the soil-forming process growth rate, biophile element accessibility for plants in the soil. Low correlation coefficient values also characterize the objective interrelations of the soil characteristics and contain the pedogenesis and soil fertility information. F and T low values are contingent on the soil characteristics variability in the spacing with asymmetry and kurtosis effects, and they typify the one equilibrium system state. It is demonstrated that the correlation coefficient equations of regression depend on the independent variable limits and their proportions. The inter-relations vary with time under hysteresis effects and consistent correlations display. Various approximation of the running process description with certain mathematical relations was demonstrated using 15 mathematical equations. It is efficient to interrelate: by the soil profile — for the soil genesis and fertility assessment, soil class membership, in space for the assessment of the successions and plant associations; in the soil-plant system for the soil fertility and fertilizer system efficiency assessment.

**Keywords:** equations of regression, correlation coefficient, soil, plant, information assessment.

**References**

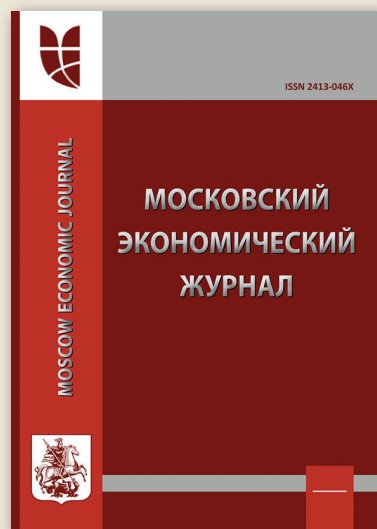
1. Bogatyrev L.G., Matymyak G.V. (2005). O teoreticheskom i kriterial'nom obespechenii issledovatelei v oblasti biologicheskogo krugovorota [On theoretical and criterional support of researchers in the field of biological circulation]. Experimental information in soil science: theory and ways of standardization: works of the All-Russian Conference, Moscow State University, December 20-22, 2005. Pp. 5-12.
2. Brushkov A.I. (1994). Matematicheskoe modelirovanie pri razrabotke in-tensivnykh tekhnologii vozdeleyvaniya pshenitsy i yachmenya [Mathematical modeling in the development of intensive technologies for the cultivation of wheat and barley]. Ways to improve the stability of agricultural production. Alma-Ata, Bastau, 1994. p. 92-104.
3. Grishin P.N. (1998). Metodologiya sistemnogo analiza vzaimosvyazei poch-vennogo plodorodiya [Methodology for systems analysis of the relationship of soil fertility] (autoreconstruct of a doctoral dissertation). Saratov.
4. Gukalov V.N., Savich V.I., Belyuchenko I.S. (2015). Informatsionno-ehnergeticheskaya otsenka sostoyaniya tyazhelykh metallov v komponentakh land-shafta [Information and energy assessment of the state of heavy metals in landscape components]. Moscow: RGAU-MSKHA.
5. Gukalov V.V., Savich V.I. (2019). Integral'naya otsenka kislотно-osnovnogo sostoyaniya pochv taezhno-lesnoi i lesostepnoi zon [Integral assessment of the acid-base state of soils in the taiga-forest and forest-steppe zones]. Moscow: RGAU-MSKHA, VNIIA.
6. Dukhanin YU.A., Savich V.I., Savich K.V. (2006). Informatsionnaya otsenka plodorodiya pochv [Information assessment of soil fertility] Moscow: FGNU «Rosinformagrotekh».
7. Nikitochkin D.N., Savich V.I., Naumov V.D., Baibekov R.F. (2015). Modeli plodorodiya pochv pod yablonyu vo vremeni i v prostranstve [Models of soil fertility under an apple tree in time and space]. Moscow: RGAU-MSKHA.
8. Poluehktov R.A. (1993). Diagnosticheskie modeli agroekhsistem [Diagnostic models of agroecosystems]. St. Petersburg: Gidrometeoizdat.
9. Prokhorova Z.A., Frid A.S. (1993). Izuchenie i modelirovanie plodorodiya pochv na baze dlitel'nogo polevogo opyta RAN, Nauchnyi sovet po problemam pochvovedeniya [Study and modeling of soil fertility based on the long-term field experience of the Russian Academy of Sciences, Scientific Council on Soil Science Problems]. Mjscow: Nauka.
10. Puzachenko N.T. (2004). Matematicheskie metody v ehkologicheskikh i geofizicheskikh issledovaniyakh [Mathematical Methods in Environmental and Geophysical Research] Moscow: Akademiya.
11. Rozhkov V.A., Frid A.S. (1985). Algoritmy i programmy dlya EHVМ SM-4 [Algorithms and programs for computers SM-4]. Moscow: VASKHNIL.
12. Savich V.I., Naumov V.D., Trunov YU.V. (2014). Informatsionnaya otsenka plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv i chernozemov pod yablonyu s uchetom pochvoobrazovatel'nykh protsessov [Information assessment of the fertility of sod-podzolic soils and chernozems under an apple tree, taking into account soil-forming processes]. *Plodorodie*, No. 4, pp. 26-28.
13. Savich V.I., Gukalov V.N. (2015). Poehtapnoe izmenenie svoystv pochv pri zagryaznenii tyazhelymi metallami [Step-by-step change in soil properties when contaminated with heavy metals]. *Plodorodie*, No. 8, pp. 38-41.
14. Savich V.I., Gukalov V.N. (2015). Matematicheskie strukturnye vzaimosvyazi mezhdu svoystvami pochv, kak faktor korektyrovki modelei plodorodiya pochv [Mathematical structural relationships between soil properties as a factor in adjusting soil fertility models]. *Izvestiya OGAU*, No. 3(53), pp.166-168.
15. Savich V.I., Chernikov V.A., Podvolotskaya G.B. (2016). Informatsionno-ehnergeticheskaya otsenka sostoyaniya pochvennykh rastvorov i poverkhnostnykh vod [Information and energy assessment of the state of soil solutions and surface waters]. *Vestnik of Bashkir state agrarian university*, No. 2(38), pp.14-18.
16. Sine'nikov E.H.P., Oznobikhin V.I. (1988). Modeli dinamiki vzaimodeystviya pokazatelej plodorodiya pochv na osnove metoda korrelyatsionnykh plejad, Matematicheskie metody i EHVМ na sluzhbe pochvennykh prognozov [Models of the dynamics of the interaction of soil fertility indicators based on the method of correlation pleiades, Mathematical methods and computers in the service of soil forecasts methods]. Moscow: VASKHNIL, pp.33-40.
17. Shatilov I.S., Zamaraev A.G., Savich V.I. (2004). Ehnergomassoobmen v zvene polevogo sevooborota [Energy and mass exchange in the field crop rotation link]. Part 1. Moscow: Agrokonsalt

*About the authors:*

**Andrey E. Sorokin**, candidate of economic sciences, head. Department of Ecology, Life Support Systems and Life Safety, kaf614@mail.ru  
**Vladimir A. Sedykh**, doctor of agricultural sciences, chief researcher  
**Vitaly I. Savich**, doctor of agricultural sciences, professor, professor of the department of soil science, geology and landscape science, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1153-2542>, savich.mail@gmail.com  
**Asya V. Filippova**, doctor of biological sciences, head of the department of bioecology and nature management, kassio-67@yandex.ru  
**Viktor V. Gukalov**, candidate of agricultural sciences, director, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1742-2210>, chempion1985@yandex.ru  
**Marina D. Konakh**, graduate student, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9714-9201>, marinakonah.mk@gmail.com

[marinakonah.mk@gmail.com](mailto:marinakonah.mk@gmail.com)

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



«Московский экономический журнал» (МЭЖ)  
 зарегистрирован как сетевое ежемесячное издание.

- **МЭЖ** — научно-практический журнал, который включен в перечень ВАК и размещается в научных базах AGRIS, РИНЦ.
- **Миссия журнала** — создание условий для интеграции современных достижений экономической науки и эффективного бизнеса.

**Контакты:** <https://je.su>, [e-science@list.ru](mailto:e-science@list.ru)



## ПЛАНИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ СЕНОКОСОВ

И.И. Поисеев<sup>1</sup>, М.И. Стрекаловская<sup>2</sup>, А.В. Чугунов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», г. Якутск, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», г. Якутск, Россия

В статье рассматривается проблема рационального использования естественных сенокосов для обеспечения скота кормами в стойловый период. Естественные сенокосы занимают 40% площади сельскохозяйственных угодий Республики Саха (Якутия) и являются источником заготовки объемистых кормов для крупного рогатого скота. Цель исследования — разработать методику определения площади естественных сенокосов по типам агроландшафта для заготовки сена с учетом планируемого валового удоя молока за год. Авторы предлагают методику определения емкости сенокосных угодий в зависимости от урожайности естественного луга при заданной продуктивности скота. При этом предложено учитывать типы лугов, типичных для территории исследуемого района — аласные, пойменные, мелкодолинные и суходольные луга. Для определения площади лугов использовано программное обеспечение ГИС-Панорама. В работе применены методы исследования — монографический, анализ и синтез. Место исследования — муниципальный район «Мегино-Кангаласский улус» Республики Саха (Якутия). В ходе исследования определена площадь сенокосных угодий Мегино-Кангаласского улуса по трем вариантам рационов кормления крупного рогатого скота с учетом типа сенокосного угодья. Рассчитанная емкость естественных сенокосов улуса показала существующую перенагрузку лугов на 1309 голов коров или на 22%. Предлагаемая методика определения емкости сенокосов позволит объективно планировать поголовье и продуктивность крупного рогатого скота.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, методика, емкость естественного сенокоса, планирование, поголовье скота, продуктивность скота.

### Введение

Криолитозона или многолетняя мерзлота один из природных феноменов планеты земля, образовавшая уникальные мерзлотные почвы. Территории криолитозоны достаточно обширно представлены в Российской Федерации, в том числе в Республике Саха (Якутия). Агроклиматические условия территории Республики позволяют заниматься северным оленеводством, табунным коневодством, скотоводством и земледелием (возделывание зерновых культур для кормления скота, ранних сортов картофеля и овощей, бахчевых культур). Агроландшафты представлены долинами крупных и мелких рек, впадинами среди замшелой тайги, называемыми аласами, и суходольными лугами. Площадь сельскохозяйственных угодий Республики более 1500 тыс. гектаров, из них более 90% это естественные сенокосы и пастбища. Исследователи считают, что природные кормовые угодья «удешевляют и повышают конкурентоспособность отечественного животноводства» [1, С. 150]. Создание устойчивой кормовой базы для животноводства в условиях длительного стойлового периода, 240 дней в году, первостепенная задача аграриев Республики. Традиционно основным источником получения объемистых кормов служат естественные кормовые угодья, которые из-за нарушения системы размещения сельскохозяйственного производства, антропогенной, зооогенной и техногенной нагрузки на 40% деградированы. Как известно содержание скота на поддерживающем корме снижает продуктивность животных. Для достижения устойчивого развития сельскохозяйственного производства планирование рационального использования природных лугов позволит определить допустимую скотоёмкость угодий.

### Ход исследования

На территории Республики Саха (Якутия) сельское хозяйство развито в среднетаежной подзоне, где исследователи выделяют 17 агроландшафтных районов. Объектом исследования выбран муниципальный район «Мегино-

Кангаласский улус», входящий в Приленскую эрозионно-аккумулятивную песчано-грядовую равнину на средне- и верхнечетвертичных песчаных отложениях с мерзлотными борными неоподзоленными и оподзоленными почвами (1) и в Чурапчинскую эрозионно-аккумулятивную аласную равнину на озерно-аллювиальных, супесчаных среднечетвертичных отложениях с мерзлотными таежными палевыми осолоделыми, таежными палевыми карбонатными сренесуглинистыми почвами (рис. 1) [5, С. 7-8].

Площадь территории Мегино-Кангаласского улуса 11,7 тыс. кв. км, проживает 30971 человек. Плотность населения составляет 2,6 чел/кв. км при средней плотности населения в Республике 0,31 чел/кв.км. Площадь сельскохозяйственных угодий улуса составляет 122478 гектаров, в том числе естественных сенокосов — 52154 гектар и пастбищ — 54259 гектар. В улусе работают сельскохозяйственные производственные кооперативы, сельскохозяйственные потребительские кооперативы, крестьянские фермерские хозяйства и личные хозяйства населения. Во всех категориях хозяйств содержится 20223 голов крупного рогатого скота, в том числе 7105 — голов коров и 15990 — голов табунных лошадей. Более половины поголовья скота и 25% табунных лошадей содержатся в личных хозяйствах населения. Основные направления сельскохозяйственной деятельности молочно-мясное

скотоводство, мясное табунное коневодство, картофелеводство и овощеводство. По итогам 2018 года в улусе произведено скота и птицы на убой 3553 тонны, валовой надой молока составил 17380 тонн [6]. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий составила 14,2 тонны молока и 2,9 тонны мяса на единицу площади сельскохозяйственных угодий. В улусе действует муниципальная программа «Развитие агропромышленного комплекса «Мегино-Кангаласского улуса» на 2017-2021 годы». Программа направлена на повышение устойчивости агропромышленного производства, где одной из основных задач определено создание полноценной кормовой базы животноводства. Обеспеченность кормами крупного рогатого скота в улусе, по некоторым оценкам, составляет 50-60% от требуемых зоотехнических норм [7].

Производство кормов в Республике и в Мегино-Кангаласском улусе представлено луговым и полевым кормопроизводством. Луговое кормопроизводство основано на природных кормовых угодьях 4 типов: пойменные, аласные, мелкодолинные и суходольные луга. Пойменные луга расположены на территории Мегино-Кангаласского улуса по долине реки Лена. Мелкодолинные луга расположены по долинам мелких рек улуса: Суола, Кею, Тиэрэ, Мыла, Хомпо, Тамма. Аласные луга представлены неглубокими впадинами среди замшелой тайги, площадь одного

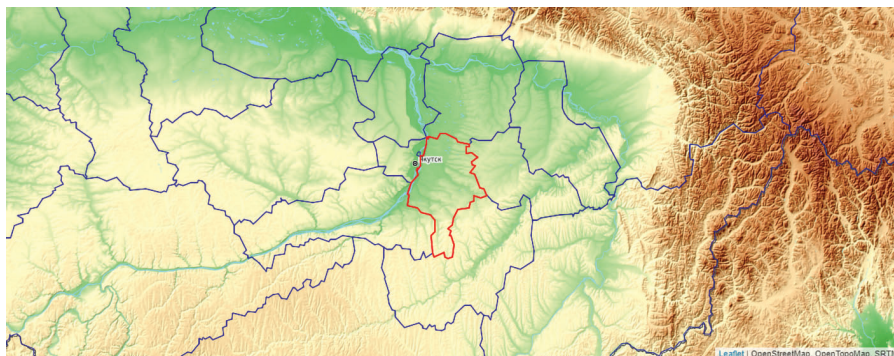


Рис. 1. Территория Мегино-Кангаласского улуса

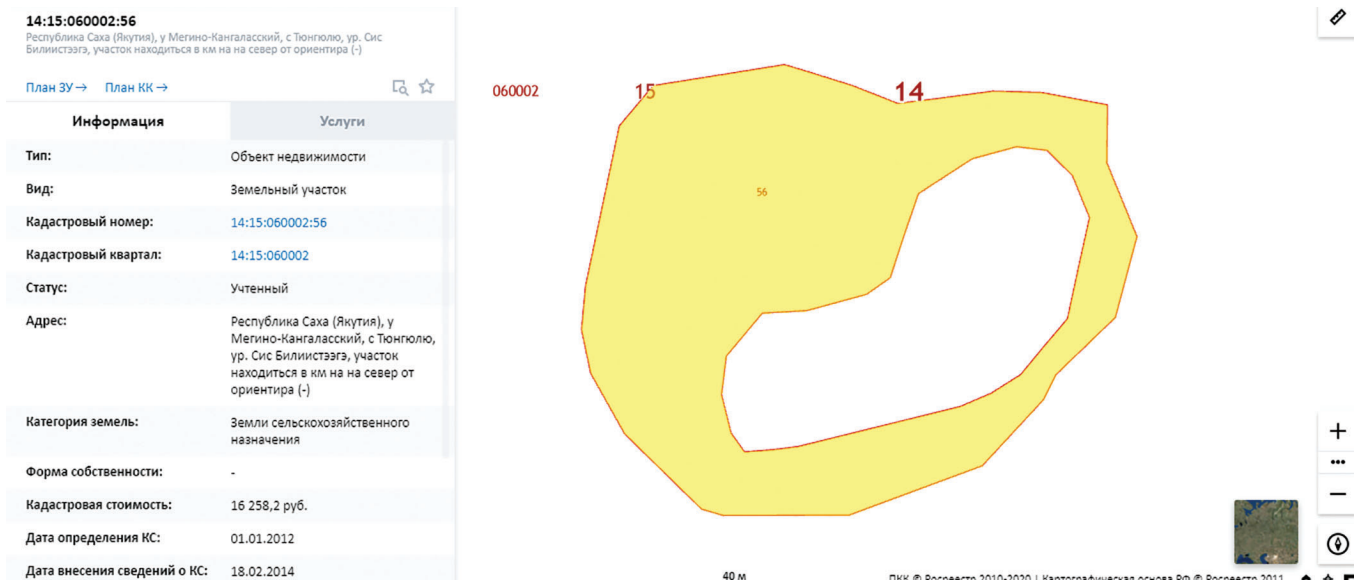


Рис. 2. Фрагмент публичной кадастровой карты. Естественное кормовое угодье аласного типа (отмечено желтым цветом)

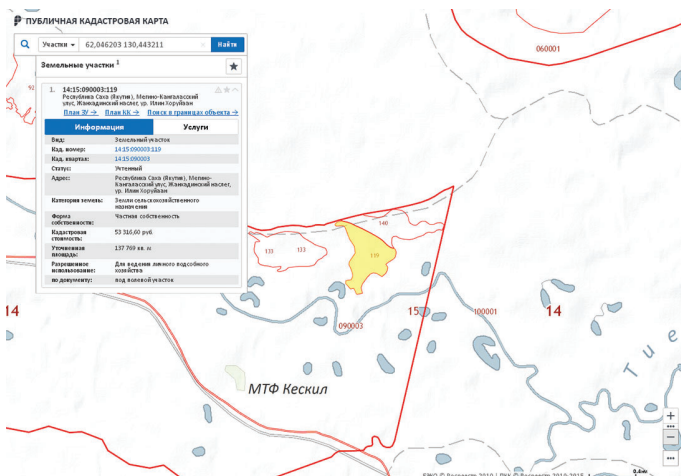


Рис. 3. Фрагмент публичной кадастровой карты. Естественное кормовое угодье мелководинного типа (отмечен желтым цветом).

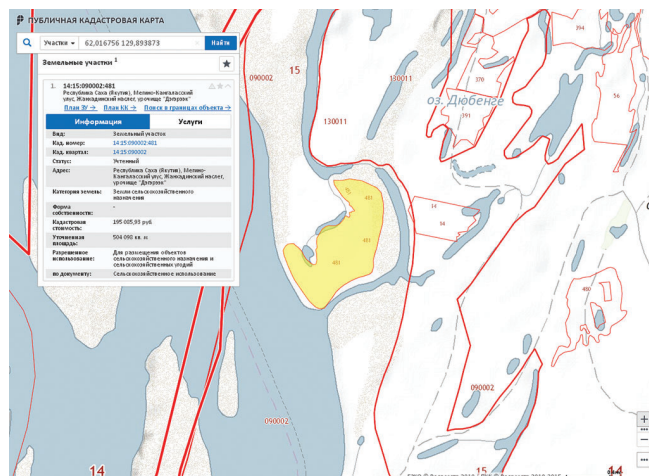


Рис. 4. Фрагмент публичной кадастровой карты. Естественное кормовое угодье пойменного типа (отмечен желтым цветом).

аласа варьирует от десятков до нескольких тысяч гектаров. Суходольные луга располагаются на высоких местах долин рек, по сухим логам, на заброшенных раскорчевках (рис. 2, 3, 4).

Производство объемистых кормов «устанавливается в зависимости от поголовья скота и лошадей» [5, С. 186]. Предлагаем при планировании заготавливаемых кормов исходить из природного потенциала сенокосов в зависимости от типа лугов. Алгоритм разработки методики состоит из нескольких частей:

1) потребность скота в сене по зоотехническим нормам в зависимости от среднегодового удоя коровы (табл. 1);

2) определение урожайности естественного сенокоса с учетом типа ландшафта (табл. 2);

3) расчет требуемой площади сенокосного угодья по трем вариантам. Вариант I — расчет площади сенокосного угодья для одной коровы по зоотехническим нормам кормления. Вариант II — расчет площади сенокосного угодья для одной коровы при доле сена в рационе кормления 60%. Вариант III — расчет площади сенокосного угодья для одной коровы при доле сена в рационе кормления 100%.

Основным лимитирующим агроклиматическим фактором Республики является недостаток влаги — среднегодовая сумма осадков в исследуемом районе 200-220 мм. Наиболее подвержены засухе аласные луга, поэтому размах колебания урожайности составляет 9 ц/га.

Расчет требуемой площади сенокосного угодья ( $S_i$ ) произведем по формуле:

$$S_i = V_c / Y_i \quad (1)$$

где:  $V_c$  — расход сена за стойловый период, ц  
 $Y_i$  — урожайность  $i$  типа луга, ц/га

Эти расчеты (табл. 3) составлены на расход кормов по зоотехническим нормам и научно обоснованным рационам кормления крупного рогатого скота. На практике применять рационы кормления могут организованные формы хозяйствования, где работает дипломированный зоотехник. В личных хозяйствах населения не соблюдают рекомендуемые рационы.

Таблица 1

Расход сена на одну дойную корову\*

Годовой удой, кг	Средняя суточная норма, кг	Продолжительность стойлового периода, дней	Расход сена – всего, ц
1500	7	240	16,8
2000	8,5	240	20,4
2500	9,5	240	22,8
3000	10,0	240	24,0
4000-5000	12	240	28,8

\* Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2016-2020 годы

Таблица 2

Исходные данные по природным лугам Мегино-Кангаласского улуса

Показатели	Аласные луга	Мелководинные луга	Пойменные луга	Суходольные луга
Площадь лугов, га*	51225,4	38576,0	10537,6	6074
Урожайность (в сухом сене), ц/га**	4-13	14	18	5-8

\* Данные по карте ГИС-Панорама

\*\* Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2016-2020 годы



Таблица 3

Требуемая площадь сенокосного угодья для одной коровы по зоотехническим нормам кормления (вариант I), га

Годовой удой, кг	Аласный луг			Мелкодо- линный луг	Поймен- ный луг	Суходольный луг	
	Урожайность, ц/га						
	4 ц/га	8 ц/га	13 ц/га	14 ц/га	18 ц/га	5 ц/га	8 ц/га
1500	4,2	2,1	1,3	1,2	0,9	3,3	2,1
2000	5,1	2,5	1,5	1,4	1,1	4,1	2,5
2500	5,7	2,8	1,7	1,6	1,3	4,5	2,8
3000	6,0	3	1,8	1,7	1,3	4,8	3,0
4000-5000	7,2	3,6	2,2	2,0	1,6	5,7	3,6

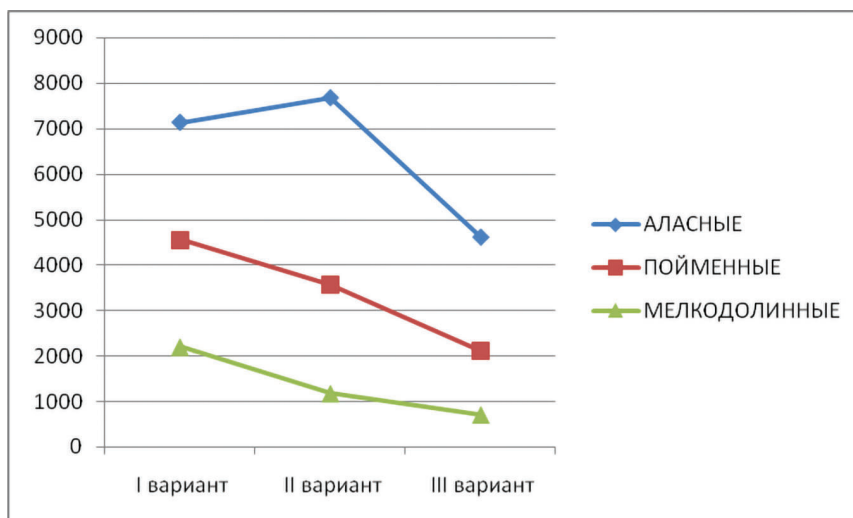


Рис. 5. Скотоемкость естественных сенокосов по типам лугов, голов

В таких условиях ведения хозяйства предлагаем применять другой метод определения площади естественных сенокосов.

По нормативам для одной головы коровы с удоем 2500 кг в год требуется 2952 овсяных кормовых единиц, в том числе сена 957,6 кормовых единиц. В структуре рациона сено может занимать от 60% (при отсутствии в рационе корнеплодов и концентратов) до 100% (в рационе нет силоса, сенажа, комбикормов и корнеплодов). Доля сена может быть 1771,2 или 2952 кормовых единиц (формула 2).

$$P_c = (P_k \times C) / 100\% \quad (2)$$

где:  $P_c$  — питательность сена в рационе за год, кормовых единиц

$P_k$  — питательность кормов за стойловый период для 1 головы, кормовых единиц.

$C$  — доля сена в рационе, %

Если предположить, что в 1 кг сена содержится 0,42 кг кормовых единиц, то за стойловый период потребуются 42,2 ц (1771,2/0,42) или 70,3 ц (2952/0,42) сена (формула 3).

$$V_c = P_c / 0,42 \quad (3)$$

Далее рассчитаем возможные площади сенокосов для получения рассчитанных объемов сена в зависимости от урожайности (табл.4).

Ориентируясь на средние критерии, урожайности лугов можно определить скотоемкость сенокосных угодий Мегино-Кангаласского улуса. Фактический среднегодовой удой молока от одной коровы составил по итогам 2018 г. 2446 кг. Исходя из этого, при годовом годовом удое 2500 кг молока от одной коровы при соблюде-

нии зоотехнических норм кормления и полного выкашивания имеющихся площадей естественных сенокосов Мегино-Кангаласского улуса хозяйства могут обеспечить сеном 13892 голов коров (I вариант). При не соблюдении зоотехнических норм кормления при доле сена 60% в рационе — 12411 голов коров (II вариант), при доле 100% сена в рационе — 7427 голов коров (III вариант) (рис. 5).

Расчет поголовья коров произведен используя формулу:

$$S_i / S_{i-1} \text{ головны} = \Gamma_k \quad (5)$$

где:  $S_{i-1}$  — площадь сенокоса, необходимого для кормления 1 головы, га;

$\Gamma_k$  — поголовье коров, голов

Пример расчета для варианта I, аласный тип: 40643 га / 5,7 га/гол = 7130 голов.

В структуре стада поголовье коров занимает примерно 50% при типе молочной фермы с собственным ремонтом и реализацией бычков [2, С.58]. Таким образом, от рассчитанного поголовья коров оставляем 50% и при соблюдении зоотехнических норм кормления и полного сенокоса естественные сенокосы могут обеспечить сеном примерно 6946 голов коров с годовым удоем 2500 кг молока. При не соблюдении зоотехнических норм кормления и полного сенокоса естественные сенокосы улуса могут обеспечить сеном от 6200 до 3713 голов коров с годовым удоем 2500 кг молока. Фактически по итогам 2018 г. в хозяйствах всех категорий улуса содержится 7105 голов коров, что не совсем соответствует, рассчитанному нами, емкости природных сенокосных лугов.

Таблица 4

Требуемые площади сенокосных угодий для обеспечения одной коровы с годовым удоем 2500 кг с нарушениями зоотехнических норм кормления

Урожайность луга, ц/га	Площадь сенокоса, га	
	60% сена в рационе/ 42,2 ц сена (вариант II)	100% сена в рационе/ 70,3 ц сена (вариант III)
<b>Аласный луг</b>		
4	10,5	17,6
8	5,3	8,8
13	3,2	5,4
<b>Мелкодолинный луг</b>		
14	3,0	5,0
<b>Пойменный луг</b>		
18	2,3	3,9
<b>Суходольный луг</b>		
5	8,4	14,1
8	5,3	8,8

### Область применения результатов

Разработанная методика позволяет планировать поголовье скота в зависимости от потенциала естественных сенокосов, а также плановые показатели продукции скотоводства в зависимости от емкости типов ландшафта естественных сенокосов. Методика позволит планировать использование сельскохозяйственных угодий и оптимально разместить производственные объекты на территории муниципальных образований. Рассчитанные площади сенокосных угодий могут также служить нормативом установления размеров землепользования в республике.

### Выводы

По разработанной методике можно определить поголовье коров при различной плановой продуктивности. Для дальнейшей интенсификации производства и роста продуктивности животных необходимо повышение продуктивности естественных сенокосов путем их окультуривания, орошения и удобрения. Для восполнения недостающих объемистых кормов наряду с луговым кормопроизводством следует развивать полевое кормопроизводство.

### Литература

1. Гаг А.В., Пичугин А.П. К вопросу о рациональном использовании кормовой базы в развитии животноводства региона Сибири // Вестник НГАУ. 2015. № 1(34). С. 150-157.
2. Давыдов Е.А. Экономика производства и заготовки кормов в Якутии. Якутск: Книжное изд-во, 1982. 120 с.
3. Нормирование труда и материальных ресурсов для планирования и прогнозирования отраслей животноводства Республики Саха (Якутия) со справочным материалом: методическое пособие / Росийская академия сельскохозяйственных наук, Якутское НИИСХ. Якутск, 2008. 148 с.
4. Публичная кадастровая карта — URL: <http://pkk.rosreestr.ru> (дата обращения: 08.10.2020).
5. Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2016-2020 годы. Методическое пособие. Якутский НИИСХ. Якутск, 2016. 412 с.
6. Статистический ежегодник Республики Саха (Якутия): Статистический сборник. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия). Якутск, 2019. 654с. URL: <http://sakha.gks.ru> (дата обращения: 12.09.2020).
7. Официальный сайт, муниципальный район «Мегино-Кангаласский улус». URL: <https://mr-megino-kangalasskij.sakha.gov.ru/> (дата обращения: 11.09.2020).





Об авторах:

**Поисев Иннокентий Иннокентьевич**, доктор экономических наук, профессор кафедры экспертизы, управления и кадастра недвижимости инженерно-технического института, [strekmi16@list.ru](mailto:strekmi16@list.ru)  
**Стрекаловская Мария Ильинична**, старший преподаватель кафедры землеустройство и ландшафтная архитектура факультета лесного комплекса и землеустройства, [strekmi16@list.ru](mailto:strekmi16@list.ru)  
**Чугунов Афанасий Васильевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общей зоотехнии агротехнологического факультета, [info@agatu.ru](mailto:info@agatu.ru)

## PLANNING THE USE OF NATURAL HAYMONES

I.I. Poiseev<sup>1</sup>, M.I. Strekalovskaya<sup>2</sup>, A.V. Chugunov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosova, Yakutsk, Russia

<sup>2</sup> Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

The article deals with the problem of rational use of natural hayfields to provide livestock with fodder during the stall period. Natural hayfields occupy 40% of the agricultural land of the Republic of Sakha (Yakutia) and are a source of voluminous fodder for cattle. The purpose of the study is to develop a methodology for determining the area of natural hayfields by types of agricultural landscape for hay harvesting, taking into account the planned gross milk yield per year. The authors propose a method for determining the capacity of hayfields depending on the yield of a natural meadow for a given productivity of livestock. At the same time, it is proposed to take into account the types of meadows typical for the territory of the study area — alas, floodplain, shallow and dry meadows. The GIS-Panorama software was used to determine the area of meadows. The work uses monographic research methods, analysis and synthesis. Place of research — the municipal district «Megino-Kangalassky ulus» of the Republic of Sakha (Yakutia). In the course of the study, the area of hayfields of Megino-Kangalassky ulus was determined according to three options for feeding cattle, taking into account the type of grassland. The calculated capacity of natural hayfields of the ulus showed the existing overload of meadows by 1309 cows or 22%. The proposed method for determining the capacity of hayfields will allow to objectively plan the livestock and productivity of cattle.

**Keywords:** agriculture, methodology, capacity of natural haymaking, planning, livestock population, livestock productivity

### References

1. Gaag A.V., Pichugin A.P. (2015). K voprosu o razinalnom ispolzovanii kormovoy bazi v razvitii zhivotnovodstva regiona Sibiri [On the question of the rational use of the fodder base in the development of animal husbandry in the Siberian region]. Vestnik NSAU, No. 1 (34), pp. 150-157.  
 2. Davydov E.A. (1982). Ekonomika proizvodstva i zagotovki kormov v Yakutii. [Economy of production and procurement of feed in Yakutia]. Yakutsk: Book. Publishing house, 120 p.

3. Normirovanie truda i material resursov dlia planirovaniya i prognozirovaniya otrasl zhivotnovodstva Respubliki Sarha (Jakitia). [Rationing of labor and material resources for planning and forecasting livestock industries in the Republic of Sakha (Yakutia) with reference material: methodological manual] Russian Academy of Agricultural Sciences, Yakutsk Research Institute of Agriculture, Yakutsk, 2008, 148 p.

4. Public cadastral map — <http://pkk.rosreestr.ru> (accessed: 10.08.2020).

5. Sistema vedeniya selskogo khoziastva v Respubliki Sarha (Jakitia) na period 2016-2020. [The system of farming

in the Republic of Sakha (Yakutia) for the period 2016-2020] Methodological guide. Yakutsk Research Institute of Agriculture, Yakutsk, 2016, 412 p.

6. Statisticheskij elegendnik Respubliki Sarha (Jakitia). [Statistical Yearbook of the Republic of Sakha (Yakutia): Stat. collection] Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, 2019, 654 p. <http://sakha.gks.ru> (accessed: 12.09.2020).

7. <http://mr-megino-kangalasskij.sakha.gov.ru> (accessed: 11.09.2020).

About the authors:

**Innokenty I. Poiseev**, doctor of economic sciences, professor of the department of expertise, management and real estate cadastre of the engineering and technical institute, [strekmi16@list.ru](mailto:strekmi16@list.ru)

**Maria I. Strekalovskaya**, senior lecturer of the department of land management and landscape architecture, faculty of forestry and land management, [strekmi16@list.ru](mailto:strekmi16@list.ru)

**Afanasy V. Chugunov**, doctor of agricultural sciences, professor of the general animal science department of the agrotechnological faculty, [info@agatu.ru](mailto:info@agatu.ru)

[strekmi16@list.ru](mailto:strekmi16@list.ru)

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



**Международный журнал прикладных наук и технологий «INEGRAL»** издается 6 раз в год.

- Стратегический научный партнер журнала «Государственный университет по землеустройству».
- **INEGRAL** цитируется в РИНЦ, Google Scholar, КиберЛенинке.
- Научным публикациям присваивается международный **цифровой индикатор DOI**.
- Журнал участник программы **открытого доступа** к научным публикациям.

**Контакты:** <https://e-integral.ru>, [e-science@list.ru](mailto:e-science@list.ru)





# ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНИКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ РАСТЕНИЙ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

И.И. Плужникова, Н.В. Криушин, И.В. Бакулова

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,  
р.п. Лунино, Пензенская область, Россия

Исследования проводились в течение 2019-2020 гг. на экспериментальном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК в Пензенской области. Представлены данные полевых исследований по оценке влияния протравителя ТМТД, ВСК и удобрения Изагри Форс, а также опрыскивания удобрением Изагри Фосфор растений однодомной конопля посевной сорта Надежда на развитие листовой поверхности, засоренность посевов и урожайность растений конопля. Протравливание препаратом ТМТД, ВСК в норме расхода 5,0 л/т обеспечивало в фазе начала созревания семян рост площади листовой поверхности (ПЛП) на 11%. Применение протравителя в нормах расхода 5,0 и 2,5 л/т позволило в период вегетации растений снизить воздушно-сухую массу сорняков от 13 до 29% в сравнении с контролем. Обработка семян удобрением Изагри Форс в норме расхода 0,5 л/т способствовало повышению ПЛП в зависимости от фазы развития растений на 5-8% в сравнении с контролем. Доказано достоверное влияние препарата при нормах расхода 1,0 и 0,5 л/т на снижение воздушно-сухой массы сорняков на 23 и 19% в сравнении с контролем в фазе массового созревания семян. Совместное воздействие на семена конопля протравителем и удобрением при нормах расхода 5,0 и 1,0 л/т на фоне внекорневой подкормки обеспечивало увеличение прибавки урожая семян 0,31 т/га (30,1%), при нормах расхода 2,5 и 0,5 л/т — 0,40 т/га (38,8%).

**Ключевые слова:** конопля посевная, протравитель, жидкие минеральные удобрения, площадь листовой поверхности, засоренность, урожайность стеблей и семян.

## Введение

Урожай любых сельскохозяйственных растений формируется в процессе фотосинтеза, когда энергия светового излучения превращается в энергию биомассы растений. Эффективность данного процесса и, в конечном результате, урожая определяется функционированием посева как фотосинтезирующей системы. Исследование фотосинтетической активности растений в посевах непосредственно находится в связи с теорией получения высоких урожаев и возможностью управления формированием урожая. Методологические основы ее изучения разрабатывались многими исследователями. Значительный вклад был внесен А.А. Ничипорвичем [1, 2].

Большую часть ассимиляционной поверхности растений составляют листья, именно в них происходит фотосинтез. Площадь листьев (ПЛ) сельскохозяйственных культур может в значительной степени изменяться во время вегетации в зависимости от условий водоснабжения, питания, агротехнических приемов. Изменения ПЛ показывают, что на разных стадиях вегетации посев как фотосинтезирующая структура действует не одинаково. На длительность периодов вегетации влияют разные факторы, включая и агротехнические. С их помощью можно регулировать процесс увеличения площади листьев. Следовательно, возможность получения высоких урожаев взаимосвязана с оптимальным ходом (графиком) нарастания ПЛ. Подобные графики могут быть определены для каждой культуры и сорта в определенных условиях их выращивания [3].

Конопля посевная относится к культурам, которые довольно успешно справляются с сорняками во время вегетации. Однако на ранних этапах развития, имея небольшую затеняющую

поверхность листьев, посева конопля часто нарастают сорняками. Корневая система культурных растений в этот период слабая. На широко-рядных посевах во время образования второй пары настоящих листьев задержка с междурядным рыхлением может привести к невосполнимому понижению урожая волокна и семян. Снижение засоренности посевов конопля посевной, особенно на ранних стадиях ее развития, позволяет существенно уменьшить негативное влияние этого фактора на рост и развитие культурных растений [4, 5].

Фотосинтетическая деятельность растений конопля мало изучена [6, 7]. Борьбу с сорной растительностью в посевах проводят в основном механическим методом. Гербициды, зарегистрированные на данной культуре, отсутствуют [8]. Разрабатывая зональную агротехнику выращивания высоких урожаев конопля среднерусского экотипа сорта Надежда, представляется актуальным изучение влияния элементов агротехники на площадь листовой поверхности, засоренность и урожайность растений культуры.

## Материалы и методы

С целью разработки эффективных приемов возделывания конопля посевной в ФГБНУ ФНЦ ЛК в условиях Пензенской области в 2019-2020 гг. в полевом опыте изучали эффективность применения различных вариантов протравливания семян и применение внекорневой подкормки (табл. 1).

Обработку посевного материала препаратами проводили вручную, путем встряхивания в круглодонной колбе объемом 2 л суспензии препаратов с семенами (300 г) в течение 5-10 минут; расход рабочей жидкости — из расчета 10 л/т.

Опрыскивание посевов проводили в фазе 5-6 листьев растений конопля при помощи ран-

цевого опрыскивателя «Kwazar» со щелевым распылением. Объем расходования рабочей жидкости — 200 л/га.

Эксперименты проводили на сорте однодомной конопля среднерусского экотипа Надежда. Контроль и анализ данных выполняли в соответствии с методологическими рекомендациями по регистрационным испытаниям фунгицидов, а методический анализ результатов опыта — по Б.А. Доспехову [9, 10].

Площадь учетной делянки 10 м<sup>2</sup> повторность 4-кратная. Расположение делянок последовательное ярусами. Предшественник чистый пар. Норма высева — 0,8 млн всхожих семян на 1 га. Посев проводили сеялкой СН-16 с междурядьем 45 см.

Химический анализ почвенных образцов проводили на глубину пахотного горизонта (0-30 см). Почва опытного участка — тяжелосуглинистый среднесуглинистый выщелоченный чернозем с рН<sub>кон.</sub> — 4,9; содержание гумуса — 6,2%, легкогидролизуемого азота — 9,44 мг/100 г, подвижного фосфора — 18,56 мг/100 г, обменного калия — 12,8 мг/100 г почвы.

Годы проведения эксперимента характеризовались одинаковыми параметрами гидро-термического режима (ГТК). Условия вегетации растений в 2019-2020 гг. определялись как нестабильные по метеорологическим условиям, засушливая погода чередовалась с избыточным выпадением осадков по сравнению со среднесезонными показателями. В 2019 г. минимальное количество осадков, выпавшее в III декаде мая (4,4 мм), в I и II декадах июня (7,0 и 1,0 мм) чередовалось с избыточным увлажнением в III декаде июня и I декаде августа (количество осадков в 1,6 и 2,1 раза соответственно превышало среднесезонные показатели). ГТК за период от всходов до массового



созревания семян составлял 0,67. В 2020 г. в июле во II декаде выпало в 1,7 раза больше осадков по сравнению со среднемноголетними данными, в III декаде этот показатель составил 1 мм. Минимальное количество выпавших осадков приходилось также на III декаду июля

(2,1 мм). ГТК за вегетационный период составлял 0,71. В условиях Пензенской области, по многолетним наблюдениям, благоприятным соотношением тепла и влаги для роста конопли посевной за период вегетации является показатель ГТК 1,0.

### Результаты и обсуждение

Исследованиями, проводимыми по оценке эффективности использования при протравливании семян препарата ТМТД, ВСК и жидкого минерального удобрения Изагри Форс, а также обработки по вегетации удобрением Изагри Фосфор установлено влияние изучаемых агротехнических приемов на ростовые процессы, формирование площади листовой поверхности (ПЛП), подавление сорной растительности и урожайность растений конопли.

Наблюдения за динамикой нарастания ПЛП показали, что в фазе бутонизации растений конопли фактор А способствовал снижению площади листовой поверхности при протравливании препаратом ТМТД, ВСК в половинной норме расхода 2,5 л/т на 5,6% по сравнению с контролем (табл. 2). Повышение данного показателя на 5,4% по сравнению с контролем обеспечивало действие фактора В при обработке семян удобрением Изагри Форс в норме расхода 0,5 л/т. Выявлено взаимодействие факторов А и В, способствующее в вариантах с применением препаратов ТМТД, ВСК в нормах расхода 5,0 и 2,5 л/т + Изагри Форс в нормах расхода 1,0 и 0,5 л/т достоверное увеличение площади листовой поверхности от 3063 м<sup>2</sup>/га (15,3%) до 8573 м<sup>2</sup>/га (42,9%) по сравнению с контролем (без обработок). Установлено достоверное влияние фактора С на ПЛП. Внекорневая подкормка способствовала повышению данного показателя на 2984 м<sup>2</sup>/га (11,7%) по сравнению с контролем. Отмечена взаимосвязь изучаемого фактора с фактором А, при которой протравливание препаратом ТМТД, ВСК в нормах расхода 5,0 и 2,5 л/т на фоне внекорневой подкормки обеспечивало повышение ПЛП на 9000 и 8095 м<sup>2</sup>/га (45,0 и 40,5%)

Таблица 1

Схема опыта (ФГБНУ ФНЦ ЛК), 2019-2020 гг.

Варианты опыта		
Фактор А — протравливание химическим препаратом	Фактор В — обработка семян удобрением	Фактор С — обработка растений удобрением по вегетации
Контроль (обработка семян водой)	контроль (без обработки)	контроль (без обработки) Изагри Фосфор (3,0 л/га)
	Изагри Форс в нормах расхода 1,0 л/т «Рост» + 1,0 л/т «Питание»	контроль (без обработки) Изагри Фосфор (3,0 л/га)
	Изагри Форс в нормах расхода 0,5 л/т «Рост» + 0,5 л/т «Питание»	контроль (без обработки) Изагри Фосфор (3,0 л/га)
ТМТД, ВСК (400 г/л тирама) норма расхода 5,0 л/т	контроль (без обработки)	контроль (без обработки) Изагри Фосфор (3,0 л/га)
	Изагри Форс в нормах расхода 1,0 л/т «Рост» + 1,0 л/т «Питание»	контроль (без обработки) Изагри Фосфор (3,0 л/га)
	Изагри Форс в нормах расхода 0,5 л/т «Рост» + 0,5 л/т «Питание»	контроль (без обработки) Изагри Фосфор (3,0 л/га)
ТМТД, ВСК (400 г/л тирама) норма расхода 2,5 л/т	контроль (без обработки)	контроль (без обработки) Изагри Фосфор (3,0 л/га)
	Изагри Форс в нормах расхода 1,0 л/т «Рост» + 1,0 л/т «Питание»	контроль (без обработки) Изагри Фосфор (3,0 л/га)
	Изагри Форс в нормах расхода 0,5 л/т «Рост» + 0,5 л/т «Питание»	контроль (без обработки) Изагри Фосфор (3,0 л/га)

Таблица 2

Влияние протравителя и минеральных удобрений на площадь листовой поверхности конопли посевной в разные фазы развития растений, 2019-2020 гг.

Варианты опыта			Площадь листовой поверхности, м <sup>2</sup> /га														
Протравливание химическим препаратом (фактор А)	Обработка удобрением (фактор В)	Внекорневая подкормка (фактор С)	Фаза бутонизации						Фаза цветения			Фаза начала созревания семян					
			по вариантам	по факторам			по вариантам	по факторам		по вариантам	по факторам						
				А	В	С		А	В		С	А	В	С			
Контроль	Контроль	без обработки с обработкой	19995					49805				60825					
		с обработкой	28797					54229				68828					
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки с обработкой	26106	27602				46547	51662				56533	71175			
		с обработкой	28113					53812					83617				
Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки с обработкой	28130					48071				70288						
	с обработкой	34469					57509				86956						
ТМТД, ВСК (5 л/т)	Контроль	без обработки с обработкой	31844	27218				43759	46256				91368	78824			
		с обработкой	28995					42349					85094				
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки с обработкой	23175					38736					70046				
		с обработкой	24365					52055					71159				
Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки с обработкой	28026				47781				70316							
	с обработкой	26901				52855				84958							
ТМТД, ВСК (2,5 л/т)	Контроль	без обработки с обработкой	20337	26069				45007	51745		48172		66538	70682			
		с обработкой	28090					53882					80917			75595	
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки с обработкой	28568					41208				49334			60414		69645
		с обработкой	30320					63644					76103			70682	
Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки с обработкой	23057				25471				45943		73228		68840			
	с обработкой	26042				28455			52158	53832	66892		75440	88840			
НСР <sub>05</sub>			2804	1145	1145	935	7432	3034	3034	2477	8985	3668	3668	3810			
				АС-1619	ВС-1619	АВ-1982	АВС-2804			ВС-4291		АС-5188	АВ-6354	ВС-5188	АВС-8985		





Таблица 3

## Влияние изучаемых факторов на воздушно-сухую массу сорной растительности в посевах конопли сорта Надежда, 2019-2020 гг.

Варианты опыта			Воздушно-сухая надземная масса сорняков, г/м <sup>2</sup>											
Протравливание химическим препаратом (фактор А)	Обработка удобрением (фактор В)	Внекорневая подкормка (фактор С)	Фазы бутонизации, начала цветения			Фаза массового созревания семян								
			по вариантам	по факторам			по вариантам	по факторам						
				А	В	С		А	В	С				
Контроль	Контроль	без обработки	15,3	13,93			19,5	13,52						
		с обработкой	14,8				14,2							
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	12,2				15,5							
		с обработкой	11,9				10,5							
	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	15,4				11,1							
		с обработкой	14,0				10,3							
ТМТД, ВСК (5 л/т)	Контроль	без обработки	13,4	11,73			10,1	9,58						
		с обработкой	12,8				7,6							
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	11,7				12,1							
		с обработкой	10,6				6,7							
	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	11,6				14,1							
		с обработкой	10,3				6,9							
ТМТД, ВСК (2,5 л/т)	Контроль	без обработки	11,1	12,17			14,0	9,73						
		с обработкой	9,6				12,83				12,75			
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	14,0				12,23							
		с обработкой	13,0				7,7				9,8			
	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	12,1				12,77				12,98	8,4	10,28	12,34
		с обработкой	13,2				12,24				10,9	9,54		
НСР <sub>05</sub>			3,4	1,39	NS*	NS* AB-2,41	2,74	1,12	1,12	0,91 AB-1,94 AC-1,58 ABC-2,74				

NS\* — различия незначительны при  $p = 0,05$ .

Таблица 4

## Урожайность растений конопли посевной сорта Надежда в зависимости от применения протравителя и минеральных удобрений, 2019-2020 гг.

Варианты опыта			Урожайность, т/га											
Протравливание химическим препаратом (фактор А)	Обработка удобрением (фактор В)	Внекорневая подкормка (фактор С)	стеблей			семян								
			по вариантам	по факторам			по вариантам	по факторам						
				А	В	С		А	В	С				
Контроль	Контроль	без обработки	5,7	6,40			1,03	1,25						
		с обработкой	6,91				1,27							
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	6,43				1,22							
		с обработкой	6,87				1,33							
	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	5,67				1,23							
		с обработкой	6,84				1,39							
ТМТД, ВСК (5 л/т)	Контроль	без обработки	6,52	6,29			1,30	1,26						
		с обработкой	7,25				1,28							
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	5,69				1,22							
		с обработкой	6,59				1,34							
	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	5,75				1,20							
		с обработкой	5,93				1,22							
ТМТД, ВСК (2,5 л/т)	Контроль	без обработки	5,84	6,30			1,19	1,29						
		с обработкой	5,98				6,37				1,23			
	Изагри Форс (1 л/т)	без обработки	6,13				6,29							
		с обработкой	6,02				1,33				1,28			
	Изагри Форс (0,5 л/т)	без обработки	6,83				6,34				6,06	1,26	1,29	1,21
		с обработкой	7,0				6,60				1,43	1,29	1,32	
НСР <sub>05</sub>			0,73	NS*	NS*	0,24 AB-0,51 AC-0,42	0,10	NS*	0,04	0,04 AB-0,07 AC-0,06				

NS\* — различия незначительны при  $p = 0,05$ .



по сравнению с контролем (без обработок). При совместном действии всех факторов существенное увеличение площади листовой поверхности установлено на фоне внекорневой подкормки и обработки семян препаратами ТМТД, ВСК и Изагри Форс в нормах расхода 2,5 и 1,0 л/т на 10325 м<sup>2</sup>/га (51,6%) по сравнению с контролем (без обработок).

В фазе цветения растений конопля на процесс нарастания ПЛП сохранялось отрицательное воздействие протравителя ТМТД, ВСК при применении в норме расхода 5,0 л/т. Доказано достоверное влияние фактора В на повышение площади листовой поверхности при протравливании удобрением Изагри Форс в норме расхода 0,5 л/т на 3986 м<sup>2</sup>/га (8,3%) по сравнению с контролем. Внекорневая подкормка (фактор С) способствовала увеличению данного параметра на 7889 м<sup>2</sup>/га (7,2%) по сравнению с контролем. Отмечена взаимосвязь изучаемого фактора с фактором В, при которой протравливание удобрением Изагри Форс в норме расхода 0,5 л/т на фоне внекорневой подкормки достоверно повышало ПЛП на 7704 м<sup>2</sup>/га (15,5%) по сравнению с контролем (без обработок). Наибольший прирост ПЛП зафиксирован при сочетании всех изучаемых факторов на фоне внекорневой подкормки при обработке препаратами ТМТД, ВСК и Изагри Форс в нормах расхода 2,5 и 1,0 л/т на 13839 м<sup>2</sup>/га (27,8%) по сравнению с контролем (без обработок).

В фазе начала созревания семян определено достоверное влияние фактора А на увеличение площади листовой поверхности при протравливании препаратом ТМТД, ВСК в норме расхода 5,0 л/т на 7649 м<sup>2</sup>/га (10,7%) по сравнению с контролем. По сравнению с контролем (без обработок) протравливание препаратом ТМТД, ВСК в норме расхода 5,0 л/т обеспечивало увеличение данного показателя на 30543 м<sup>2</sup>/га (50,2%), на фоне внекорневой подкормки — на 24269 м<sup>2</sup>/га (39,9%). В вариантах с использованием удобрения Изагри Форс (фактор В) нарастание ПЛП не отмечено. Однако определено взаимодействие факторов А и В, способствующее при применении препаратов ТМТД, ВСК в норме расхода 5,0 л/т и Изагри Форс в нормах расхода 1,0 и 0,5 л/т, достоверному увеличению площади листовой поверхности соответственно на 9221 и 9491 м<sup>2</sup>/га (15,2 и 15,6%) по сравнению с контролем без обработок. Протравливание половинными нормами препаратов приводило к увеличению ПЛП на 12403 м<sup>2</sup>/га (20,4%) по сравнению с контролем (без обработок). Внекорневая подкормка приводила к повышению площади листовой поверхности на 9440 м<sup>2</sup>/га (13,7%) по сравнению с контролем. Взаимодействие факторов АВС (за исключением варианта с применением ТМТД, ВСК и Изагри Форс в нормах расхода 2,5 и 0,5 л/т на фоне внекорневой подкормки) позволило увеличить площадь листовой поверхности от 10334 м<sup>2</sup>/га (17,0%) до 24133 м<sup>2</sup>/га (39,7%) по сравнению с контролем (без обработок).

Таким образом, проведенные исследования по оценке нарастания площади листовой поверхности конопля показали, что при неблагоприятных условиях для роста и развития растений в фазе бутонизации и цветения (недостаток влаги в почве составлял в зависимости от года исследования от 52 до 95% от среднегодовых показателей) в вариантах с протравливанием семян препаратом ТМТД, ВСК (фактор А) может наблюдаться снижение площади листовой

поверхности на 5,6 и 10,5% по сравнению с контролем. В дальнейшем в фазе начала созревания семян при более благоприятных условиях для роста растений конопля применение изучаемого протравителя в дозе 5,0 л/т повышало ПЛП на 10,7% по сравнению с контролем.

Положительное влияние удобрения Изагри Форс (фактор В) на увеличение площади листовой поверхности наблюдалось в фазах бутонизации и цветения при применении половинной нормы расхода — 0,5 л/т. При этом ПЛП повышалась на 5,4 и 8,3%, соответственно, по сравнению с контролем.

На протяжении всего вегетационного периода установлено существенное влияние внекорневой подкормки на прирост ПЛП по сравнению с контролем — на 11,7, 17,2 и 13,7%.

При совместном действии всех изучаемых факторов значительное увеличение площади листовой поверхности установлено на фоне внекорневой подкормки и обработки семян препаратами ТМТД, ВСК и Изагри Форс в нормах расхода 2,5 и 1,0 л/т в фазе бутонизации на 51,6%, в фазе цветения — на 27,8%, в фазе массового цветения — на 25,1% по сравнению с контролем (без обработок).

За годы исследований ботанический состав сорняков в опыте включал 11 видов сорных растений, относящихся к 8 семействам. Из многолетних сорняков наиболее распространенным был осот желтый, из малолетних — щирица запрокинутая, марь белая, горец вьюнковый, горец развесистый, чистец однолетний, пикульник обыкновенный, смолевка обыкновенная, куриное просо и щетинник сизый. Протравливание семян и внекорневая обработка в фазе 4-5 настоящих листьев обеспечивали снижение засоренности посевов конопля. Наиболее значимым являлось влияние изучаемых факторов на воздушно-сухую массу сорняков (табл. 3).

Применение протравителя ТМТД, ВСК в нормах расхода 5,0 и 2,5 л/т (фактора А) способствовало уменьшению воздушно-сухой массы сорняков в фазах бутонизации и начала цветения на 15,8 и 12,6%, в фазе массового созревания семян — на 29,1 и 28,0% по сравнению с контролем. Влияние фактора В установлено в фазе массового созревания семян. При обработке семян удобрением Изагри Форс в нормах расхода 1,0 и 0,5 л/т данный показатель снижался соответственно на 23,1 и 19,4% по сравнению с контролем.

Наибольший контроль над сорной растительностью осуществлялся на фоне внекорневой подкормки при обработке семян препаратами ТМТД, ВСК и Изагри Форс в нормах расхода 5,0 и 1,0 л/т. При этом воздушно-сухая масса сорняков уменьшалась в фазах бутонизации и начала цветения на 30,7%, массового созревания семян — на 65,6% по сравнению с контролем (без обработки).

В ходе корреляционного анализа выявлена отрицательная взаимосвязь между засоренностью посевов в фазе массового созревания семян и площадью листовой поверхности в фазе начала созревания семян ( $r = -0,477 \pm 0,22$ ). Можно предположить, что создаваемые с помощью приема протравливания семян и внекорневой подкормки благоприятные условия для роста культуры на ранних этапах ее развития обеспечивали в дальнейшем конкурентоспособность растений конопля по отношению к сорной растительности. Проведение корреляционного

анализа позволило также установить положительную взаимосвязь между площадью листовой поверхности в фазах бутонизации, цветения, начала созревания семян и урожайностью семян ( $r = 0,583 \pm 0,20; 0,466 \pm 0,22; 0,486 \pm 0,22$ ).

Урожайность стеблей и семян конопля посевной за годы эксперимента зависела от погодных условий и проводимых обработок семян и растений (табл. 4).

В контрольном варианте (без обработок) урожайность стеблей составляла 5,70 т/га.

Существенное влияние на увеличение данного параметра на 8,9% по сравнению с контролем оказывала внекорневая подкормка (фактор С). Установлено взаимодействие факторов А и В, при котором протравливание препаратами ТМТД, ВСК и Изагри Форс в нормах расхода 2,5 и 0,5 л/т обеспечивало повышение урожайности стеблей на 1,13 т/га (19,8%) по сравнению с контролем (без обработок). Сочетание факторов А и С позволяло на фоне внекорневой подкормки при применении препарата ТМТД, ВСК в норме расхода 5,0 л/т увеличить урожайность стеблей на 1,55 т/га (27,2%).

Урожайность семян в контрольном варианте составляла 1,03 т/га. На повышение урожайности семян оказывало достоверное влияние протравливание удобрением Изагри Форс в нормах расхода 1,0 и 0,5 л/т на 4,0 и 5,0% и внекорневая подкормка — на 9,1% по сравнению с контролем.

На фоне внекорневой подкормки применение препаратов ТМТД, ВСК и Изагри Форс раздельно в половинных нормах расхода (2,5 и 0,5 л/т) способствовало формированию 0,30 и 0,36 т/га (29,1 и 35,0%) прибавки урожая семян к контролю. Совместное действие всех трех факторов приводило к повышению урожайности семян на 0,40 т/га (38,8%) по сравнению с контролем (без обработок). При применении препаратов для протравливания семян в полных нормах расхода на фоне внекорневой подкормки урожайность семян повышалась на 0,31 т/га (30,1%).

## Выводы

Обработка семян конопля посевной сорта Надежда протравителем ТМТД, ВСК в норме расхода 5,0 л/т обеспечивала в фазе начала созревания семян увеличение площади листовой поверхности на 10,7% по сравнению с контролем. Также применение препарата в полной норме (5,0 л/т) позволило в фазах бутонизации, начала цветения и массового созревания семян снизить воздушно-сухую массу сорняков на 15,8 и 29,1%, использование препарата в половинной норме расхода (2,5 л/т) снижало данный показатель на 12,6 и 28,0%, соответственно, по сравнению с контролем.

Протравливание семян удобрением Изагри Форс в норме расхода 0,5 л/т способствовало в фазах бутонизации и цветения повышению ПЛП на 5,4 и 8,3% по сравнению с контролем. В вариантах с применением препарата в нормах расхода 1,0 и 0,5 л/т в фазе массового созревания семян установлено уменьшение воздушно-сухой массы сорняков на 23,1 и 19,4% по сравнению с контролем.

Совместное использование протравителя и удобрения в нормах расхода 5,0 и 1,0 л/т на фоне внекорневой подкормки обеспечивало формирование прибавки урожая семян 0,31 т/га (30,1%), в нормах расхода 2,5 и 0,5 л/т — 0,40 т/га (38,8%).



**Литература**

1. Никитин С.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах и динамика ростовых процессов при применении биологических препаратов // Успехи современного естествознания. 2017. № 1. С. 33-38.

2. Ничипорович А.А. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. М.: Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук, 1969. С. 3-24.

3. Гатаулина Г.Г., Бугаев П.Д., Долгодворов В.Е. Растениеводство. М.: ИНФРА-М, 2019. С. 37-45.

4. Фисюнов А.В. Справочник по борьбе с сорняками. М.: Колос, 1984. С. 67, 104.

5. Баздырев Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений. М.: Колос, 2004. С. 16-17.

6. Hennig, C. (1996). *Hanf. Wissenschaftliche Untersuchung zum Thema "Anbau, Ente und Aufbereitung sowie Verwendung von Hanf"*. Münster, Landwirtschaftsverl, teil 1, band 7, 175 p.

7. Липатов В.И. Влияние агротехники на фотосинтетическую деятельность и урожайность конопли в Мордовской АССР // Биология возделывания и первичная обработка конопли и кенафа. Глухов: ВНИИЛК, 1976. Вып. 39. С. 97-103.

8. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Ежегодник. Вып. 24. М.: Литтерра, 2020. 883 с.

9. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб.: ГНУ ВНИИЗР, 2009. 378 с.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.

**Об авторах:**

**Плужникова Ирина Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела агротехнологий Пензенского обособленного подразделения, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

**Криушин Николай Викторович**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела агротехнологий Пензенского обособленного подразделения, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru

**Бакуллова Ирина Владимировна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела агротехнологий Пензенского обособленного подразделения, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fncl.ru

## THE INFLUENCE OF ELEMENTS AGRICULTURAL TECHNICIANS ON THE FORMATION OF LEAF SURFACE, CONTAMINATION OF CROPS AND THE YIELD OF HEMP SOWING IN THE MIDDLE VOLGA

**I.I. Pluzhnikova, N.V. Kriushin, I.V. Bakulova**

Federal Research Center for Bast Fiber Crops,  
Lunino, Penza region, Russia

The research was carried out during 2019-2020 at the experimental field of the FSBR CBFC in the Penza region. The article presents data from field studies to assess the effect of TMTD, VSK and Izagri Force fertilizer, as well as spraying with Izagri Phosphorus of plants of monoecious hemp of the Nadezhda variety on the development of the leaf surface, weediness of crop and yield of hemp sowing. Etching with TMTD, VSK at a flow rate of 5.0 l/t provided an increase in the leaf surface area (LSA) by 11% at the beginning of seed maturation. The use of the mordant in the consumption rates of 5.0 and 2.5 l/t allowed to reduce the air-dry mass of weeds from 13 to 29% during the vegetation period in comparison with the control. Treatment of seeds with Izagri Force fertilizer at a rate of 0.5 l/t contributed to an increase in LSA, depending on the phase of plant development, by 5-8% in comparison with the control. The reliable effect of the drug at consumption rates of 1.0 and 0.5 l/t on reducing the air-dry weight of weeds by 23 and 19% compared to the control in the phase of mass seed maturation was proved. The combined effect on hemp seeds with a mordant and fertilizer at consumption rates of 5.0 and 1.0 l/t against the background of foliar top dressing provided an increase in the seed yield of 0.31 t/ha (30.1%), at consumption rates of 2.5 and 0.5 l/t — 0.40 t/ha (38.8%).

**Keywords:** seed hemp, seed disinfectant, liquid mineral fertilizers, leaf surface area, weediness, productivity of stems and seeds.

**References**

1. Nikitin, S.N. (2017). *Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenii v posevakh i dinamika rostovykh protsessov pri primeneni biologicheskikh preparatov* [Photosynthetic activity of plants in crops and dynamics of growth processes in the use of biological preparations]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in modern natural science], no. 1, pp. 33-38.

2. Nichiporovich, A.A. (1969). *Metodicheskie ukazaniya po uchetu i kontrolyu vazhneishikh pokazatelei protsessov fotosinteticheskoi deyatel'nosti rastenii v posevakh* [Methodological guidelines for accounting and control of the most important indicators of the processes of photosynthetic activity of plants in crops]. Moscow, All-Union academy of agricultural sciences, pp. 3-24.

3. Gataulina, G.G., Bugaev, P.D., Dolgodvorov, V.E. (2019). *Rastenievodstvo* [Crop production]. Moscow, INFRA-M Publ., pp. 37-45.

4. Fisyunov, A.V. (1984). *Spravochnik po bor'be s sornyakami* [Handbook of weed control]. Moscow, Kolos Publ., pp. 67, 104.

5. Bazdyrev, G.I. (2004). *Zashchitasel'skokhozyaystvennykh kultur ot sornykh rastenii* [Protection of agricultural crops from weeds]. Moscow, Kolos Publ., pp. 16-17.

6. Hennig, C. (1996). *Hanf. Wissenschaftliche Untersuchung zum Thema "Anbau, Ente und Aufbereitung sowie Verwendung von Hanf"*. Münster, Landwirtschaftsverl, teil 1, band 7, 175 p.

7. Lipatov, V.I. (1976). *Vliyanie agrotekhniki na fotosinteticheskuyu deyatel'nost' i urozhainost' konopli v Mordovskoi ASSR* [Influence of agrotechnics on photosynthetic activity and productivity of hemp in the Mordovian ASSR]. In:

*Biologiya vozdelevaniya i pervichnaya obrabotka konopli i kenafa* [Biology of cultivation and primary processing of hemp and kenaf], Glukhov, VNIILM, vol. 39, pp. 97-103.

8. Spisok pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiiskoi Federatsii [List of pesticides and agrochemicals allowed for use on the territory of the Russian Federation]. Moscow, Litterra Publ., 2020, vol. 24, 883 p.

9. GNU VNIIZR (2009). *Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v sel'skom khozyaistve* [Guidelines for registration testing of fungicides in agriculture]. Saint-Petersburg, GNU VNIIZR, 378 p.

10. Dospikhov, B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovani)* [The methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Alliance Publ., 351 p.

**About the authors:**

**Irina I. Pluzhnikova**, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the department of agricultural technologies of the Penza separate division, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

**Nikolay V. Kriushin**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the department of agricultural technologies of the Penza separate division, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru

**Irina V. Bakulova**, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the department of agricultural technologies of the Penza separate division, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fncl.ru

[n.kriushin.pnz@fncl.ru](mailto:n.kriushin.pnz@fncl.ru)



# ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ: РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВОГО ГОДА ПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАВСТОЕМ

Л.Н. Дубровских<sup>1</sup>, К.В. Шурыгин<sup>1</sup>, М.В. Стеркин<sup>2</sup>, В.В. Носов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АО «Апатит», г. Москва, Россия

<sup>2</sup>ПАО «ФосАгро», г. Москва, Россия

В полевом производственном опыте, проведенном на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве в Пермском крае, изучена продуктивность бобово-злакового травостоя первого года пользования при использовании разных систем применения удобрений, включая стандартную практику хозяйства. Почва характеризовалась повышенной обеспеченностью подвижным фосфором, в связи с чем было проведено однократное внесение фосфорсодержащих удобрений для обеспечения трав фосфором в течение трех лет пользования травостоем. Максимальная урожайность трав за один укос, проведенный в 2019 г. (8,27 т/га заготовленного сенажа и 2,29 т/га сухого вещества), была получена при допосевном внесении комплексного серосодержащего удобрения марки NP(S) 20:20(14) в сочетании с калием хлористым. Дозы элементов питания в данном варианте опыта составили (кг/га действующего вещества): азота — 50, фосфора — 50, калия — 72 и серы — 35. При использовании вышеуказанной системы применения минеральных удобрений был заготовлен сенаж высокого качества с максимальными значениями таких показателей, как перевариваемость корма, содержание сырого протеина и количество нейтрально-детергентной клетчатки.

**Ключевые слова:** серосодержащие комплексные удобрения, многолетние травы, кормовые травосмеси, качество сенажа.

## Введение

При интенсификации кормопроизводства следует учитывать высокие требования современных кормовых травосмесей к условиям минерального питания. Например, с 1 т сухого вещества злаковых трав умеренного пояса из почвы отчуждается в среднем (кг/га): N — 23, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 6, K<sub>2</sub>O — 26, Ca — 5, Mg — 2 и S — 2; а с 1 т сухого вещества красного клевера из почвы отчуждается в среднем (кг/га): N — 28, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 6, K<sub>2</sub>O — 23, Ca — 12, Mg — 3 и S — 3 [1]. При этом бобовые травы обеспечивают себя азотом за счет азотфиксации.

Возделывание современных высокоурожайных травосмесей требует и современных подходов к минеральному питанию растений. При выращивании бобово-злаковых травосмесей схема минерального питания растений должна включать несколько приемов внесения удобрений в течение каждого года пользования. Фосфорные удобрения применяются до и при посеве, исходя, например, из количества лет пользования травостоем [2]. Подкормки калийными удобрениями способствуют хорошей перезимовке травостоя [3]. После каждого укоса, кроме последнего, проводится азотная подкормка. Важно учитывать, что на дерново-подзолистых почвах часто наблюдается недостаток серы у растений, особенно в весенний период, когда минерализация гумуса протекает медленно [4].

С целью разработки системы применения удобрений при возделывании современной высокопродуктивной травосмеси с оптимальным сочетанием бобовых и злаковых компонентов в 2019 г. был заложен полевой производственный опыт в ООО «УралАгро» в Частином районе Пермского края. При этом были поставлены следующие основные задачи:

- изучить кормовую продуктивность и качество заготавливаемого сенажа при сбалансированном минеральном питании растений;
- изучить эффективность однократного применения фосфорсодержащих удобрений исходя из трех лет пользования травостоем;

— снизить себестоимость производства сенажа, а в конечном итоге и себестоимость производства молока за счет оптимизации минерального питания кормовых трав и, соответственно, максимальной реализации их генетического потенциала продуктивности.

## Методология проведения исследования

Перед закладкой опыта провели агрохимическое обследование угодья. Почва — дерново-среднеподзолистая тяжелосуглинистая с очень низким содержанием гумуса и среднекислой реакцией почвенной среды (табл. 1). Содержание подвижного фосфора в исходной почве соответствовало повышенной группе обеспеченности, подвижного калия — средней, а подвижной серы — высокой группе обеспеченности.

Схема полевого опыта включала четыре варианта (табл. 2). В варианте 1 удобрения не вносили (контроль). В вариантах 2, 3 и 4 минеральные удобрения внесли вразброс под предпосевную культивацию. Вариант 2 характеризует стандартную систему применения удобрений под кормовые травы в хозяйстве, которая подразумевает использование только аммиачной селитры. В варианте 3 до посева комбинировали комплексное удобрение марки NPK(S) 8:20:30(2) и аммиачную селитру, а в варианте 4 — комплексное удобрение марки NP(S) 20:20(14) с высоким содержанием серы и калий

хлористый. В опыте применяли комплексные удобрения, выпускаемые Группой «ФосАгро». С учетом повышенной обеспеченности почвы подвижным фосфором применено однократное внесение фосфорсодержащих удобрений в дозе 50 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/га из расчета трех лет пользования травостоем.

Полевой опыт был заложен с систематическим расположением делянок в один ярус в четырехкратной повторности. Общая площадь делянки составила 1,97 га. Предшественник — яровая пшеница.

Высевали бобово-злаковую травосмесь ForageMax CutMax следующего состава (%): клевер луговой — 15, фестулолиум — 20, райграс пастбищный — 25, тимopheвка луговая — 10, ежа сборная — 10, овсяница тростниковая — 20. Посев провели в поздние сроки — 24.06.2019 г. с нормой посева 27 кг/га.

Погодные условия вегетационного периода в 2019 г. (1-й год пользования травостоем) характеризовались избыточным выпадением атмосферных осадков. Из-за выпадения большого количества осадков в летнем сезоне 2019 г. не был выполнен ряд запланированных технологических операций, обязательных при интенсивном использовании сенокосов, а именно: подкашивание для борьбы с сорняками и последующее внесение аммиачной селитры в вариантах 2, 3 и 4. В связи с этим в опыте не удалось сделать запланированное выравнивание доз азота в удобрявшихся вариантах.

Таблица 1

Исходная агрохимическая характеристика почвы (0-20 см)\*

Гумус, %	рН <sub>ксл</sub>	Гидролитическая кислотность ммоль (экв)/100 г почвы	ЕКО	Подвижные формы, мг/кг почвы		
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> **	K <sub>2</sub> O**	S
2,04	4,76	3,75	22	103	119	18

\*Средневзвешенные значения для трех участков в границах угодья.

\*\*По методу Кирсанова.

Таблица 2

Схема полевого опыта  
на многолетних травах  
(1-й год пользования травостоем)

№	Вариант опыта	Удобрение	Физический вес, кг/га
1	Контроль	-	-
2	N <sub>69</sub>	Аммиачная селитра	200
3	N <sub>48</sub> P <sub>50</sub> K <sub>75</sub> S <sub>5</sub>	Аммиачная селитра	80
		NP(S) 8:20:30(2)	250
4	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>72</sub> S <sub>35</sub>	NP(S) 20:20(14)	250
		Калий хлористый	120

Иза-за позднего срока посева травосмеси (3-я декада июня) в 1-й год пользования травостоем был сделан только один укос, который провели 11-12.09.2019 г. Травяную массу, подвяленную до влажности 45-50%, запрессовывали в круглые тюки (технология «сенаж в упаковке»). Дождливая погода не позволила подобрать и заготовить подвяленную траву с одной из повторностей, поэтому учет урожайности был проведен с трех повторений. На опытных делянках проводили подсчет заготовленных тюков. При этом количество тюков с делянки округлялось до целых значений. Было проведено выборочное взвешивание 10 тюков для определения средней массы тюка, которая составила 776 кг. Исходя из указанной средней массы тюка, была рассчитана урожайность заготовленного сенажа с 1 га.

Для определения содержания сухого вещества в заготавливаемом сенаже, а также других качественных показателей с каждого варианта опыта составлялся смешанный образец подвяленной травяной массы (с отбором 5 индивидуальных образцов с каждой повторности опыта). Из смешанного образца затем отбирали среднюю пробу массой 1,0-1,5 кг. Качественные показатели сенажа определяли в лаборатории «Еврофинс Агро Тестинг Вагенинген Би.Ви.» (г. Москва).

Следует отметить, что в вариантах 3 и 4 после укоса осенью внесли калий хлористый для хорошей перезимовки и обеспечения травостоя калием в течение 2-го года пользования.

### Результаты и обсуждение

Урожайность заготавливаемого сенажа (подвяленной травяной массы) в контрольном варианте опыта, где удобрения не применяли, составила 3,68 т/га (табл. 3). Достоверное увеличение урожайности подвяленной массы относительно контрольного варианта опыта наблюдалось только в варианте 4 с внесением перед посевом комплексного серосодержащего удобрения марки NP(S) 20:20(14) и калия хлористого. Урожайность заготавливаемого сенажа при этом выросла в 2,2 раза и составила 8,27 т/га. Это максимальный уровень урожайности заготовленного корма в первом укосе.

В варианте 4 с допосевным внесением комплексного серосодержащего удобрения марки NP(S) 20:20(14) и калия хлористого была также получена и максимальная урожайность сухого вещества — 2,29 т/га. Таким образом, сбалансированное питание многолетних трав азотом, фосфором, калием и серой позволило значительно увеличить продуктивность кормового угодья.

Важно подчеркнуть, что в варианте 4 была внесена сравнительно высокая доза серы — 35 кг S/га. При этом исходное содержание подвижной серы в почве было высоким, что может быть связано с интенсивной минерализацией гумуса в условиях благоприятного водного и температурного режимов, в целом характерных для июня 2019 г., когда проводился отбор почвенных образцов. Однако в дальнейшем выпадало избыточное количество осадков, а, как известно, в анаэробных условиях (при переувлажнении почвы) сульфаты восстанавливаются почвенными бактериями до целого ряда соединений, которые в основном не могут поглощаться растениями, а именно: сероуглерод, карбонилсульфид, диметилдисульфид, метилмеркаптан и сероводород [5].

Согласно результатам определения качественных показателей заготовленного сенажа, представленных в таблице 4, в варианте с применением комплексного серосодержащего удобрения марки NP(S) 20:20(14) и калия хлористого получены максимальные значения следующих показателей: перевариваемость корма, содержание сырого протеина и сырого жира, содержание сырой клетчатки, «баланс расщепляемого протеина» (ОЕВ/СВ) и количество нейтрально-детергентной клетчатки (НДК). Исходя из методики отбора образцов травяной массы, не представляется возможным оценить, являются ли данные различия статистически достоверными.

Следует отметить, что перевариваемость трав — важнейший показатель питательности грубых кормов. Первокласный сенаж должен содержать не более 27% сырой клетчатки [6]. Известно, что повышение в рационе клетчатки ведет к уменьшению переваримости питательных веществ, что тормозит процесс освобождения рубца от корма [7]. Во всех вариантах опыта и по содержанию сырой клетчатки, и по содержанию сырого протеина заготовленный сенаж соответствовал 1 классу.

Расщепляемая фракция сырого протеина служит источником поступления азота для осуществления процесса ферментации микроорганизмами рубца. Превышение показателя «баланс расщепляемого протеина» (ОЕВ/СВ) в рационе предельных значений (30-50 г) свидетельствует о нарушении рубцового пищеварения [8]. Данный показатель качества сенажа в опыте соответствовал оптимальным значениям.

Нейтрально-детергентная клетчатка (НДК) представляет собой комплекс, включающий лигнин, целлюлозу и гемицеллюлозы. Количество и переваримость НДК определяет ценность полученных кормов. Важно подчеркнуть, что содержание НДК в рационе коррелирует с количеством произведенного молока [9]. В варианте 4 с внесением комплексного серосодержащего удобрения, как уже указывалось, наблюдались максимальные значения данного показателя.

В травяной массе, полученной в варианте 4, отмечается, однако, минимальное содержание сахара по сравнению с другими вариантами опыта. Ограниченное количество сахара в заготовленном сенаже может иметь положительное значение, поскольку при этом создаются менее благоприятные условия для развития дрожжей. Как известно, от интенсивности развития дрожжей в основном зависит аэробная стабильность силоса и сенажа при выемке из хранилищ [10].

Экономические результаты планируется оценить после окончания исследований, поскольку фосфорсодержащие комплексные удобрения были внесены однократно из расчета трех лет пользования травостоем. Кроме того, из-за позднего срока посева в 1-й год пользования был возможен только один укос. Таким образом, подавляющая часть внесенного с удобрениями фосфора осталась в почве и, как предполагается, сможет использоваться травостоем во 2-й и 3-й годы пользования.

Таблица 3

Урожайность многолетних трав 1-го года пользования (один укос)

№	Вариант опыта	Количество тюков, шт./га	Урожайность подвяленной массы, т/га	Урожайность сухого вещества, т/га
1	Контроль	4,74	3,68	0,89
2	N <sub>69</sub>	8,12	6,30	1,71
3	N <sub>48</sub> P <sub>50</sub> K <sub>75</sub> S <sub>5</sub>	7,95	6,17	1,42
4	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>72</sub> S <sub>35</sub>	10,66	8,27	2,29
	HCP <sub>05</sub>	3,40	2,64	-

Таблица 4

Качественные характеристики заготовленного сенажа

Показатель	Вариант опыта			
	Контроль	N <sub>69</sub>	N <sub>48</sub> P <sub>50</sub> K <sub>75</sub> S <sub>5</sub>	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>72</sub> S <sub>35</sub>
Сухое вещество, г/кг	242	272	230	277
Переваримость органического вещества, %	75,7	78,7	77,9	78,8
Сырой протеин, г/кг*	165	168	165	171
Сырой жир, г/кг*	33	36	35	39
Сырая клетчатка, г/кг*	227	238	247	249
Сахар, г/кг*	86	91	83	66
Баланс расщепляемого протеина (ОЕВ/СВ), г	13	13	12	17
НДК, г/кг*	450	464	477	494

\*Абсолютно сухого вещества.





## Выводы

На дерново-среднеподзолистой тяжело-суглинистой почве с повышенной обеспеченностью подвижным фосфором, средней обеспеченностью подвижным калием и высокой обеспеченностью подвижной серой максимальная продуктивность многолетних трав 1-го года пользования, равная 8,27 т/га заготовленного сенажа (2,29 т/га сухого вещества) за один укос, была получена при внесении (в кг д.в./га)  $N_{50}P_{50}K_{72}S_{35}$  за счет применения до посева комплексного серосодержащего удобрения марки NP(S) 20:20(14) в сочетании с калием хлористым.

В варианте опыта с допосевным применением комплексного серосодержащего удобрения марки NP(S) 20:20(14) и калия хлористого в 1-й год пользования травостоем был заготовлен сенаж высокого качества с максимальными значениями следующих показателей: перевариваемость корма, содержание сырого протеина и количество нейтрально-детергентной клетчатки (НДК).

Об авторах:

**Дубровских Лидия Николаевна**, начальник агрономической службы, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7127-308X>, [ldubrovskikh@phosagro.ru](mailto:ldubrovskikh@phosagro.ru)  
**Шурыгин Константин Владимирович**, специалист агрономической службы, [kshurygin@phosagro.ru](mailto:kshurygin@phosagro.ru)  
**Стеркин Михаил Владимирович**, директор по маркетингу и развитию, [msterkin@phosagro.ru](mailto:msterkin@phosagro.ru)  
**Носов Владимир Владимирович**, кандидат биологических наук, ведущий специалист агрономической службы, [vnosov@phosagro.ru](mailto:vnosov@phosagro.ru)

## Литература

1. Bruulsema, T.W., Fixen, P.E., Sulewski, G.D. (eds.). (2012). *4R plant nutrition: A manual for improving the management of plant nutrition*. IPNI, Norcross, USA.
2. Иванова С.Е., Налиухин А.Н., Веденева Н.В., Власова О.А., Силуянова О.В. Применение 4R-Стратегии для интенсификации лугового кормопроизводства в Вологодской области // Питание растений. 2018. № 1. С. 2-5. URL: <http://eeca-ru.ipni.net/article/EECARU-2422>
3. Игловиков А.В., Денисов А.А. Калийный режим нарушенных земель в условиях Крайнего Севера на биологическом этапе рекультивации // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 12 (182). С. 56-64.
4. Таврыкина О.М., Богдевич И.М., Путьятин Ю.В., Довнар В.А., Третьяков Е.С. Диапазон оптимального уровня содержания обменного магния в дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах и эффективность серосодержащих удобрений при возделывании кукурузы // Почвоведение и агрохимия. 2014. № 1 (52). С. 268-278.

5. Mikkelsen, R., Norton, R. (2013). Soil and fertilizer sulfur. *Better crops with plant food*, vol. 97, no. 2, pp. 7-9. Available at: <http://anz.ipni.net/article/ANZ-3170>
6. ГОСТ Р 55452-2013 Сено и сенаж. Технические условия (с поправкой). 2014-07-01.
7. Саханчук А.И., Курепин А.А. Влияние фракционного состава клетчатки на перевариваемость кормов коровами в период сухостоя // Животноводство и ветеринарная медицина. 2012. № 3. С. 5-9.
8. Тазиев И.З. Анализ распространения гнойно-некротических поражений копытцев крупного рогатого скота: материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум», 2018. URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018008459>
9. Волгин В.И., Романенко Л.В., Прохоренко П.Н., Федорова З.Л., Корочкина Е.А. Полноценное кормление молочного скота — основа реализации генетического потенциала продуктивности. М.: РАН, 2018. 260 с.
10. Победнов Ю.А., Косолопов В.М. Биологические основы силосования и сенажирования трав (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 2. С. 31-41.

## OPTIMIZING NUTRITION OF PERENNIAL GRASSES IN THE NON-CHERNOZEM REGION: RESULTS OF THE FIRST YEAR OF STAND LIFE

L.N. Dubrovskikh<sup>1</sup>, K.V. Shurygin<sup>1</sup>, M.V. Sterkin<sup>2</sup>, V.V. Nosov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JSC "Apatit", Moscow, Russia

<sup>2</sup>PJSC "PhosAgro", Moscow, Russia

Productivity of legume-cereal grasses during the first year of stand life was studied in the on-farm field experiment held on a sod-podzolic heavy loamy soil in Perm Region under several nutrient management systems, including a standard fertilization practice of the agrienterprise. Soil had a high level of available phosphorus, and thus a single application of phosphorus-containing fertilizers was done to supply grasses with phosphorus during three years of stand life. A preplant application of complex sulfur-containing fertilizer NP(S) 20:20(14) combined with potassium chloride gave the highest grass yield (8.27 t/ha harvested haylage and 2.29 t/ha dry matter) with the single cut done in the year 2019. Nutrient application rates in this treatment were as follows (kg/ha nutrient): nitrogen — 50, phosphorus — 50, potassium — 72, and sulfur — 35. The above-mentioned nutrient management system gave a high quality haylage characterized by the highest values of the following parameters: digestibility of feed, crude protein content and neutral detergent fibre.

**Keywords:** sulfur-containing complex fertilizers, perennial grasses, feed grass mixtures, quality of haylage.

## References

1. Bruulsema, T.W., Fixen, P.E., Sulewski, G.D. (eds.). (2012). *4R plant nutrition: A manual for improving the management of plant nutrition*. IPNI, Norcross, USA.
2. Ivanova, S.E., Naliukhin, A.N., Vedeneva, N.V., Vlasova, O.A., Siluyanov, O.V. (2018). Применение 4R-Стратегии для интенсификации лугового кормопроизводства в Вологодской области [Using 4R-Strategy to Intensify Meadow Forage Production in Vologda Region]. *Pitanie rastenii* [Plant Nutrition], no. 1, pp. 2-5. Available at: <http://eeca-ru.ipni.net/article/EECARU-2422>
3. Iglovikov, A.V., Denisov, A.A. (2019). Калийный режим нарушенных земель в условиях Крайнего Севера на биологическом этапе рекультивации [The potassium status of disturbed lands in the Far North at the biological stage of reclamation]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai state agricultural university], no. 12 (182), pp. 56-64.
4. Tavrkyina, O.M., Bogdevich, I.M., Putyatyn, Yu.V., Dvovnar, V.A., Tretyakov, E.S. (2014). Diapazon optimal'nogo

urovnya soderzhaniya obmennogo magniya v dernovo-podzolistykh legkosuglinistykh pochvakh i effektivnost' serosoderzhashchikh udobrenii pri vozdeleyanii kukuruzy [Optimum levels of exchangeable magnesium in the podzolusol loam soil and efficiency of the sulfur-containing fertilizers for corn production]. *Pochvovedenie i agrokimiya* [Soil science and agrochemistry], no. 1 (52), pp. 268-278.

5. Mikkelsen, R., Norton, R. (2013). Soil and fertilizer sulfur. *Better crops with plant food*, vol. 97, no. 2, pp. 7-9. Available at: <http://anz.ipni.net/article/ANZ-3170>

6. ГОСТ Р 55452-2013 Сено и сенаж. Технические условия (с поправкой) [Hay and haylage. Technical conditions (with amendment)]. 2014-07-01.

7. Sakhanchuk, A.I., Kurepin, A.A. (2012). Vliyanie fraktsionnogo sostava kletchatki na perevarivaemost' kormov korovami v period sukhostoya [The effect of fractional composition of cellulose on the digestibility of feed by cows during drying-off]. *Zhivotnovodstvo i veterinarnaya medicina* [Animal husbandry and veterinary medicine], no. 3, pp. 5-9.

8. Taziev, I.Z. (2018). Analiz rasprostraneniya gnoino-nekroticheskikh porazhenii kopytets krupnogo rogatogo skota: materialy X Mezhdunarodnoi studencheskoi nauchnoi konferentsii «Studencheskii nauchnyi forum» [The analysis of distribution of purulent defeats of hooves of cattle. Proceedings of the X International student conference "Student scientific forum"]. Available at: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018008459>

9. Volgin, V.I., Romanenko, L.V., Prokhorenko, P.N., Fedorova, Z.L., Korochkina, E.A. (2018). *Polnotsennoe kormlenie molochnogo skota — osnova realizatsii geneticheskogo potentsiala produktivnosti* [Adequate feeding of dairy cattle — the basis to realize the genetic potential of productivity]. Moscow, Russian academy of sciences, 260 p.

10. Pobednov, Yu.A., Kosolapov, V.M. (2014). Biologicheskie osnovy silosovaniya i senezhivaniya trav (obzor) [Biological bases of grass silage and haylage making (review)]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural biology], no. 2, pp. 31-41.

About the authors:

**Lidia N. Dubrovskikh**, head of agronomy service, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7127-308X>, [ldubrovskikh@phosagro.ru](mailto:ldubrovskikh@phosagro.ru)  
**Konstantin V. Shurygin**, specialist of agronomy service, [kshurygin@phosagro.ru](mailto:kshurygin@phosagro.ru)  
**Mikhail V. Sterkin**, marketing and development director, [msterkin@phosagro.ru](mailto:msterkin@phosagro.ru)  
**Vladimir V. Nosov**, candidate of biological sciences, leading specialist of agronomy service, [vnosov@phosagro.ru](mailto:vnosov@phosagro.ru)

[msterkin@phosagro.ru](mailto:msterkin@phosagro.ru)





## АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ С МАСЛИЧНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Статья написана по результатам научно-исследовательской работы, проведенной в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»

И.В. Епифанова, Т.Я. Прахова

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,  
р.п. Лунино, Пензенская область, Россия

Новизна исследования заключается в том, что впервые изучается аллелопатическое взаимодействие растений люцерны изменчивой с широким набором известных и новых нетрадиционных масличных культур. Цель – изучить аллелопатический эффект в начальные этапы онтогенеза растений люцерны изменчивой Дарья с масличными культурами. В задачи исследования входило: выделить культуры с положительным и негативным воздействием на рост и развитие люцерны изменчивой, определить темпы и однородность развития растений. Объектами исследований служили люцерна изменчивая сорта Дарья (*Medicago varia* L.), сафлор красильный Александрит (*Carthamus tinctorius* L.), горчица сарептская Люкс (*Gratum sinapis* L.), рапс яровой Таврион (*Brassica napust* L.), конопля Надежда (*Cannabis sativa* L.), сурепица яровая Искра (*Brassica campestris* L.), горчица белая Люция (*Sinapis alba* L.), крэмбе абиссинская Полет (*Crambe abyssinica* L.), гвизоция абиссинская Медея (*Guisoce abyssinica* L.), редька масличная Фиолина (*Raphanus sativa* L.), нигелла дамасская Ялита (*Nigella damaskena* L.), гибрид подсолнечника Р63 LE 10 (XF 3020) (*Helianthus annuus* L.), озимый рыжик Барон (*Spring camelina* L.), яровой рыжик Велес (*Spring camelina* L.), лен масличный Исток (*Linum usitatissimum* L.). Оценка аллелопатической активности проводилась с использованием метода, который предусматривает проращивание семян растений с последующим вычислением процента всхожести. В результате исследования выявлено, что при начальных этапах онтогенеза негативное аллелопатическое воздействие на люцерну изменчивую Дарья оказывает горчица белая Люция — число полноценных всходов (-21 и -11% к контролю) и горчица сарептская Люкс (-11 и -10% к контролю). Положительное влияние на прорастание и развитие растений люцерны оказывает сафлор красильный Александрит (+11% к контролю). Темпы развития растений люцерны при аллелопатическом влиянии культур различны: более высокие темпы развития всходов с сурепицей яровой Искра — 68% всходов в фазе развития семядолей и 32% в фазе формирования настоящих листьев. Максимальной неоднородностью отличаются варианты с рапсом яровым Таврион и гибридом подсолнечника Р63 LE 10 (XF 3020).

**Ключевые слова:** люцерна изменчивая, аллелопатическая активность, масличные культуры, проращивание, фазы онтогенеза, всхожесть.

### Введение

Люцерна является одной из наиболее ценных кормовых культур, способной во многих регионах России решать проблему устранения дефицита белка в рационах животных из-за высокой экологической пластичности, долголетия, высокой урожайности и других ценных качеств.

Введение люцерны в пастбищные севообороты не только существенно снижает их потребность в азотных удобрениях, но и способствует активизации микробиологических процессов, снижает стоимость продукции. Благодаря своей пластичности, люцерна является универсальным объектом в части долголетия и устойчивости к погодным условиям [1-5].

Существенное воздействие на рост и развитие растений оказывают условия внешней среды, и одним из основных моментов взаимного влияния в биоценозах является аллелопатия. Аллелопатия растений — относительно молодое направление в экологической науке, возникшее на стыке геоботаники и физиологии растений. Данное явление позволяет повысить продуктивность культурных и естественных ценозов, создать устойчивые и долголетние насаждения, может стать основой для совместных и уплотненных посевов, повысить эффективность мероприятий по борьбе с сорной растительностью [6].

По мнению ряда авторов, перспективным направлением исследований является использование феномена аллелопатии для увеличения урожая, создания устойчивых культур, контроля за сорной растительностью [7-11].

Изучение аллелопатии преимущественно в лабораторных, контролируемых условиях, об-

условлено тем, что в природных биоценозах на этот процесс одновременно влияют многие биотические и абиотические факторы, что затрудняет интерпретацию полученных результатов [11, 12].

Биологические активные вещества прорастающих семян играют большую роль как в обеспечении процесса прорастания, так и в дальнейшем росте и развитии растений. Положительная роль выделений семян наблюдалась в опытах, в которых наряду с обычными семенами размещались семена-доноры, прорастающие более активно. Было установлено наличие стимулирующих и ингибирующих биохимических взаимодействий между семенами растений на ранних стадиях роста и развития при совместном проращивании [13-17].

Учеными выявлены высокие аллелопатические свойства рыжика масличного за счет высокого содержания флавоноидов, являющихся ингибиторами роста для многих сорных растений. Было установлено, что содержащийся в рыжике рутин — гликозид флавоноидов, подавляет прорастание семян конкурирующих видов сорных растений, находящихся в почве. Эфирные масла, содержащиеся в семенах и в надземной части вегетирующего рыжика, являются дезинфицирующими средствами антимикробного действия, а также оказывают ингибирующее воздействие на растения-конкуренты из других семейств [18].

В связи с активным внедрением новых масличных культур в научные и производственные посевы возникла необходимость в проведении данных исследований. Новизна исследова-

ний заключается в том, что впервые изучается аллелопатическое взаимодействие растений люцерны изменчивой с широким набором известных и новых нетрадиционных масличных культур.

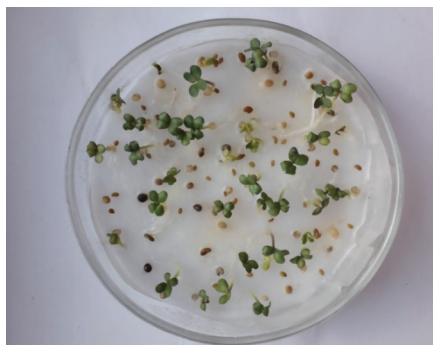
Цель проводимой нами работы — изучить аллелопатический эффект в начальные этапы онтогенеза растений люцерны изменчивой Дарья с масличными культурами.

В задачи исследования входило:

- выделить культуры с положительным воздействием на рост и развитие люцерны изменчивой;
- выявить культуры с негативным воздействием;
- определить темпы роста растений люцерны и однородность их развития.

### Материалы и методы

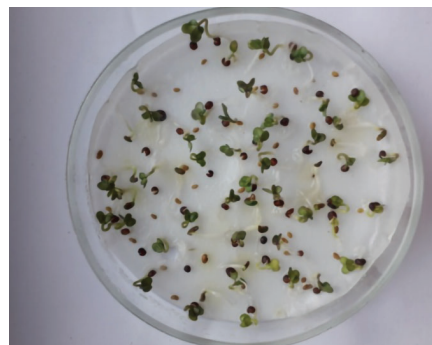
Объектами исследований служили люцерна изменчивая сорта Дарья (*Medicago sativa* L.), сафлор красильный Александрит (*Carthamus tinctorius* L.), горчица сарептская Люкс (*Gratum sinapis* L.), рапс яровой Таврион (*Brassica napust* L.), конопля Надежда (*Cannabis sativa* L.), сурепица яровая Искра (*Brassica campestris* L.), горчица белая Люция (*Sinapis alba* L.), крэмбе абиссинская Полет (*Crambe abyssinica* L.), гвизоция абиссинская Медея (*Guisoce abyssinica* L.), редька масличная Фиолина (*Raphanus sativa* L.), нигелла дамасская Ялита (*Nigella damaskena* L.), гибрид подсолнечника Р63 LE 10 (XF 3020) (*Helianthus annuus* L.), озимый рыжик Барон (*Hiems boletus* L.), лен масличный Исток (*Linum usitatissimum* L.).



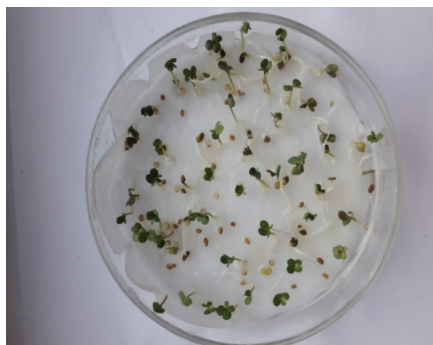
А



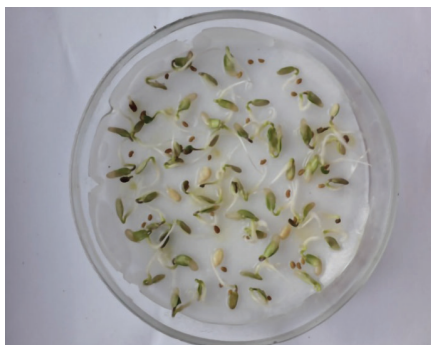
Б



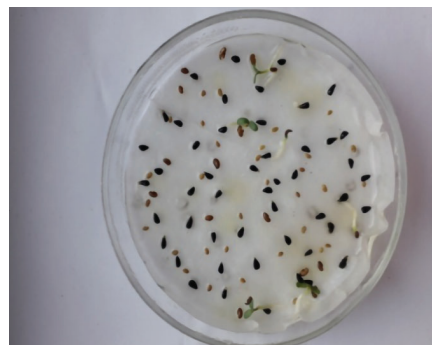
В



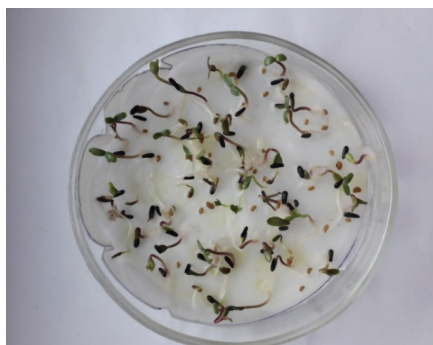
Г



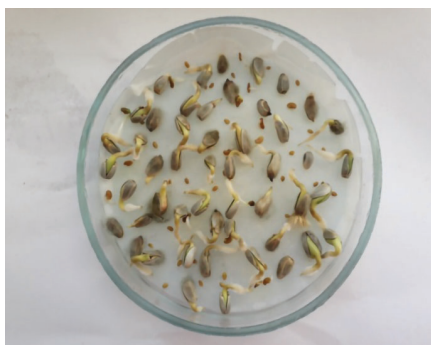
Д



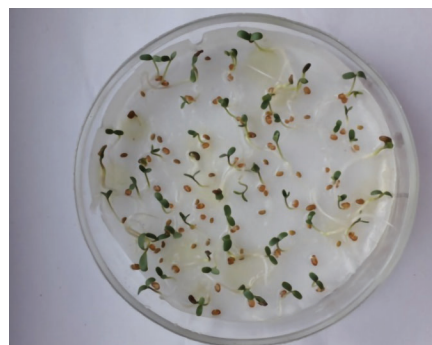
Е



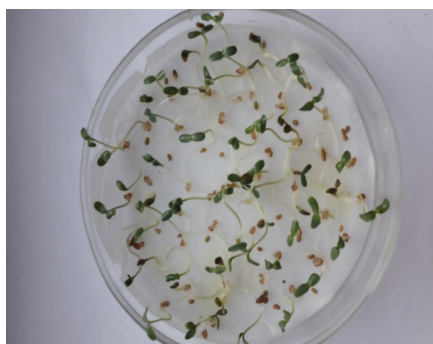
Ж



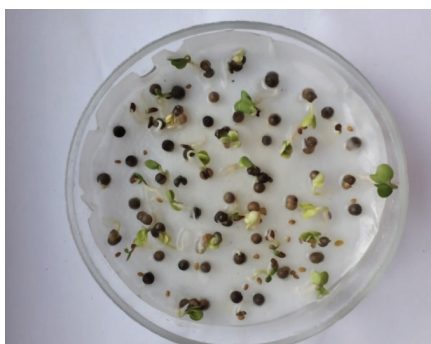
З



И



К



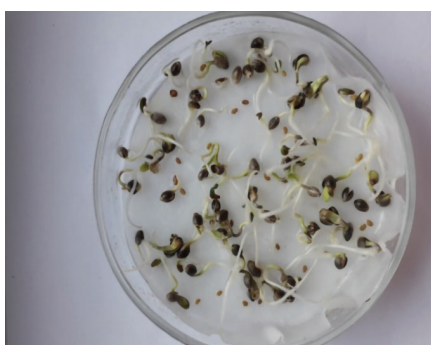
Л



М



Н



О

Рис. 1. Влияние сортов масличных культур на прохождение начальных этапов онтогенеза люцерны изменчивой Дарья:

А — горчица белая Люция, Б — редька масличная Фиолина, В — рапс яровая Таврион, Г — сурепица яровая Искра, Д — лен масличный Исток, Е — нигелла дамасская Ялта, Ж — гвоzdица абиссинская Медea, З — сафлор красильный Александрит, И — рыжик озимый Барон, К — рыжик яровой Велес, Л — крамбе абиссинская Полет, М — горчица сарептская Люкс, Н — гибрид подсолнечника Р63 LE 10 (XF 3020), О — конопля Надежда.



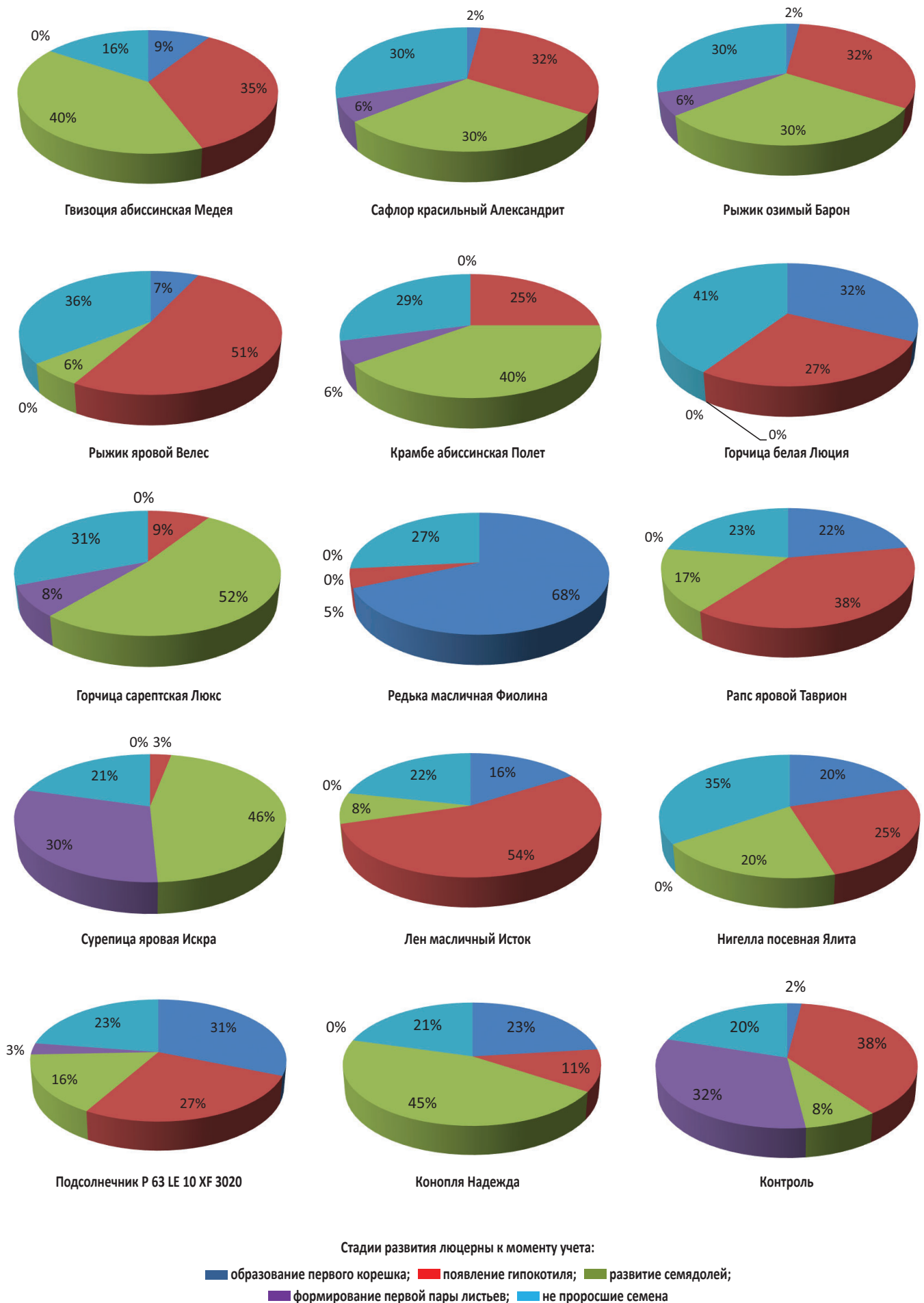


Рис. 2. Аллелопатический эффект сортов сельскохозяйственных культур в отношении люцерны изменчивой Дарья на начальных этапах онтогенеза



Таблица

Аллелопатическая активность некоторых масличных культур в отношении люцерны изменчивой Дарья (2019-2020 гг.)

Вторая культура в опытах	Формирующиеся растения люцерны, %	Отклонение от контроля, ±%	Непроросшие семена люцерны, %	Степень угнетения или стимуляции
Люцерна изменчивая Дарья	80/78		20/22	нет
Сафлор красильный Александрит	91/89	+11/+11	9/17	средняя/средняя
Гвизоция абиссинская Медея	84/83	+4/+5	16/17	очень слабая/очень слабая
Сурепица яровая Искра	79/82	-1/+4	21/18	очень слабая/очень слабая
Лен масличный Исток	78/75	-2/-3	22/25	очень слабая/очень слабая
Конопля Надежда	79/72	-1/-6	21/28	очень слабая/слабая
Рапс яровой Таврион	77/68	-3/-10	23/32	очень слабая/слабая
Редька масличная Фиолина	73/68	-7/-10	27/32	слабая/слабая
Крамбе абиссинская Полет	71/77	-9/-1	29/23	слабая/очень слабая
Рыжик озимый Барон	70/76	-10/-2	30/24	слабая/очень слабая
Горчица белая Люция	59/67	-21/-11	41/32	средняя/средняя
Горчица сарептская Люкс	69/68	-11/-10	31/32	средняя/слабая
Нигелла дамасская Ялита	65/71	-15/-7	35/29	средняя/слабая

Опыты были проведены в двух закладках в ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» в 2019-2020 гг. Оценка аллелопатической активности проведена с использованием метода, который предусматривает проращивание семян растений с последующим вычислением процента всхожести [15, 17]. При проведении данных исследований брали 4 пробы семян (50 шт.) люцерны и замачивали в течение 20 минут в теплой воде (35-40°C), помещали в чашки Петри в шахматном порядке на увлажненной фильтровальной бумаге.

**Результаты и обсуждение**

При проведении исследований по оценке аллелопатического взаимодействия в период прорастания семян заметно проявляется различное влияние изучаемых сельскохозяйственных культур (табл., рис. 1, 2).

В ходе исследований установлено угнетение роста и развития люцерны изменчивой в варианте с горчицей белой Люция, взятой в качестве второй культуры: количество развитых растений на 21 и 11% ниже контроля, что говорит о средней степени агрессивности; от средней степени подавления до слабой при совместной закладке люцерны изменчивой с горчицей сарептской Люкс (-11 и -10% к контролю) и нигеллой дамасской Ялита (-15 и -7% к контролю).

Средняя степень стимуляции выявлена при использовании культуры сафлора красильного Александрит (+11% к контролю) и слабая с гвизоцией абиссинской Медея (+4 и +5% к контролю). С другими культурами эффект аллелопатии был от очень слабого до слабого в зависимости от посевных качеств семян и сроков проведения исследований. Очень слабое воздействие на люцерну изменчивую оказывает сурепица яровая Искра (-1 и +4% к контролю), лен масличный Исток (-2 и -3%). Очень слабое и слабое угнетение отмечено при закладке семян с коноплей Надежда (-1 и -6% к контролю), рапсом яровым Таврион (-3 и -10%), рыжиком озимым Барон (-10 и -2%) и крамбе абиссинской Полет (-9 и -1,0%).

При проведении исследований аллелопатическое взаимодействие изучалось по 4 группам стадий развития всходов: образование корешка,

появление гипокотила, разворачивание семядолей, формирование пары настоящих листьев.

При совместном проращивании люцерны с изучаемыми культурами более высокие темпы развития всходов были с сурепицей яровой Искра — 68% всходов в фазе развития семядолей и 32% в фазе формирования настоящих листьев. Затем идет горчица сарептская Люкс и крамбе абиссинская Полет — 52 и 45% всходов в фазе семядольных листьев соответственно.

Снижение темпов роста наблюдается в вариантах с горчицей белой Люция и редькой масличной Фиолина — всходы в фазе образования корешка были на уровне 32 и 68%.

Учеными Иркутской ГСХА также определено, что высокое угнетающее воздействие на прорастающие семена многолетних растений оказали семена редьки масличной. Всхожесть семян горца растопыренного была на 47,2% ниже, а всходы козлятника восточного получить не удалось [19].

Наибольшей неоднородностью характеризуются варианты с рапсом яровым Таврион и гибридом подсолнечника P63 LE 10 (XF 3020).

Варианты с сурепицей яровой Искра и крамбе абиссинской Полет одновременно прорастали и были более однородными в дальнейшем росте.

В проведенной нами работе была использована шкала по аллелопатическому воздействию, предложенная другими авторами, и, согласно данной методике, существует положительное, отрицательное и нейтральное взаимовлияние [9].

**Область применения**

Аллелопатическое воздействие масличных культур в биоценозе с люцерной изменчивой рекомендуется использовать в качестве покровной культуры и предшественника в производственных посевах с целью создания более благоприятных условий для развития растений с высокой урожайностью и хорошим качеством продукции.

**Выводы**

При начальных этапах онтогенеза негативное аллелопатическое воздействие на люцерну

изменяющую Дарья оказывает горчица белая Люция — число полноценных всходов (-21 и -11% к контролю) и горчица сарептская Люкс (-11 и -10% к контролю).

Положительное влияние на прорастание и развитие растений люцерны оказывает сафлор красильный Александрит (+11% к контролю).

Темпы развития растений люцерны при аллелопатическом влиянии культур различны: более высокие темпы развития всходов с сурепицей яровой Искра — 68% всходов в фазе развития семядолей и 32% в фазе формирования настоящих листьев. Максимальной неоднородностью отличаются варианты с рапсом яровым Таврион и гибридом подсолнечника P63 LE 10 (XF 3020).

**Литература**

1. Косолапов В.М., Писковацкий Ю.М., Ломова М.Г. и др. Актуальные направления селекции и использование люцерны в кормопроизводстве: Сборник научных трудов. Вып. 4 (52) / ВНИИК им. В.П. Вильямса. М.: Угрешская типография, 2014. 212 с.
2. Aponte, A., Samarappuli, D., Berti, M.T. (2019). Alfalfa-Grass Mixtures in Comparison to Grass and Alfalfa Monocultures. *Agronomy Journal*, no. 111, pp. 628-638. doi: 10.2134/agronj2017.12.0753
3. Sottie, E., Acharya, S., McAllister, T., Iwaasa, A., Thomas, J., Wang, Y. (2017). Performance of alfalfa-sainfoin mixed pastures and grazing steers in western Canada. *The Professional Animal Scientist*, August, vol. 33, issue 4, pp. 472-482. doi: 10.15232/pas.2016-01560
4. Епифанова И.В., Тимошкин О.А. Селекция люцерны для возделывания на кормовые цели в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 11. С. 48-51. doi: 10.24411/0235-2451-2019-11110
5. Епифанова И.В., Тимошкин О.А. Оценка образцов люцерны на засухоустойчивость в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 4 (364). С. 48-51.
6. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений. Киев: Наукова думка, 1991. 432 с.
7. Einhellig, F.A., Inderjit, E., Dakshini, K.M.M., Washington, D.C. (1995). Allelopathy: current status and future goals. *Allelopathy: organisms, processes, and applications DC: Am. Chem. Society*, pp. 1-24.
8. Beneduzi, A., Ambrosini, A., Passaglia, L.M.P. (2012). Plant growthpromoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents. *Gen. Mol. Biol.*, vol. 35, 4 (Suppl), pp. 1044-1051.
9. Shah, A.N., Iqbal, J., Ullah, A. et al. (2016). Allelopathic potential of oil seed crops in production of crops: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, no. 23, pp. 14854-14867. doi: 10.1007/s11356-016-6969-6
10. Ferreira, M.I., Reinhard, C.F. (2016). Allelopathic weed suppression in agroecosystems: A review of theories and practices. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 11 (6), pp. 450-459. doi: 10.5897/AJAR2015.10580
11. Поляк Ю.М., Сухаревич В.И. Аллелопатические взаимодействия растений и микроорганизмов в почвенных экосистемах // Успехи современной биологии. 2019. Т. 139. № 2. С. 147-160.
12. Ehlers, B.K. (2011). Soil microorganisms alleviate the allelochemical affects of a thyme monoterpene on the performance of an associated grass species. *PLoS One*, vol. 6, pp. e26321.
13. Патент 2131654 Российская Федерация, МПК А01С 1/02. Способ оценки аллелопатической активности / Стаценко А.П., Тимошкин О.А., Галиулин А.А. Заявители и патентообладатели. № 98105484/13; заявлено 16.03.1998; опубликовано 20.06.1999.
14. Инкина Е.А. Взаимодействие в бобово-злаковых агрофитоценозах в степной зоне Окско-Донской низменности: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Балашов, 2005.
15. Семенова Е.Ф., Преснякова Е.В., Морозкина Н.А., Фадеева Т.М. Аллелопатическая оценка льна культурного *Linum usitatissimum* L. // Масличные культуры: научно-технический бюллетень ВНИИ масличных культур. 2011. Вып. 1 (146-147). С. 43-49.





16. Рахметов Д.Б. Роль аллелопатии в агрофитоценозах / Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины // *Зерно*. 2012. № 11. С. 29-32.

17. Товстановская Т.Г., Махно Ю.А., Ягло М.Н. и др. Аллелопатическое влияние различных культур на прорастание семян льна масличного // *Науково-технічний*

буллетень Інституту олійних культур НААН. 2017. Т. 24. № 24. С. 49-47.

18. Шевчук О.М., Агурова И.В. Некоторые аллелопатические свойства технических культур, перспективных для производства биодизеля: Сборник научных трудов конференции «Промышленная ботаника: состо-

яние и перспективы развития». Ростов-на-Дону, 2017. С. 485-489.

19. Мартемьянов А.А., Хуснидинов Ш.К. Оценка взаимного влияния семян многолетних трав при совместном прорастивании // *Вестник ИРГСХА*. 2020. № 96. С. 42-49.

#### Об авторах:

**Епифанова Ирина Васильевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0892-7153>, [i.epifanova.pnz@fnclcr.ru](mailto:i.epifanova.pnz@fnclcr.ru)

**Прахова Татьяна Яковлевна**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, [t.prakhova.pnz@fnclcr.ru](mailto:t.prakhova.pnz@fnclcr.ru)

## ALLOPATHIC INTERACTION OF ALFALFA VARIANT WITH OIL CROPS

I.V. Epifanova, T.Ya. Prakhova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Lunino, Penza region, Russia

The novelty of our research lies in the fact that for the first time the allelopathic interaction of alfalfa plants with a wide range of known and new non-traditional oilseeds is being studied. The aim is to study the allelopathic effect in the early stages of ontogenesis of alfalfa variable Daria plants with oilseeds. The aim is to study the allelopathic effect in the early stages of ontogenesis of alfalfa variable Daria plants with oilseeds. The objectives of the study included: to identify crops with positive and negative effects on the growth and development of alfalfa, to determine the rate and uniformity of plant development. The objects of research were variable alfalfa varieties Daria (*Medicago sativa* L.), dye safflower Alexandrite (*Carthamus tinctorius* L.), Sarepta mustard Lux (*Granium sinapis* L.), spring rape Tavrión (*Brassica napust* L.), hemp Nadezhda (*Cannabis sativa* L.), spring rape Iskra (*Brassica campestris* L.), white mustard Lucia (*Sinapis alba* L.), Abyssinian crambe Flight (*Crambe abyssinica* L.), Guisoce abyssinian Medea (*Guisoce abyssinica* L.), Fiolina oil radish (*Raphanus sativa* L.), Nigella damaskena L., sunflower hybrid P63 LE 10 (XF 3020) (*Helianthus annuus* L.), winter camelina Baron (*Hiems boletus* L.), flax oil Source (*Linum usitatissimum* L.). The assessment of allelopathic activity was carried out using a method that involves germinating plant seeds with subsequent calculation of the percentage of germination. As a result of the research, it was revealed that at the initial stages of ontogenesis a negative allelopathic effect on alfalfa changeable Daria is exerted by white Lucia mustard — the number of full-fledged shoots (+21 and +11% to control) and Sarepta Lux mustard (-11 and -10% to control). Safflower Alexandrite has a positive effect on the germination and development of alfalfa plants (+11% to control). The rates of development of alfalfa plants under the allelopathic influence of crops are different: higher rates of development of seedlings with spring rape Iskra — 68% of seedlings in the phase of development of cotyledons and 32% in the phase of formation of true leaves. The variants with spring rape Tavrión and sunflower hybrid P63 LE 10 (XF 3020) are distinguished by the maximum heterogeneity.

**Keywords:** alfalfa, allelopathic activity, oil crops, germination, phases of ontogenesis, germination.

#### References

- Kosolapov, V.M., Piskovatskii, Yu.M., Lomova, M.G. i dr. (2014). *Aktualnye napravleniya selektsii i ispol'zovaniya lyutserny v kormoproizvodstve: Sbornik nauchnykh trudov* [Actual directions of selection and the use of alfalfa in fodder production: Collection of proceedings]. Issue 4 (52). Moscow, Ugrsh printing house, 212 p.
- Aponte, A., Samarappuli, D., Berti, M.T. (2019). Alfalfa-Grass Mixtures in Comparison to Grass and Alfalfa Monocultures. *Agronomy Journal*, no. 111, pp. 628-638. doi: 10.2134/agronj2017.12.0753
- Sottie, E., Acharya, S., McAllister, T., Iwaasa, A., Thomas, J., Wang, Y. (2017). Performance of alfalfa-sainfoin mixed pastures and grazing steers in western Canada. *The Professional Animal Scientist*, August, vol. 33, issue 4, pp. 472-482. doi: 10.15232/pas.2016-01560
- Epifanova, I.V., Timoshkin, O.A. (2019). Seleksiya lyutserny dlya vozdeliyvaniya na kormovye tseli v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Selection of alfalfa for cultivation for forage purposes in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 33, no. 11, pp. 4851. doi: 10.24411/0235-2451-2019-11110
- Epifanova, I.V., Timoshkin, O.A. (2018). Otsenka obraztsov lyutserny na zasukhoustoichivost' v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Assessment of alfalfa samples for drought resistance in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 4 (364), pp. 48-51.
- Grodzinskii, A.M. (1991). Allelopatiya rastenii [Allelopathy of plants]. Kiev, Naukova dumka Publ., 432 p.
- Einhellig, F.A., Inderjit, E., Dakshini, K.M.M., Washington, D.C. (1995). Allelopathy: current status and future goals. *Allelopathy: organisms, processes, and applications DC: Am. Chem. Society*, pp. 1-24.
- Beneduzi, A., Ambrosini, A., Passaglia, L.M.P. (2012). Plant growthpromoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents. *Gen. Mol. Biol.*, vol. 35, 4 (Suppl), pp. 1044-1051.
- Shah, A.N., Iqbal, J., Ullah, A. et al. (2016). Allelopathic potential of oil seed crops in production of crops: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, no. 23, pp. 14854-14867. doi: 10.1007/s11356-016-6969-6
- Ferreira, M.I., Reinhard, C.F. (2016). Allelopathic weed suppression in agroecosystems: A review of theories and practices. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 11 (6), pp. 450-459. doi: 10.5897/AJAR2015.10580
- Polyak, Yu.M., Sukharevich, V.I. (2019). Allelopathicheskie vzaimodeistviya rastenii i mikroorganizmov v pochvennykh ehkositemakh [Allelopathic interactions of plants and microorganisms in soil ecosystems]. *Uspekhi sovremennoi biologii*, vol. 139, no. 2, pp. 147-160.
- Ehlers, B.K. (2011). Soil microorganisms alleviate the allelochemical affects of a thyme monoterpene on the performance of an associated grass species. *PLoS One*, vol. 6, pp. e26321.
- Patent 2131654 Rossiiskaya Federatsiya, IPC A01C 1/02. Sposob otsenki allelopaticheskoi aktivnosti [Method for assessing allelopathic activity]. Statsenko A.P., Timoshkin O.A., Galulin A.A. Zayaviteli i patentoobladateli. No. 98105484/13; declared 16.03.1998; published on 20.06.1999.
- Inkina, E.A. (2005). *Vzaimodeistvie v bobovo-zlakovykh agrofytotsenozakh v stepnoi zone Oksko-Donskoi nizmenosti* [Interaction in legume-cereal agrophytocenoses in the steppe zone of the Oka-Don lowland]. Cand. agricultural sci. diss. Abstr. Balashov.
- Semenova, E.F., Presnyakova, E.V., Morozkina, N.A., Fadeeva, T.M. (2011). Allelopaticheskaya otsenka l'na kul'turnogo *Linum usitatissimum* L. [Allelopathic assessment of cultivated flax *Linum usitatissimum* L.]. *Maslichnye kul'tury: nauchno-tehnicheskii byulleten' VNII maslichnykh kul'tur*, issue 1 (146-147), pp. 43-49.
- Rakhmetov, D.B. (2012). Rol' allelopatii v agrofytotsenozakh [The role of allelopathy in agrophytocenoses]. *Zerno*, no. 11, pp. 29-32.
- Tovstanovskaya, T.G., Makhno, Yu.A., Yaglo, M.N. i dr. (2017). Allelopaticheskoe vliyaniye razlichnykh kul'tur na prorastaniye semyan l'na maslichnogo [Allelopathic influence of various crops on the germination of oil flax seeds]. *Naukovo-tehnichnyi byulleten' Institutu oliynykh kul'tur NAAN*, vol. 24, no. 24, pp. 49-47.
- Shevchuk, O.M., Agurova, I.V. (2017). *Nekotorye allelopaticheskie svoystva tekhnicheskikh kul'tur, perspektivnykh dlya proizvodstva biodizilya: Sbornik nauchnykh trudov konferentsii «Promyshlennaya botanika: sostoyaniye i perspektivy razvitiya»* [Some allelopathic properties of industrial crops, promising for the production of biodiesel: Collection of scientific papers of the conference "Industrial botany: state and prospects of development"]. Rostov-on-Don, pp. 485-489.
- Martem'yanov, A.A., Khusnidinov, Sh.K. (2020). Otsenka vzaimnogo vliyaniya semyan mnogoletnykh trav pri sovmestnom prorashchivani [Assessment of the mutual influence of seeds of perennial grasses during joint germination]. *Vestnik IRGSKHA*, no. 96, pp. 42-49.

#### About the authors:

**Irina V. Epifanova**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of selection technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0892-7153>, [i.epifanova.pnz@fnclcr.ru](mailto:i.epifanova.pnz@fnclcr.ru)

**Tatyana Ya. Prakhova**, doctor of agricultural sciences, chief researcher of the laboratory of selection technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, [t.prakhova.pnz@fnclcr.ru](mailto:t.prakhova.pnz@fnclcr.ru)

[t.prakhova.pnz@fnclcr.ru](mailto:t.prakhova.pnz@fnclcr.ru)



## ОЦЕНКА ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ

П.П. Охлопкова, Н.С. Яковлева, С.П. Ефремова

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск, Россия

В 2017-2019 гг. в условиях Республики Саха (Якутия) проведена оценка перспективных гибридов картофеля (представлена характеристика погодных условий). Гибриды относятся к группе раннеспелых и среднеранних (55–70 дней): 233 (Славянка × Розалинд), 232 (Аврора × Бонус), 234 (Алый парус × Виктория). Оценка показала, что изучаемые гибриды по хозяйственно ценным признакам соответствуют модели сорта: имеют высокий урожай, хорошие биохимические показатели, внешний вид клубней отвечает требованиям потребителей, высокую лежкость в период хранения, дегустационная оценка клубней — 4,0 балла. Исследуемые образцы гибридов имели урожайность 21,9-29,0 т/га, товарность 85-90%, что делает их хозяйственно ценными. Результаты биохимического анализа клубней показали, что содержание сухого вещества у изучаемых гибридов различается незначительно, колеблется в пределах 20,6-20,7%. Содержание нитратов в клубнях не превышало допустимую концентрацию. Изучаемые образцы устойчивы к наиболее распространенным болезням зоны: вирусным (обыкновенная мозаика, скручивание листьев, курчавость, морщинистая мозаика и т.д.), макроспориозу, ризоктониозу, парше обыкновенной. По результатам проведенных исследований отобраны гибриды картофеля 232 (Аврора × Бонус), 233 (Славянка × Розалинд) и 239-2 (Ладожский × Разолинд) для дальнейшей проработки и переданы на устойчивость к возбудителю рака и нематоды.

**Ключевые слова:** картофель, сорт, гибриды, питомник, селекция, качество, крахмал, урожай.

### Введение

В настоящее время, картофель является одной из наиболее широко распространенных культур в сельскохозяйственном производстве Якутии. Общая площадь составляет около 8,0 тысяч га. В валовой продукции растениеводства, производимой для питания населения, картофель занимает лидирующее положение.

Почвенно-климатические условия земель сельскохозяйственных районов Якутии являются экстремальными и отличаются следующими особенностями: невысокое плодородие мерзлотных почв, имеющих обычно щелочную реакцию, короткий вегетационный период (65-70 дней), небольшое количество осадков за летний период (106-120 мм), летом резкие перепады температур от дня к ночи; поздние весенние (июнь) и ранние осенние (август) заморозки; суховеи в июне-июле, длительный период (8-9 месяцев) хранения.

Сорта картофеля, пригодные для возделывания в таких условиях, должны отвечать следующим требованиям: раннеспелость, устойчивость к засухе, заморозкам, перепадам суточных температур, наиболее вредоносным в местных условиях болезням, хорошей лежкостью при хранении. Учитывая особенности почвенно-климатических условий, возможно выращивать сорта ранней и среднеранней группы спелости, применяя приемы, максимально сокращающие период вегетации и способствующие накоплению урожая за короткий период [8, 9, 16].

В связи с этим весьма важным является проведение дальнейших селекционных работ по созданию сортов, наиболее адаптированных к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды [2, 3, 9, 14, 15].

Цель исследований — дать сравнительную оценку сортов и перспективных гибридов картофеля по комплексу признаков для условий Якутии.

### Условия, материалы и методика исследований

Исследования проводили в 2017-2019 гг. на опытном поле стационара «Бэлэнтэй» Якутского НИИ сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова.

Верхние горизонты почвы имели слабощелочную реакцию (рН 7,8); в пахотном слое 2,4-3,0% гумуса. В почве обнаружены аммиачный азот (следы) и нитратный — в пределах 1,0-4,0 мг/100 г почвы, что говорит о низкой обеспеченности легкодоступным азотом. Содержание валового фосфора составляет 0,12-0,16%, при

этом сравнительно высока обеспеченность его легкодоступными формами — 17,4-23,8 мг/100 г почвы. Обеспеченность калием (валового — 1,8-2,1%, обменного — 26,2-33,2 мг/100 г почвы) достаточно высока.

В период вегетации проводили учеты и наблюдения согласно методике исследования по культуре картофеля, ВНИИХ, 1967 г. [4]. Селекционные работы по созданию высокопродуктивных с хозяйственно — ценными признаками сортов картофеля проводили согласно методическим указаниям технологии селекции картофеля ВНИИР, 1994 г. [6].

Таблица 1

Метеорологические условия 2017-2019 гг.

Месяц	Декада	Среднесуточная температура, °С				Количество осадков, мм			
		2017 г	2018 г	2019 г	средняя много-летняя	2017 г	2018 г	2019 г	средняя много-летняя
май	I	3,3	7,1	4,1	2	4	7	6,3	4
	II	5,1	5,3	9,9	6	7,8	21	2,2	6
	III	9,5	13,3	10	1,9	7,2	5	6,1	9
за месяц		6	8,7	8	3,3	19,3	33	14,6	19
июнь	I	10,9	15,2	15,4	11,9	17,4	0	3,2	10
	II	18,6	14	17,9	14,6	0	12	0	11
	III	21,5	17,2	18,6	17	1,5	11	24,1	16
за месяц		17	15,5	17,3	14,5	19	23	27,3	37
июль	I	21	23,7	16,7	18	1	0	26	18
	II	20,6	17,9	19,8	18,2	77	18	2,6	15
	III	14,2	15,2	17,8	17,9	5	14	0	13
за месяц		18,6	18,8	18,1	18	83	32	28,6	46
август	I	18,6	14,2	15,1	16,7	4,5	18	24,9	17
	II	18,1	16,8	15,3	14,8	14,7	34	15,6	14
	III	12,8	15,2	13,9	12,1	17	18	5,2	13
за месяц		16,5	15,4	14,8	14,5	36,2	70	45,7	44

За период 2009-2019 гг. исследованы 5212 гибридов, из которых было выделено 2 перспективных гибрида 233 (Аврора х Бонус) и 232 (Славянка х Разолинд). В качестве стандартов были взяты районированные сорта Вармас (среднеранний) и Тулунский ранний (раннеспелый).

В питомниках селекции проводилась визуальная оценка растений на пораженность болезнями. Для установления даты появления и динамики развития болезней на стационарном участке проводили систематические маршрутные обследования посадок и учеты по рядам растений [11]. Растения осматривали на корню [10]. Для определения эпифитотилологических групп болезней картофеля применяли классификацию, предложенную В.А. Чулкиной, Е.Ю. Тороповой, Г.Я. Стецовым [13]. Диагностику проводили по методике определения болезней по внешним признакам [12], выбраковка по степени пораженности вирусами, бактериальными болезнями. В пробной копке в период максимального развития растений учитывали общий вес клубней и ботвы, структуру клубней, высоту и их кустистость. Учет урожая проводили методом сплошной копки, в клубнях определяли содержание крахмала, сухого вещества, аскорбиновой кислоты и нитратов [2, 6].

За период вегетации в опыте было проведено 3 полива — 250-300 м<sup>3</sup>/га. Уход за посадками состоял в культивации по всходам и глубоком окучивании.

Агротехника на опытном участке — общепринятая по республике. Учеты и наблюдения проводили согласно [3-5]. Полученные данные подвергли математической обработке с использованием методики полевого опыта Б.А. Доспехова [1], программ SNEDECOR, Microsoft Excel.

Погодные условия вегетационных периодов (посадка — уборка) 2017-2019 гг. не оказали существенного влияния на продолжительность межфазных периодов развития растений картофеля (табл. 1).

2017 г. и 2018 г. характеризовались дефицитом атмосферных осадков и перепадов температур.

Май был теплее обычного, с обильными дождями (173% осадков от многолетней нормы), последние заморозки (-5,4°C) отмечены во второй декаде месяца. Июнь — жаркий, сухой, с крайне неравномерным выпадением осадков; среднедекадная температура 15,2°C (среднегодовое значение 11,9°C). Дожди начались со второй декады июня, что благоприятно повлияло на рост и развитие растений. В первой декаде июля стояла жаркая сухая погода, максимальная температура воздуха достигала 34,6°C. Во второй декаде отмечены резкие колебания дневных и ночных температур, дневная температура достигала 28,9°C, ночная — 2,8°C. В августе, в период формирования урожая и дозревания семян сельскохозяйственных культур, стояла теплая дождливая погода с суммой осадков, превышающей среднегодовое значение на 59%.

Весна 2019 г. была ранней, достаточно теплой, что на 2°C выше средних многолетних, они дали благоприятные условия для начала роста растений. Среднемесячная температура воздуха в мае составила +3+6°C, осадков выпало 14,6 мм. Ледоход на р. Лена, под г. Покровск отмечен 16 мая. Июнь характеризуется теплой погодой, среднемесячная температура была в пределах +14+16 °C. Особенно теплыми были

середина первой и конец второй декады месяца, дневная температура достигала до +30°C, осадков выпало 27,3 мм. Температура в июле и в августе была выше среднегодовое нормы, на +1+2°C. Осадков выпало в июле 28,6 мм, в августе 45,7 мм.

Температура в августе была выше среднегодовое нормы на +1+2°C. Осадков выпало в июле 56 мм, в августе 84 мм. Погода в сентябре по тепло и влагообеспеченности характеризуется как типичная для этого месяца, однако в конце второй декады (18 сентября) выпал первый снег.

### Результаты исследований

Результаты сравнительной оценки изучаемых гибридов и сортов показала, что урожайность клубней картофеля двух гибридов на 45 день после всходов в среднем за 3 года составила 10,8-11,9 т/га, тогда как урожайность контрольных сортов — 7,9-9,1 т/га, наиболее вы-

сокая урожайность на 45 день после всходов получено у гибрида 232-11,9 т/га. Она превышала контрольные сорта на 2,8-4,0 т/га соответственно (табл. 2).

На 60 день после всходов средняя урожайность гибрида 232 составила 29,0 т/га клубней, что на 24,5% превышало сорт Тулунский ранний и на 17,6% сорт Вармас.

Количество клубней с куста не менее важный показатель, характеризующий продуктивность. Количество клубней в кусте картофеля по всем срокам было на одном уровне, 6,0-6,7 шт./куст (на 45 день после появления всходов) (рис. 1) и 7,1 — 7,5 шт./куст (на 60 день после появления всходов) (рис. 2).

На 45 день после появления всходов в среднем за 3 года наибольшая масса клубней с куста получено у гибрида 233 — 499 гр./куст, у одного клубня составил 67 граммов. Тогда как у контрольных сортов они составили: Вармас — 374 и 61; Тулунский ранний — 416 и 22 грамма.

Таблица 2

Динамика накопления картофеля, 2017-2019 гг.

Сорт, гибрид.	Урожайность клубней картофеля на 45 дней после всходов, т/га				Урожайность клубней картофеля на 60 дней после всходов, т/га			
	2017	2018	2019	среднее	2017	2018	2019	среднее
232	9,4	12,8	13,5	11,9	14,8	35	37,1	29,0
233	8,9	11	12,4	10,8	13,5	28,6	34,2	25,4
Вармас	7,7	8	8	7,9	11,3	27,2	33,2	23,9
Тулунский ранний	7,9	9,8	9,5	9,1	10,3	25,7	29,8	21,9
НСР 0,5	1,6				2,5			



Рис. 1. Количество клубней в кусте, шт./куст (на 45 день после появления всходов)

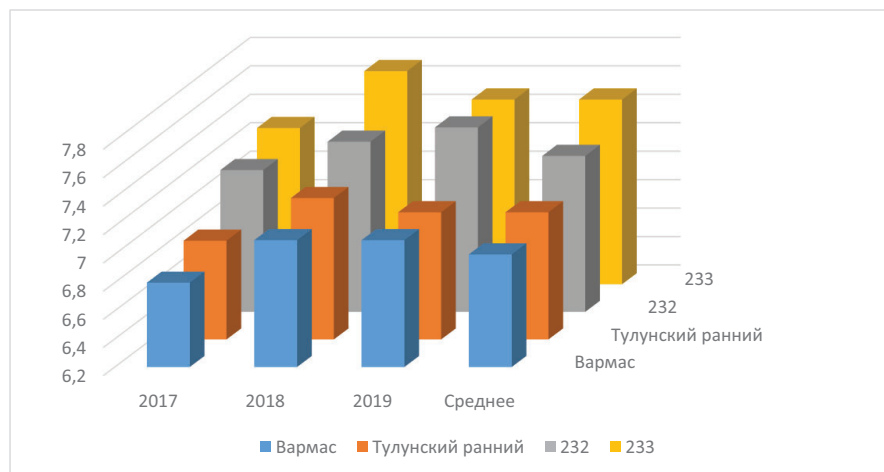


Рис. 2. Количество клубней в кусте, шт./куст (на 60 день после появления всходов)



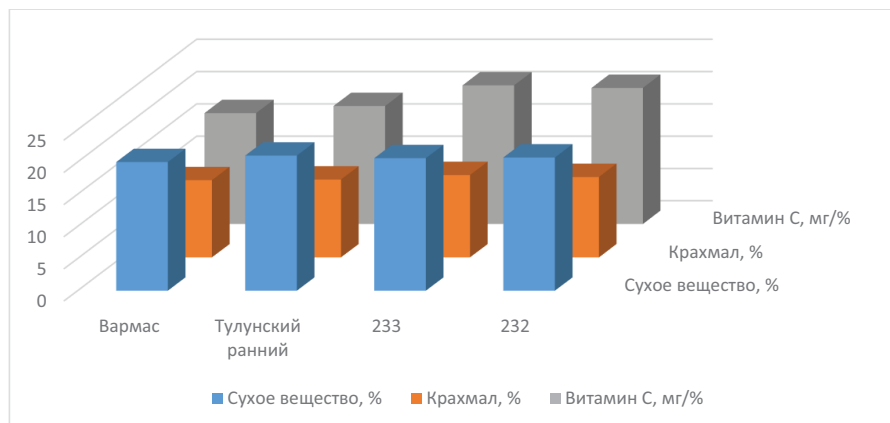


Рис. 3. Биохимический анализ клубней сортов и перспективных гибридов картофеля (в среднем за 2017-2019 гг.)

На 60 день после появления всходов в среднем за 3 года наибольшая масса клубней отмечено у гибрида 232, вес одного клубня — 85 грамма. В контрольных сортах указанные показатели были ниже: Вармас — 548 и 75 грамма, Тулунский ранний — 535 и 74 грамма.

Одним из показателей качества картофеля является содержание сухого вещества и крахмала. Результаты биохимического анализа клубней показали, что содержание сухого вещества у изучаемых гибридов различается незначительно, колеблется в пределах 20,6-20,7%, крахмал 12,5-13,2% (рис. 3).

Оценка гибридов по устойчивости к наиболее распространенным болезням в местных условиях показала, что гибриды имеют устойчивость к макроспориозу, ризоктониозу и к парше обыкновенной (7-9 баллов). Установлено, что все изучаемые гибриды на 100% свободны от вирусных и бактериальных заболеваний. Диагностика растений методом ИФА также показала отсутствие скрытой пораженности вирусами.

Из грибных болезней отмечен ризактониоз в фазе белой ножки. Макроспориоз и альтернариоз не наблюдались во все года исследований. Все исследованные образцы были свободны от возбудителя «черной ножки» *Dickeya spp.*

и кольцевой гнили (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*).

Лежкость клубней в период зимнего хранения показала, что всего потерь составило 3-5%, в том числе естественная убыль — 2%, отходы от гнилей — 1-3% (табл. 4).

Вармас — куст высокий, раскидистый. Стебель прямой, точно пигментированный. Листья средней величины с коротким черешком, темно-зеленые. Цветки белые, чашечка кольцеобразно пигментирована у основания. Клубни белые, крупные, выравненные, овальные, глазки среднеглубокие. Ростки сине-фиолетовые. Урожайность — 25,0-35,0 т/га, товарность — 90-95%. Вкус хороший, товарность 85-90%, период вегетации составляет 65-75 дней, лежкость хорошая. Среднеустойчив к засухе, отзывчив на удобрения. При избыточной влажности клубни склонны к дуплистости.

Тулунский ранний — куст средней высоты, хорошо облиственный, полуразвалистый. Стебли слабо пигментированы. Листья среднего размера, слабоопушенные. Цветки бледно-фиолетово-розовые, к концу массового цветения бледно-розовые. Клубни розовые, округло-овальные. Кожура гладкая, мякоть белая. Глазки поверхностные, малочисленные.

Урожайность — 28-30 т/га, товарность — 85-90%. Лежкость — хорошая. Вкус — хороший. Период вегетации — 50-55 дней. Отзывчив на удобрения и орошение. Неустойчив к высоким температурам воздуха, недостаток влаги, суховеям.

Гибрид 233 (Славянка х Разолинд) — растение средней высоты, тип стеблевой, полупрямостоячий. Размер соцветия средний, количество цветков средняя, антоциановая окраска отсутствует или очень слабая. Клубни округло-овальные, глазки мелкие, гладкость кожуры 6-7 баллов, окраска кожуры красная, мякоть светло-желтая. Потенциальная урожайность 47,3 т/га, средняя 23,2 т/га, лежкость хорошая, содержание крахмала 14-16%, сухого вещества 20-21%. Вкус хороший, товарность 85-90%, период вегетации составляет 58-62 дня. Среднеустойчив к засухе, отзывчив на удобрения. Не склонен к дуплистости.

Гибрид 232 (Аврора х Бонус) — растение средней высоты, тип промежуточный, прямостоячий. Размер соцветия средний, количество цветков средняя, антоциановая окраска отсутствует или очень слабая. Клубни округлой формы, глазки мелкие, гладкость кожуры 6-7 баллов, окраска кожуры желтая, мякоть светло-желтая. Потенциальная урожайность 40,0 т/га, средняя 23,0 т/га, лежкость хорошая, содержание крахмала 14-16%, сухого вещества 20-21%. Вкус хороший, товарность 87-90%, период вегетации составляет 58-62 дня. Среднеустойчив к засухе, отзывчив на удобрения. Не склонен к дуплистости.

**Заключение**

В результате оценки установлено, что перспективные гибриды — 233 (Славянка х Разолинд), 232 (Аврора х Бонус) с высокой адаптивностью, урожайностью и устойчивостью к стрессовым факторам среды, с высокими хозяйственно-ценными признаками. По результатам лабораторной оценки в течении двух лет (ВНИИКХ) образцы устойчивы к раку и не устойчивы к нематоду. Указанные гибриды отвечают требованиям модели сорта, разработанной для условий Якутии [7].

Таблица 3

Общая масса клубней с куста и средняя масса 1 клубня картофеля по срокам учета на 45 день и 60 день от срока появления всходов

Сорт, гибрид.	Общая масса клубней с куста/средняя масса 1 клубня картофеля на 45 день после всходов, гр./гр.				Общая масса клубней с куста/средняя масса 1 клубня картофеля на 60 день после всходов, гр./гр.			
	2017	2018	2019	среднее	2017	2018	2019	среднее
232	270/54	366/60	552/80	390/65	540/76	578/77	788/101	638/85
233	352/55	409/62	588/84	449/67	456/68	634/88	679/93	589/83
Вармас	305/50	352/55	553/79	374/61	467/64	504/71	684/90	548/75
Тулунский ранний	354/52	365/58	527/81	416/64	438/60	548/74	620/88	535/74

Таблица 4

Сохранность картофеля в период зимнего хранения (сорта и перспективные гибриды)

№	Вариант опыта	Потери, %											
		всего				естет. убыль массы				гнили			
		2017	2018	2019	ср	2017	2018	2019	ср	2017	2018	2019	ср
1	232	2	2	2	3	2	3	1	2	0,8	0,9	1,0	1
2	233	2	2	2	3	2,2	3	0,8	2	0,8	0,8	1,1	1
3	Вармас	6	5	4	5	3	1,5	1,5	2	0,7	1,0	1,3	1
4	Тулунский ранний	4	7	1	4	1,5	2,5	2	2	0,5	0,8	1,7	1



**Литература**

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 351 с.
2. Жученко А.А. Проблемы адаптации в селекции, сортоиспытании и семеноводстве сельскохозяйственных культур / Генетические основы селекции сельскохозяйственных растений. М., 1995. С. 3–19.
3. Логинов Ю.П. Исходный материал для селекции картофеля в Условьях Тюменской области / Проблемы систематики и селекции картофеля. СПб., 2016. С. 71–73.
4. Методика исследования по культуре картофеля. М.: НИИКХ, 1967. 262 с.
5. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля. СПб., 2010. 26 с.
6. Методические указания по технологии селекции картофеля. М.: РАСХН, 1994. 22 с.

7. Охлопкова П.П. Картофель Якутии. Якутск: Изд-во СО РАН, 2004. 184 с.
8. Охлопкова П.П., Яковлева Н.С., Ефремова С.П. Создание и оценка гибридов картофеля в условиях Центральной Якутии // Тенденции развития науки и образования. 2018. № 42-3. С. 66–69. doi: 10.18411/lj-09-2018-59
9. Охлопкова П.П., Яковлева Н.С., Ефремова С.П. Создание сортов картофеля, пригодных к возделыванию в экстремальных условиях Якутии // Тенденции развития науки и образования. 2018. № 43-6. С. 56–59. doi: 10.18411/lj-10-2018-140
10. Поляков И.Я. Прогноз развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур (с практикумом) / М.П. Персов, В.А. Смирнов. Л.: Колос, Ленинградское отделение, 1984. 318 с.
11. Рекомендации по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений / под

- ред. Ю.Б. Шуровенкова, А.Ф. Ченкина. Воронеж: ВНИИЗР, 1984. 275 с.
12. Хохряков М.К., Потлайчук В.И. Определитель болезней сельскохозяйственных культур. Л.: Колос, 1984. 303 с.
  13. Чулкина В.А. Эпифитотология (экологические основы защиты растений) / под ред. А.А. Жученко, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов. Новосибирск: Изд-во НГАУ, 1998. 198 с.
  14. Dorst J.C. Knopmutatie bij den aardappel. *Genetica*, 1924. V. 6. P. 1–123.
  15. Holm D.G. Sangre selection studies: I. Selection and comparative trials. *Am. Potato J.*, 1988. V. 65. P. 21–26.
  16. Okhlopova P.P., Yakovleva N.S., Efremova S.P. Selection evaluation of hybrids potato of preliminary testing under the conditions of Yakutia. *Emerging Threats for Human Health Impact of Socioeconomic and Climate Change on Zoonotic Diseases: program and abstract book*. Якутск: ДК Эрэл, 2018. С. 79.

**Об авторах:**

**Охлопкова Полина Петровна**, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лаборатории картофелеводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0007-5359-6299>, [okhlopkova.49@mail.ru](mailto:okhlopkova.49@mail.ru)

**Яковлева Нарьяна Семеновна**, научный сотрудник лаборатории картофелеводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7875-9728>, [naria820513@mail.ru](mailto:naria820513@mail.ru)

**Ефремова Саргылана Петровна**, старший научный сотрудник лаборатории картофелеводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7821-9588>, [sargylana.efremova@bk.ru](mailto:sargylana.efremova@bk.ru)

## ASSESSMENT OF ECONOMIC CHARACTERISTICS OF DISTRICTED VARIETIES AND PROSPECTIVE HYBRIDS OF POTATO

**P.P. Okhlopova, N.S. Yakovleva, S.P. Efremova**

M.G. Safronov Yakut scientific research institute of agriculture — Division of Federal Research Centre «The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Yakutsk, Russia

In 2017-2019 in the conditions of the Republic of Sakha (Yakutia), an assessment of promising potato hybrids was carried out (a characteristic of weather conditions is presented). Hybrids belong to the group of early maturing and mid-early (55–70 days): 233 (Slavyanka × Rosalind), 232 (Aurora × Bonus), 234 (Scarlet sail × Victoria). The assessment showed that the studied hybrids correspond to the model of the variety in terms of economically valuable traits: they have a high yield, good biochemical parameters; the appearance of tubers meets the requirements of consumers, high keeping quality during the storage period, tasting assessment of tubers — 4.0 points. The studied samples of hybrids had a yield of 21.9-29.0 t/ha, marketability of 85-90%, which makes them economically valuable. The results of the biochemical analysis of tubers showed that the dry matter content of the studied hybrids differs slightly, fluctuating within the range of 20.6–20.7%. The nitrate content in tubers did not exceed the permissible concentration. The studied samples are resistant to the most common diseases of the zone: viral (ordinary mosaic, leaf twisting, curliness, wrinkled mosaic, etc.), macrosporiosis, rhizoctonia, common scab. Based on the results of the research, potato hybrids 232 (Aurora × Bonus), 233 (Slavyanka × Rosalind) and 239-2 (Ladozhsky × Razolind) were selected for further development and transferred to resistance to the causative agent of cancer and nematodes.

**Keywords:** potato, variety, hybrids, nursery, selection, quality, starch, harvest.

**References**

1. Dospikhov B.A. (1973). Metodika polevogo opyta [Field experience]. M.: Kolos, 351 p.
2. Zhuchenko A.A. (1995). Problemy adaptatsii v selektsii, sortoispytanii i semenovodstve sel'skohozyajstvennykh kul'tur / Geneticheskie osnovy selektsii sel'skohozyajstvennykh rastenij [Problems of adaptation in plant breeding, testing and seed production of agricultural crops]. Moscow, pp. 3–19.
3. Loginov YU.P. (2016). Iskhodnyj material dlya selektsii kartofelya v Usloviyah Tyumenskoj oblasti . Problemy sistematiki i selektsii kartofelya [Initial material for potato breeding in conditions of Tyumen region]. St. Petersburg, pp. 71–73.
4. Metodika issledovaniya po kul'ture kartofelya [Methods of research on potato cultur]. Moscow: NIИKH, (1967), 262 p.
5. Metodicheskie ukazaniya po podderzhaniyu i izucheniyu mirovoj kolleksii kartofelya [Guidelines for the maintenance and study of the world collection of potatoes]. St. Petersburg, (2010), 26 p.
6. Metodicheskie ukazaniya po tekhnologii selektsii kartofelya [Methods of research on potato culture]. Moscow: RASKHN, (1994), 22 p.

7. Ohlopkova P.P. (2004) Kartofel' Yakutii [Potatoes of Yakutia]. Yakutsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 184 p.
8. Ohlopkova P.P., Yakovleva N.S., Efremova S.P. (2018). Sozdanie i ocenka gibridov kartofelya v usloviyah Central'noj Yakutii [Creation and evaluation of potato hybrids in the conditions of Central Yakutia]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education], No. 42-3, Pp. 66–69. Doi 10.18411/lj-09-2018-59
9. Ohlopkova P.P., Yakovleva N.S., Efremova S.P. (2018). Sozdanie sortov kartofelya, prigodnykh k vozdelvaniyu v ekstremal'nykh usloviyah Yakutii [Creating potato varieties suitable for cultivation in the extreme conditions of Yakutia]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education], No. 43-6. Pp. 56–59. Doi 10.18411/lj-10-2018-140
10. Polyakov I.Ya., Persov M.P., Smirnov V.A. (1984). Prognoz razvitiya vreditel' i boleznij sel'skohozyajstvennykh kul'tur (s praktikumom) [Forecast of development of pests and diseases of agricultural crops (with a workshop)]. Leningrad: Kolos, *Leningradskoe otdeleniyami*, 318 p.
11. Shurovenkova Yu.B., Chenkina A.F. (1984). Rekomendatsii po uchetu i vyvleniyu vreditel' i boleznij sel'skohozyajstvennykh rastenij [Recommendations for the registration and identification of pests and diseases of agricultural plants]. Voronezh: VNIИZR, 275 p.
12. Hohryakov M.K., Potlajchuk V.I. (1984). Opredelitel' boleznij sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Key to diseases of agricultural crops]. Leningrad: Kolos, 303 p.
13. Chulkin V.A., Toropova E.Yu., Stecov G.YA. (1998). Epifitotologiya (ekologicheskie osnovy zashchity rastenij) [Epiphytology (ecological bases of plant protection)]. Novosibirsk: Publishing house of the NGAU, 198 p.
14. Dorst J.C. (1924). Knopmutatie bij den aardappel. *Genetica*, V. 6. P. 1–123.
15. Holm D.G. (1988). Sangre selection studies: I. Selection and comparative trials. *Am. Potato J.*, V. 65. P. 21–26.
16. Okhlopkova P.P., Yakovleva N.S., Efremova S.P. (2018). Selection evaluation of hybrids potato of preliminary testing under the conditions of Yakutia. *Emerging Threats for Human Health Impact of Socioeconomic and Climate Change on Zoonotic Diseases: program and abstract book*. Yakutsk: DK Erel, p. 79.

**About the authors:**

**Polina P. Okhlopkova**, doctor of agricultural sciences, head of the potato growing laboratory, ORCID: <http://orcid.org/0000-0007-5359-6299>, [okhlopkova.49@mail.ru](mailto:okhlopkova.49@mail.ru)

**Naria S. Yakovleva**, researcher of potato growing laboratory, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7875-9728>, [naria820513@mail.ru](mailto:naria820513@mail.ru)

**Sargylana P. Efremova**, senior researcher of potato growing laboratory, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7821-9588>, [sargylana.efremova@bk.ru](mailto:sargylana.efremova@bk.ru)

[naria820513@mail.ru](mailto:naria820513@mail.ru)



## ОЗИМАЯ РОЖЬ «ЧОЛБОН» В КОРМОВОМ СЕВООБОРОТЕ ПРИЛЕНСКОГО АГРОЛАНДШАФТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

**Х.И. Максимова**

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск, Россия

В статье приведены результаты исследования продуктивности и использования нового сорта озимой ржи «Чолбон» в звене кормового севооборота Приленского агроландшафта. В условиях Центральной Якутии озимая рожь — единственная перезимующая однолетняя кормовая культура. Она является стратегической кормовой культурой, которая обеспечивает гарантированный урожай зеленой массы даже в остросушливых по метеосостоянию года, используя осенне-весенние дожди и талую воду снежного покрова весной. Экспериментальные работы проводились в 2015-2018 гг. на орошаемом участке «Мойдох» агрофирмы «Немюгю» на второй надпойменной террасе р. Лена. Почва опытного участка мерзлотная лугово-черноземная солонцеватая: реакция среды щелочная pH солевая — 7,33-7,52; содержание гумуса в пахотном горизонте 2,93-2,91%, содержание подвижных форм азота  $N_{\text{нитр.}}$  — 0,13-0,16 мг/100 г; подвижных форм фосфора  $P_{2O_5}$  — 18,23-18,53 мг/100 г; калия  $K_2O$  — 27,85-28,03 мг/100 г. Схема пятипольного кормового севооборота следующее: Овес (на зеленую массу) — озимая рожь; озимая рожь (зеленый конвейер, сенаж) — овес (на силос, зеленый конвейер); викоовсяная смесь (на силос и сенаж); просо посевное (на силос и сенаж); люцерна + пырейник сибирский (выводное поле). Изучались следующие варианты удобрений: Контроль;  $N_{235}P_{60}$ ; навоз<sub>60т/га</sub> + (NPK)<sub>60</sub>. В кормовом севообороте с элементами адаптивно-ландшафтного земледелия во втором поле растения (озимая рожь и поукосный овес 2 срока), используют весь резерв агроклиматических условий региона целый год. Установлено, что наиболее высокую продуктивность обеспечили второе поле (озимая рожь-овес второго срока), третье (викоовсяная смесь) и четвертое поле (просо) в варианте минерального удобрения (NPK)<sub>160</sub>. Суммарный выход сухой массы во втором поле в этом варианте составил 4,16 т/га, в третьем поле выход сухой массы отмечался за ротацию 4,12 и в четвертом — 6,10 т/га. Обменная энергия соответственно составила — 36,0; 35,2 и 50,9 ГДж/га соответственно. Таким образом, включение в схему кормового севооборота озимой ржи благоприятно влияет в получении 2-х урожаев с одного поля севооборота, а также в использовании природных ресурсов в суровых условиях северного земледелия.

**Ключевые слова:** севооборот, озимая рожь «Чолбон», зеленая масса, продуктивность, удобрение, кормовые культуры, урожайность, вегетационный период, переваримый протеин, кормовая единица.

### Введение

Республика Саха (Якутия) входит в зону рискованного земледелия из-за крайне низких температур в зимний период, больших годовых, сезонных и суточных колебаний температур воздуха, засушливого климата, короткого безморозного периода, низкотемпературных многолетнемерзлых пород и холодных почв с низким плодородием [1].

В северных районах, где из-за короткого вегетационного периода озимые являются основными и дают более высокий урожай кормовой массы, чем вторые поукосные культуры. В условиях Центральной Якутии озимая рожь — единственная перезимующая однолетняя кормовая культура. Она является стратегической кормовой культурой, которая обеспечивает гарантированный урожай зеленой массы даже в остросушливых по метеосостоянию года, используя осенне-весенние дожди и талую воду снежного покрова весной.

Приленский агроландшафт — это эрозионно-аккумулятивная равнина с абсолютной высотой 140-170 м, амплитуда среднемесячных температур самого холодного и самого теплого месяцев (январь и июль) колеблется от -50 до 60°C, дата перехода среднесуточной температуры воздуха через 10°C (весной) приходится на конец мая. При этом сумма температур выше 10°C составляет 1464°C, продолжительность безморозного периода на поверхности почвы — в среднем 88 дней. За летний период такая теплообеспеченность территории достаточна для протаивания мерзлых песчаных грунтов до 2,0-2,5 м [2]. Количество выпадающих осадков при температуре воздуха выше 10°C составляет 111 мм. Коэффициент увлажнения Приленского агроландшафта по методу Н.Н. Иванова (0,36) засушлив [3]. Продолжительность периода

с устойчивым снежным покровом короче, чем прилегающих повышенных территориях.

Таким образом, озимая рожь является кормовой культурой использующей агроклиматические ресурсы Центральной Якутии полностью в оптимальном интервале вегетационного периода — в конце лета, осенью и весной. Высевается в третьей декаде августа после уборки основных кормовых культур первого срока посева — под осенние дожди, под зиму уходит в полную фазу кущения. В суровых условиях Арктической зимы отлично перезимуют под снежным покровом и возобновляют вегетацию с середины мая используя талую воду снега.

В условиях Якутии озимая рожь имеет большую перспективу для использования в звене зеленого конвейера, быстрое весеннее отрастание зеленой массы озимой ржи дает ранний зеленый корм, которое может использоваться в период отрастания естественных пастбищ. В Якутии на зеленый корм в основном высевается овес, урожай зеленой массы которой зависит от количества осадков, которых в начале лета крайне мало.

В 1915 году учеными — селекционерами ЯНИИСХ на государственное сортоиспытание передан новый сорт озимой ржи «Чолбон», зимостойкость которого в условиях Центральной Якутии достигает 95-100%. Сорт короткостебельный, устойчив к полеганию, высокоурожайный (урожай зерна — до 5 т/га, зеленой массы — до 40,0 т/га). Период от весеннего отрастания до полной спелости на зерно 85-90 дней (авторы Е.И. Вахрамеева, В.В. Николаева, Г.В. Артемов, В.И. Владимиров).

### Методика исследований

Экспериментальные работы проводились в 2015-2018 гг. на орошаемом участке «Мойдох» агрофирмы «Немюгю» на второй надпойменной террасе р. Лена.

Почва опытного участка мерзлотная лугово-черноземная солонцеватая: реакция среды щелочная pH солевая — 7,33-7,52; содержание гумуса в пахотном горизонте 2,93-2,91%, содержание подвижных форм азота  $N_{\text{нитр.}}$  — 0,13-0,16 мг/100 г; подвижных форм фосфора  $P_{2O_5}$  — 18,23-18,53 мг/100 г; калия  $K_2O$  — 27,85-28,03 мг/100 г.

Весенняя обработка почвы — закрытие влаги проводится в первой декаде мая дисковой бороной БДН-5,0 на глубину 8 см, внесение минеральных удобрений — в начале июня с последующей предпосевной обработкой почвы дисковой навесной бороной БДН-5,0 с последующим боронованием БЗСС — 1,0. Посев кормовых культур первого срока посева проводится 1-15 июня, овса второго срока — 10-15 июля, озимой ржи — 10-20 августа на глубину 4-5 см с последующим прикапыванием кольчатым катком. Нормы посева проса 35 кг/га, озимой ржи и овса в чистом виде 200 кг/га, в смеси овса с викией 150 кг/га, викии — 70 кг/га, люцерны — 10 кг/га, пырейника 8 кг/га. Посев люцерны и пырейника проводился во второй декаде июля 2015 года с междурядьем 30 см.

Уборка зеленой массы озимой ржи в фазе цветения проводится сплошным методом в первой декаде июля.

Полив проводился дождевальным агрегатом КИ-5 при снижении НВ ниже 60% продуктивной влаги.

Схема кормового севооборота составлена по принципу повышения продуктивности кормовых культур с 1 га севооборотной площади с сохранением и восполнением плодородия мерзлотных почв агроэкологическими способами.

Схема пятипольного кормового севооборота: Овес (на зеленую массу) — озимая рожь Озимая рожь (зеленый конвейер, сенаж) — овес (на силос, зеленый конвейер)

Викоовсяная смесь (на силос и сенаж)  
Просо посевное (на силос и сенаж)  
Люцерна + пырейник сибирский (выводное поле)

В связи с изменением климата (среднегодовая температура повысилась на 3-5°C, чем среднегодовое значение), для полного использования резервов агроклиматических условий представляется возможным возделывание новых сортов кормовых культур в севооборотах по адаптивной технологии, обеспечивающих повышения продуктивности пахотных угодий и улучшения плодородия мерзлотных почв. Сумма активных температур выше 10°C составляет 1400-1600°C за вегетационный период [4] также интенсивность ФАР в Центральных районах Якутии составляет за май-август месяцы 1112 МДж/м<sup>2</sup> [5], что достаточно для выращивания новых сортов многолетних и бобовых культур.

В звеньях севооборота включены сорта местной селекции кормовых культур — овес сорт Виленский, вика посевная яровая сорт Ленская 15, люцерна желтая сорт Якутская, пырейник сибирский сорт «Амгинский» и новый сорт озимой ржи «Чолбон» а также апробированная в условиях Центральной Якутии кормовая культура — просо сорт посевное Баганское — 88.

Варианты минеральных удобрений:

1. Контроль; 2. (NPK)<sub>60</sub> кг/га; 3. Расчетная доза — (NPK)<sub>160</sub> кг/га д. в.

Повторность 3-х кратная. Площадь делянки по вариантам удобрений — 21 кв. м, площадь поля — 70 кв. м, площадь опыта-1760 кв. м.

Наблюдения и учеты, питательная ценность, вынос элементов питания с урожаем, масса корней проведены по методике ВНИИ кормов [6].

Агротехника возделывания кормовых культур общепринятая по «Системе ведения сельскохозяйственного производства Республики Саха (Якутия) на период до 2015 г.», 2009г. [7]. Агроэнергетические и экономические оценки технологий рассчитаны согласно методике ВНИИ кормов [8], лабораторные анализы проведены инфракрасным анализатором SpectraStar модель 2200. Математическая обработка экспериментального материала проводилась по Б.Н. Доспехову [9], на программе SNEDECOR.

### Результаты исследований

Метеоусловия в годы исследований существенно различались. В 2015 г. вегетационный период отличался засушливостью. Особенно мало осадков выпало в июле (14,2 мм) и августе (21,8 мм), что на 40 и 30 мм ниже средней многолетней нормы (53,7 мм). Гидротермический коэффициент за вегетационный период составил 0,51. Сложившиеся метеорологические условия вегетационного периода способствовали ускорению прохождения фаз развития у растений и быстрому формированию генеративных органов.

В 2016 г. весна была ранняя, но прохладная. Июнь по температурному режиму воздуха был

ближе к многолетним данным. Отмечался большой перепад температуры воздуха: максимальная температура воздуха поднималась в дневные часы до 31,4°C, в ночное время температура в среднем составила 0,7°C, в отдельные дни до минусовых значений (-0,4°C). Осадков выпало меньше нормы — 25,4 мм при норме 43 мм.

В первой декаде июля было также прохладно, среднедекадная температура составила 20,1°C, к ночи температуры падали до 4°C. Осадков в первой декаде июля было меньше многолетней нормы вдвое.

Во второй декаде июля средняя температура воздуха была ниже среднегодовое показателя на 4,5°C, отмечались заморозки, температура снижалась до -1,4°C. Осадков во второй декаде июля отмечались 55,7мм, что превышало многолетние данные почти в 4 раза. В августе среднемесячная температура воздуха была ниже среднегодовое на 1,4°C, в третьей декаде отмечались заморозки до -2,3°C. Отмечались понижения температуры воздуха в ночные часы во второй декаде, сумма осадков в августе была выше среднегодовое норм в 1 и 2 декадах.

Осадки во второй декаде августа отмечались выше нормы в 2,6 раза (14 мм против 5,3мм нормы), температура воздуха во 2 декаде была на уровне 15°C, при этом максимальная температура почвы отмечалась до 41°C, а минимальная была ниже нормы и составила 2,1°C.

Вегетационный период 2017 г. была неблагоприятной для роста и развития растений. В начале лета метеоусловия были близки к средне-многолетним, но в период всходы-кущение (со второй декады июня по в первой декаде июля) осадки отмечались 2,9мм, против 46мм по средне-многолетней норме, что неблагоприятно влияло на рост и развитие растений в ранние фазы развития, всходы кормовых культур задерживались, были неравномерными (ГТК-0,2). Со второй половины июля (77,1 мм) отмечались повсеместно осадки (от 4,5 — до 17,0мм по декадам) которые способствовали формированию урожая зеленой массы до 7,0-9,0 т/га.

Вегетационный период 2018г. была благоприятной для роста и развития растений. В начале лета метеоусловия были близки к средне-многолетним, но в период всходы-кущение (со второй декады июня по в первой декаде июля) осадки отмечались 23,0 мм, против 45 мм по средне-многолетней норме, что неблагоприятно влияло на рост и развитие растений в ранние фазы развития, всходы кормовых культур задерживались, были неравномерными. Со второй половины июля (32,0 мм) отмечались повсеместно осадки (от 14,0 — до 18,0 мм по декадам), в августе осадки отмечались в два раза больше (70,0 мм), чем средне-многолетний показатель (44мм), которые способствовали формированию урожая зеленой массы до 4,0-24,5 т/га.

В кормовом севообороте с элементами адаптивно-ландшафтного земледелия во втором поле растения (озимая рожь и поукосный овес

2 срока), используют весь резерв агроклиматических условий региона целый год.

Высота растений у озимой ржи в укосной спелости составляла 63,9-86,0см., у овса 2 срока — 70,8-93,9см. Суточный прирост высоты растений в среднем за ротацию у озимой ржи составила 2,6-2,8см. в фазе кущение — трубкование, в фазе трубкование-выметывание суточный прирост растений отмечается 0,9-1,3 см (табл. 1).

По данным зоотехнического анализа кормовые культуры в севообороте имеют высокую питательность в фазе цветение — молочная спелость. Высокая обеспеченность переваримым протеином в 1 кормовой единице отмечается у проса — 219,56, овса 2 срока посева — 227,84 и люцерна+пырейник — 241,75 г при применении минерального удобрения (NPK)<sub>160</sub>. На контроле обеспеченность 1 к.е. переваримым протеином в этих вариантах составил соответственно 189,44; 192,27 и 225,50 г. Питательность озимой ржи также высокая, при применении минерального удобрения отмечается 124,02 и 124,55 г переваримого протеина в 1 кормовой единице.

Содержание обменной энергии составляет в варианте NPK<sub>60</sub> 9,08 МДж, валовой энергии — 17,35МДж. Овес второго срока убирается в фазе трубкование-выметывания в зеленом состоянии, поэтому содержание переваримого протеина отмечается наиболее высоким 107,26-128,68 г в 1 кг сухого вещества и 192,27-227,55 г в 1 кормовой единице (табл. 2).

Наиболее высокую продуктивность обеспечили второе поле (озимая рожь-овес второго срока), третье (викоовсяная смесь) и четвертое поле (просо) в варианте минерального удобрения (NPK)<sub>160</sub>. Суммарный выход сухой массы во втором поле в этом варианте составил 4,16 т/га, в третьем поле выход сухой массы отмечался за ротацию 4,12 и в четвертом — 6,10 т/га.

Обменная энергия соответственно составила — 36,0; 35,2 и 50,9 ГДж/га соответственно. Во втором поле (2 укоса) озимая рожь и овес 2 срока посева обеспечили суммарную урожайность зеленой массы по контролю — 13,2 т/га, в вариантах внесения удобрений (NPK)<sub>60</sub> и (NPK)<sub>160</sub> — 22,8 и 27,9 т/га соответственно. В первом поле урожайность зеленой массы овса составила от 4,2 до 5,1 т/га. Суммарный сбор переваримого протеина со второго поля севооборота за ротацию составляла 0,21-0,47 т/га по вариантам удобрений. Высокий сбор переваримого протеина (0,75 и 0,61 т/га) обеспечивают просо в вариантах минеральных удобрений (NPK)<sub>60</sub>; (NPK)<sub>160</sub> и викоовсяная смесь (0,36т/га) при внесении минерального удобрения (NPK)<sub>160</sub>. Сбор кормовых единиц со второго поля составляла 1,39 на контроле и 2,10-2,48 тыс./га в вариантах минерального удобрения (табл. 3).

Наибольший вынос основных элементов питания в севообороте наблюдается на третьем поле (викоовсяная смесь) в варианте (NPK)<sub>160</sub> при урожае зеленой массы 4,80 т/га: N — 95,5; K<sub>2</sub>O — 63,9 кг/га. Наибольший вынос фосфора (26,7 кг/га) отмечается у проса, в варианте (NPK)<sub>160</sub>.

Таблица 1

Динамика нарастания высоты растений, см. (2015-2018 гг.)

Поле	Культура	Вариант удобрения	Кущение-трубкование		Трубкование-выметывание		Вымет-цветен.
			Высота	Суточн. прирост	Высота	Суточн. прирост	
2	Озимая рожь	Контр.	22,1	2,6	51,3	0,9	63,9
		(NPK) <sub>60</sub>	26,3	2,6	57,2	0,9	70,8
		(NPK) <sub>160</sub>	28,0	2,8	63,0	1,3	86,0
	Овес II ср.	Контр.	31,7	1,2	45,0	1,3	70,8
		(NPK) <sub>60</sub>	34,8	1,9	54,9	1,6	88,7
		(NPK) <sub>160</sub>	37,6	2,3	60,4	1,9	93,9

Таблица 2

Питательность кормовых культур в севообороте (2015-2018 гг.)

Поле севооборота	Культуры	Варианты удобрений	В 1 кг сухого вещества				Обеспеченность 1 к.е. ПП, г
			Корм. ед.	ПП, г.	ОЭ, МДж.	ВЭ, МДж.	
2	Озимая рожь	Контроль	0,65	79,00	8,80	16,02	121,00
		NPK <sub>60</sub>	0,65	81,05	8,92	17,00	124,02
		NPK <sub>160</sub>	0,66	83,03	9,08	17,35	124,55
	Овес II срок	Контроль	0,55	107,26	8,35	17,52	192,27
		NPK <sub>60</sub>	0,57	119,65	8,44	17,71	209,61
		NPK <sub>160</sub>	0,56	128,68	8,40	17,88	227,84



Таблица 3

Продуктивность культур в кормовом севообороте, т/га (2015-2018 гг.)

Поле севооборота	Культуры	Вариант удобрения	Зеленая масса	Сухая масса	Кормовые единицы, тыс/га	Переваримый протеин	Обменная энергия, ГДж/га
2	Озимая рожь,	Контроль	4,0	1,27	0,82	0,10	11,18
		(NPK) <sub>60</sub>	4,4	1,40	0,91	0,11	12,49
	овес 2 срока посева	(NPK) <sub>160</sub>	4,8	1,53	1,01	0,13	13,89
		Контроль	9,1	1,04	0,57	0,11	8,68
		(NPK) <sub>60</sub>	18,4	2,10	1,19	0,25	17,72
		(NPK) <sub>160</sub>	23,1	2,63	1,47	0,34	22,09
HCP <sub>05</sub>			1,35	0,85-1,47		0,67-1,16	1,92-3,32

Вынос основных питательных веществ во втором поле (озимая рожь, овес 2 срока) составляет N — 55,9-81,8; P — 10,8-16,6 и K — 15,0-18,5кг/га.

В севообороте в среднем за 4 года вынос основных питательных элементов составляет по азоту — 52,2-73,0; по фосфору — 12,8-18,0; по калию — 32,2-44,8кг/га.

Баланс питательных веществ во втором поле по азоту положительный в варианте минерального удобрения (NPK)<sub>160</sub> (+7,8), в вариантах контроля (-42,9 кг/га) и (NPK)<sub>60</sub> отрицательные (-42,9 и -31,5кг/га соответственно). По фосфору и калию при внесении минерального удобрения баланс питательных веществ положительные (+15,5- +71,4 и +19,5 — +65,1кг/га соответствен-

но). Без внесения минеральных удобрений баланс отрицательный (-9,4-10,0кг/га).

В кормовом севообороте за ротацию накапливает люцерна (выводное поле) 125,4 ц/га воздушно-сухой массы корневых остатков. Во втором поле количество корневых остатков озимой ржи составляет — 67,4 и овса 2 срока- 20,3 ц/га. Озимая рожь накапливает в корнях 2,64 кг/га фосфора, овес второго срока — 1,70 кг/га. Содержание азота и калия в корнях растений отмечаются как «следы».

### Заключение

Таким образом, включение в схему кормового севооборота озимой ржи как обязательное зве-

Об авторе:

Максимова Харитина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории кормопроизводства  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1640-5531>, [tinamaksimova56@mail.ru](mailto:tinamaksimova56@mail.ru)

## THE HEALTH OF THE «CHOLBON» IN THE BLACK SEVORETH PRILENSGOLTSCHAFT CENTRAL YAKUTIA

Kh.I. Maksimova

M.G. Safronov Yakut scientific research institute of agriculture — Division of Federal Research Centre «The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Yakutsk, Russia

The article presents the results of the study of the productivity and use of the new variety of winter rye «Cholbon» in the link of the feed crop rotation of the Prilensky agricultural landscape. In Central Yakutia, winter rye is the only wintering annual forage culture. It is a strategic forage crop that provides a guaranteed harvest of green mass even in the dry weather-arid years, using autumn — spring rains and melt water snow cover in spring. Experimental works were carried out in 2015-2018 on the irrigated site of the «Moydoche» agrofirm «Nemugyu» on the second-deck terrace of the Lena river. Soil of the experimental area of permafrost meadow-black-earth salt-earth: the reaction of the environment alkaline pH salt — 7.33-7.52; humus content in the arable horizon 2.93-2.91%, the content of movable forms of nitrogen N<sub>nit</sub> — 0.13-0.16 mg/100 g; movable forms of phosphorus P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 18.23-18.53mg/100 g; potassium K<sub>2</sub>O — 27.85-28.03 mg/100 g. Scheme of five-floor forage crop rotation: oats (on green mass) — winter horn; Winter rye (green conveyor, hay) — oats (on silo, green conveyor); Vicoish mixture (on silo and hay); sowing millet (on silos and hay); Alfalfa is Siberian wheatgrass (inference field). The following fertilizer options were studied: Control; N235P60; manure60t/NPK(NPK)60. In the fodder crop rotation with elements of adaptive-landscape farming in the second field of the plant (winter rye and oats 2 terms), use the entire reserve of agroclimatic conditions of the region for a whole year. It was established that the second field (second term rye rye), the third (vico-ish mixture) and the fourth field (proso) in the variant of mineral fertilizer (NPK)160 provided the highest productivity. The total output of dry mass in the second field in this version was 4.16 t/ha, in the third field the output of dry mass was noted for rotation of 4.12 and in the fourth — 6.10 t/ha. The exchange energy was 36.0, respectively; 35.2 and 50.9 GJ/ha, respectively. Thus, the inclusion in the scheme of forage crop rotation in winter rye has a beneficial effect in obtaining 2 crops from one field of crop rotation, as well as in the use of natural resources in the harsh conditions of northern agriculture.

Keywords: crop rotation, winter rye «Cholbon», green mass, productivity, fertilizer, forage crops, yield, growing season, digestible protein, feed unit.

### References

1. The agricultural system of the Yakut Autonomous Soviet Socialist Republic: recommendations. VASKHNIL Siberian branch. *Yakutsk NIISH*, Novosibirsk, 1987, 232 p.
2. Ivanova L. (2018). Agrolandshaftnoye rayonirovaniye i agroekologicheskaya gruppировка zemel' srednetazhnoyi podzoni Yakutii dlya proektirovaniya adaptivno-landshaftnikh sistem zemledeliya [Agrolandscape zoning and agroecological grouping of lands of the middle taiga subzone of Yakutia for the design of adaptive landscape farming systems], Novosibirsk, p. 51.
3. Shashko D. (1961). Climatic conditions of agriculture in Central Yakutia. *Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR*, p. 264

About the author:

Kharitina I. Maksimova, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of feed production at, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1640-5531>, [tinamaksimova56@mail.ru](mailto:tinamaksimova56@mail.ru)

4. Popov N., Maksimova Kh., Nikolaeva V., et al (2017). Perspektivniye kormoviyе kul'turi dlya proizvodstva sochnikh kormov v usloviyakh Central'noyi Yakutii: Metodicheskoye posobiye [Prospective fodder crops for the production of succulent varieties in Central Yakutia], *Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov, Yakutsk Publishing house*, pp. 25-27.
5. Metodicheskoye rekkomendatsii po bioenergeticheskoi otsenke sevooborotov ii tekhnologii virashivaya kormovikh kul'tur [Guidelines for bioenergy assessment of crop rotation and forage crop cultivation technologies], (1989), Moscow, *VaSkhNIL*, p. 23.

6. Methodological manual (2017). Sistema vvedeniya selstskogo khozyaystva v Respublike Sakha (Yakutia) na period 2016-2020 [The system of agriculture in the Republic of Sakha (Yakutia) for the period of 2016-2020], *Yakutsk Research Institute of Agricultural Sciences, Yakutsk*.
7. Metodicheskoye posobiye po agroenergeticheskoy ii ekonomicheskoy otsenke tekhnologii ii sistem kormoproizvodstva [Methodological manual on agri-energy and economic evaluation of technologies and systems of feed production] (1995) Moscow, p. 173.
8. Dospikhov B. (1978). Metodika polevogo issledovaniya [Methods of field experience]. Moscow: *Kolos*, p. 416.





## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИДКИХ СТИМУЛЯТОРОВ КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

И.Я. Пигорев, Е.В. Харченко, Л.В. Левшаков, О.В. Никитина

ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова», г. Курск, Россия

В силу короткого вегетационного периода на большей части России продукция защищенного грунта важна для обеспечения населения свежей овощной продукцией. Тепличный бизнес вынужден учитывать не только биоклиматический потенциал, но и конкуренцию поставщиков продукции южных стран, где себестоимость производства овощной продукции ниже. Несмотря на дополнительные затраты в холодное время года, овощеводческие хозяйства России активно используют тепличные комплексы в два и три оборота производства зелени и овощей. Применяя отечественные селекционные достижения, передовые технологии, овощеводы защищенного грунта формируют устойчивое импортозамещение по ряду важной и ежедневной продукции. С целью повышения продуктивности гибридов огурца F1 Атлет и F1 Мамлюк компании «Гавриш» в условиях АО «Сейм-Агро» Курского района Курской области были использованы жидкие стимуляторы-корнеобразователи Этамон, Радифарм, Квик-Линк, Спринталга и Разер. Изучено их действие на прорастание семян, развитие корневой и надземной части растения огурца в рассадном отделении и в условиях малообъемной гидропоники. Проведена экономическая оценка выращивания гибридов Гавриш в зимне-весеннем и летне-осеннем оборотах с использованием стимуляторов роста для обработки семян, фертигации с питательным раствором и опрыскивания растений в разные периоды роста. В условиях тепличного комбината установлено, что предпосевная обработка изучаемыми препаратами достоверно повышает энергию прорастания и всхожесть семян, формирование корневой системы и листообразование. Максимальный эффект в формировании вегетативной массы огурца и его урожая получен от препаратов Квик-Линк и Спринталга. Стимуляторы корнеобразования повышают урожайность плодов огурца на 13,8-31,3% у гибрида Атлет и на 12,5-32,1% у гибрида Мамлюк. В изучаемых вариантах повышалась выровненность и товарность зеленцов. Используемые препараты повышали прибыль и рентабельность выращивания огурца в теплице. Лучшие результаты были получены от использования препаратов Квик-Линк и Спринталга. По итогам двух хозяйственных оборотов в этих вариантах прибыль достигала 1536,0-1632,5 руб./м<sup>2</sup>, а рентабельность производства — 182,0-190,1%.

**Ключевые слова:** тепличный комбинат, малообъемная гидропоника, защищенный грунт, жидкие стимуляторы роста, гибриды, фенологические наблюдения, зимне-весенний оборот, летне-осенний оборот, урожайность.

### Введение

Тепличные комплексы России сформировали свою нишу производства овощной продукции и планомерно реализуют программу импортозамещения. Бизнес защищенного грунта энергоемкий и затратный в отличие от богарного земледелия. Получить свежую продукцию в условиях суровой русской зимы не просто, и специалисты едины во мнении, что прибыльный доход от этого производства можно получить только в жарком климате с безморозной зимой. Холодные и снежные зимы с температурами ниже 5°C создают большие проблемы, компенсация которых требует специальных материалов и дополнительных затрат. Убытки тепличных комбинатов в зимний период порой выше, чем затраты на перевозку овощной продукции из других регионов. Поэтому большую конкуренцию российским производителям овощей в зимний период создает импортная продукция. Довесивание и обогрев тепличных комбинатов в России ведет к значительному удорожанию продукции, в отдельных случаях к приостановке в них зимне-весенних оборотов производства овощей. Тем не менее тепличный бизнес находит достойные решения обеспечения растений факторами жизни в зимний период различных климатических зон. Основным направлением деятельности тепличных комплексов являются овощи и зелень. Этот вид продукции имеет высокий спрос и потребление у населения в зимне-весенний период. Наиболее привлекательной и доступной культурой для выращивания в теплице является огурец. Он быстрее созревает чем томаты, более технологичен и позволяет по-

лучать до 32 кг/м<sup>2</sup> зеленца за сезонный оборот. Рентабельность производства овощей в защищенном грунте зависит от используемых технологий, сортов и гибридов [3].

### Методика исследования

С целью повышения урожайности огурца и сокращения сроков его созревания нами в условиях тепличного хозяйства использованы жидкие препараты-корнеобразователи разных компаний. Исследования проводились на базе тепличного комбината АО «Сейм-Агро» Курского района Курской области в 2020 г. в период зимне-весеннего и летне-осеннего культурооборотов.

Для изучения использованы жидкие стимуляторы роста гибридов огурца Этамон, Радифарм, Квик-Линк, Спринталга и Разер. Реализовывалась схема опыта со следующими вариантами: 1. Замачивание семян; 2. Корневая фертигация с питательным раствором в условиях малообъемной гидропоники; 3. Некорневая обработка растений огурца стимуляторами роста, которая проводилась в периоды: появления плетей первого порядка, появления цветков, начала формирования плодов, массового плодоношения.

В ходе исследований проводили учеты сроков прорастания и всхожести семян, фенологические наблюдения за ростом рассады и растений в теплице. Учет урожая и оценку его качества осуществляли на основе плановых сборов огурца. Оценка экономической эффективности выращивания гибридов огурца с использованием стимуляторов роста проведена в условиях зим-

не-весеннего и летне-осеннего хозяйственных оборотов АО «Сейм-Агро» Курского района Курской области. Исследования проводили с пчелоопыляемым гибридом Атлет в зимне-весеннем обороте и с партенокарпическим гибридом Мамлюк в летне-весеннем обороте.

### Результаты исследования

Отечественный препарат Этамон повышал энергию прорастания семян гибрида Атлет с 79 до 84%, то есть на 5%. Максимальный эффект от предпосевной обработки получен при использовании препаратов Квик-Линк и Спринталга. Энергия прорастания возрастала на 9% и достигала в обоих вариантах 88%. Препарат Разер был более эффективным стимулятором, чем Этамон и Радифарм, но уступал препаратам Квик-Линк и Спринталга. Энергия прорастания семян зимне-весеннего оборота под воздействием Разера достигала 87%, а лабораторная всхожесть — 90%, то есть возрастала относительно контроля на 8 и 9% соответственно.

Исследования по замачиванию стимуляторами семян гибрида Мамлюк в летне-осеннем обороте подтвердили эффективность действия изучаемых препаратов на размеры корня и проростка. Некорневая обработка рассады огурца в фазе 2-3 листьев способствовала усилению ростовых процессов надземной и подземной частей растений.

Корневая система в рассадный период растет относительно интенсивнее, чем надземная часть. Длина корня в рассадный период по вариантам опыта превышает высоту надземной части рассады. Анализ динамики ростовых про-



цессов в рассадный период представляется интересным с технологической точки зрения. Самую мощную корневую систему с множеством боковых корней и наибольшей длиной главного корня обеспечивают корнеобразователи Квик-Линк и Спринталга. Под их действием длина корня у гибрида Атлет возрастает на 18,9-22,5%, а их масса — на 47,1-52,9%, у гибрида Мамлюк — на 18,8-24,7 и 43,8% соответственно.

Положительное влияние стимуляторов роста на формирование надземной части и корневой системы растений сказалось на урожайности огурца. За эксплуатационный период тепличного огурца получено с одного растения от 55 до 75 плодов в зимне-весенний оборот и от 62 до 82 плодов в летне-осенний период. Количество зеленцов под влиянием стимуляторов роста увеличивалось на 10,9-36,4% у гибрида Атлет и на 12,9-32,3% у гибрида Мамлюк. Практически на протяжении всех сборов замечено, что в изученных вариантах масса плодов была меньше на 2-19 г у гибрида Атлет и на 3-9 г у гибрида Мамлюк, чем на контроле. Максимальная урожайность огурца получена в зимне-весеннем обороте у гибрида Атлет. Под действием препаратов она возросла у этого гибрида до 24,2 кг/м<sup>2</sup> от Этамона и до 28,1 кг/м<sup>2</sup> от действия препарата Квик-Линк.

Анализ товарности продукции показал, что применение стимуляторов роста на протяжении всей вегетации огурца снижает число нестандартных плодов у гибрида Атлет с 6,5 до 0,5% и с 4,1% до полного отсутствия таковых у гибрида Мамлюк. Количество нетоварного зеленца по причине бактериального повреждения в вариантах снижалось до 0,1-0,3%, а под действием препаратов Квик-Линк и Спринталга у гибрида Мамлюк полностью отсутствовало. Стандартной продукции, пригодной для товарной реализа-

ции, было больше в летне-осеннем обороте при использовании гибрида Мамлюк. Величина ее на контроле достигала 94,6% от общих сборов, а под действием препарата Спринталга увеличилась до 100%.

В целом использование стимуляторов роста оказало существенное влияние на получение стандартных плодов огурца и значительно повысило потребительские и органолептические качества получаемой продукции огурца (табл. 1).

В современных рыночных условиях важным фактором, определяющим актуальность, технологичность и соответственно востребованность тех или иных элементов производства продукции защищенного грунта является их экономическая эффективность [7]. В основу расчета положена технологическая карта возделывания гибридов огурца в условиях тепличного комплекса АО «Сейм-Агро» Курского района Курской области, где учитывался возможный

Таблица 1

Урожай гибридов огурца и его товарное качество

Препарат	Число зеленцов на растении, шт.	Масса плодов, г	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Количество нестандартных плодов, %	Количество больных бактериозом плодов, %	Урожайность товарных плодов, кг/м <sup>2</sup>	Товарность, %
<b>Гибрид F1 Атлет, зимне-весенний оборот</b>							
Контроль	55	170	23,4	6,5	2,1	21,4	91,4
Этамон	61	168	25,6	4,5	0,8	24,2	94,7
Радифарм	64	165	26,4	6,0	0,5	24,7	93,5
Квик-Линк	75	151	28,4	1,0	0,1	28,1	98,9
Спринталга	68	157	26,5	0,5	0,1	26,3	99,4
Разер	61	164	25,1	2,6	0,4	24,3	97,0
НСР <sub>05</sub>	1,2	6,1	0,6			0,4	
<b>Гибрид F1 Мамлюк, летне-осенний оборот</b>							
Контроль	62	126	19,5	4,1	1,3	18,4	94,6
Этамон	70	121	21,1	1,6	0,3	20,7	98,1
Радифарм	73	120	22,1	2,1	0,3	21,6	97,6
Квик-Линк	82	118	24,4	0,4	-	24,3	99,6
Спринталга	82	117	24,0	-	-	24,0	100,0
Разер	70	123	21,5	1,9	0,2	21,0	97,9
НСР <sub>05</sub>	2,3	2,7	0,7			0,5	

Таблица 2

Экономическая эффективность выращивания гибридов огурца F1 Атлет и F1 Мамлюк в теплице АО «Сейм-Агро» с использованием стимуляторов роста (2020 г.), в расчете на 1 м<sup>2</sup>

Препарат	Урожайность, кг	Производственные затраты, руб.	Доход от реализации продукции, руб.	Прибавка урожая, кг	Стоимость дополнительной продукции, руб.	Себестоимость продукции, руб.	Прибыль, руб.	Рентабельность, %
<b>Гибрид F1 Атлет, зимне-весенний оборот</b>								
Контроль	21,4	789,6	2311,2	-	-	36,9	1521,6	192,7
Этамон	24,2	908,5	2613,6	2,8	302,4	37,5	1705,1	187,7
Радифарм	24,7	907,1	2667,6	3,3	356,4	36,7	1760,5	194,1
Квик-Линк	28,1	903,4	3034,8	6,7	723,6	32,2	2131,4	235,9
Спринталга	26,3	890,8	2840,4	4,9	529,2	33,9	1949,6	218,8
Разер	24,3	882,4	2624,4	2,9	313,2	36,3	1742,0	197,2
<b>Гибрид F1 Мамлюк, летне-осенний оборот</b>								
Контроль	18,4	672,4	1453,6	-	-	36,5	781,2	116,2
Этамон	20,7	791,3	1635,3	2,3	181,7	38,2	844,0	106,7
Радифарм	21,6	789,8	1706,4	3,2	252,8	36,6	916,6	116,1
Квик-Линк	24,3	786,2	1919,7	5,9	466,1	32,4	1133,5	144,2
Спринталга	24,0	773,6	1896,0	5,6	442,4	32,2	1122,4	145,1
Разер	21,0	765,2	1659,0	2,6	205,4	36,4	893,8	116,8
<b>Среднее по гибридам F1 Атлет и F1 Мамлюк, зимне-весеннего и летне-осеннего оборотов</b>								
Контроль	19,9	731,0	1882,4	-	-	36,7	1151,4	154,5
Этамон	22,5	819,9	2124,5	2,6	242,1	38,9	1274,6	147,2
Радифарм	23,2	848,5	2187,0	3,3	304,6	36,7	1338,6	155,2
Квик-Линк	26,2	844,8	2477,3	6,3	594,9	32,3	1632,5	190,1
Спринталга	25,2	832,2	2368,2	5,3	485,8	33,1	1536,0	182,0
Разер	22,7	823,8	2141,7	2,8	259,3	36,4	1317,9	157,0





потенциальный урожай и производственные затраты. Стоимость продукции рассчитывалась по фактическим средним ценам реализации продукции огурца весной и осенью 2020 г., которая соответственно составила 108 и 79 руб./кг. Дополнительные производственные затраты состоят из стоимости стимуляторов роста и затрат на их внесение (замачивание семян, фертигация, опрыскивание растений). Относительно небольшие дополнительные затраты повышали урожайность в вариантах зимне-весеннего оборота на 2,8-6,7 кг/м<sup>2</sup>. Доходы от реализации продукции с 1 м<sup>2</sup> возрастали на 302,4-723,6 руб. и достигали при использовании препарата Квик-Линк 3034 руб.

Себестоимость продукции огурца гибрида Атлет в вариантах опыта колебалась от 32,2 до 37,5 руб./кг. Большинство стимуляторов роста снижают себестоимость и увеличивают величину прибыли. Максимальные значения прибыли получены от использования препаратов Квик-Линк и Спринталга. Рентабельность в этих вариантах достигает 235,9% (табл. 2).

Летне-осенний оборот отличается урожайностью, производственными затратами, ценой реализации продукции. Снижение урожайности зеленца и цены его реализации частично компенсируются меньшими затратами на его производство, однако доход от реализации продукции значительно ниже и колеблется в вариантах опыта от 1453,6 до 1919,7 руб.

Стоимость дополнительной продукции в вариантах изменяется от 181,7 до 466,1 руб. Сокращение производительных затрат на возделывание огурца в летне-осенний период позволило удержать себестоимость продукции на уровне зимне-весеннего оборота, но прибыль все равно упала вдвое и колебалась в вариантах от 781,2 до 1133,5 руб. На всех изучаемых вариантах выращивание огурца было рентабельно и достигало 145,1%.

Расчет экономической эффективности по двум хозяйственным оборотам теплицы АО «Сейм-Агро» показал, что применение стимуляторов роста на гибридах Атлет и Мамлюк по-

вышает урожайность и доход от дополнительной продукции. Лучший результат показали препараты Квик-Линк и Спринталга, где стоимость дополнительной продукции в среднем достигала 485,8-594,9 руб. В этих вариантах была минимальная себестоимость огурца (32,3-33,1 руб./кг) и максимальная прибыль с 1 м<sup>2</sup> (1536,0-1632,5 руб.).

Рентабельность производства огурца в теплице за год (по итогам двух оборотов) возросла от применения препаратов Радифарм, Квик-Линк, Спринталга и Разер. Лучшие значения рентабельности получены от применения стимуляторов роста Квик-Линк (190,1%) и Спринталга (182,0%).

### Выводы и рекомендации

Обработка семян огурца стимуляторами роста повышает энергию прорастания и всхожесть семян. Начиная с рассадного отделения отмечается достоверный прирост корня от действия препаратов Радифарм (+1,5 см), Разер (+1,8 см), Спринталга (+3,2 см) и Квик-Линк (+3,8 см).

Максимальная урожайность огурца получена в зимне-весеннем обороте при использовании препаратов Квик-Линк (28,4 кг/м<sup>2</sup>), Спринталга (26,5 кг/м<sup>2</sup>) и Радифарм (26,4 кг/м<sup>2</sup>).

Применение стимуляторов роста снижает число нестандартных плодов у гибрида Атлет с 6,5 до 0,5% и с 4,1% до полного отсутствия таких у гибрида Мамлюк.

Себестоимость товарной продукции огурца гибрида Атлет зимне-весеннего оборота в вариантах опыта колебалась от 32,2 до 37,5 руб./кг. Максимальные значения прибыли получены от использования препаратов Квик-Линк и Спринталга. Рентабельность в этих вариантах достигала 235,9%. Изменение цены реализации огурца летне-осеннего оборота снижало прибыль вдвое, а рентабельность — до 145,1%.

Расчет экономической эффективности по двум хозяйственным оборотам теплицы АО «Сейм-Агро» показал, что стимуляторы роста на гибридах Атлет и Мамлюк формируют дополнительную продукцию на 485,8-594,9 руб. Лучшие

результаты показали препараты Квик-Линк и Спринталга, где себестоимость огурца колебалась в пределах 32,3-33,1 руб./кг, а прибыль с 1 м<sup>2</sup> достигала 1536,0-1632,5 руб. Лучшие значения рентабельности по итогам года получены от препаратов Квик-Линк и Спринталга, что дает основания рекомендовать их к использованию при возделывании огурца в условиях тепличных хозяйств.

### Литература

1. Аникина Л.М. Инновационные технологии круглогодичного производства овощных культур // Гавриш. 2017. № 2. С. 46-51.
2. Бондарев Е.С., Авдеенко С.С. Эффективность выращивания гибридов огурца в условиях малообъемной гидропоники // Защищенный грунт. 2016. С. 37-44.
3. Дубков А.В., Дубкова И.И. Влияние технологического фактора на экономическую эффективность возделывания огурца в защищенном грунте // Гавриш. 2012. № 2. С. 12-15.
4. Пигорев И.Я., Долгополова Н.В. Биологическая защита огурца (*Cucumis Sativus*) при технологии выращивания в защищенном грунте // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. С. 49-56.
5. Пигорев И.Я., Долгополова Н.В. Влияние регуляторов роста на урожайность и качество огурца (*Cucumis Sativus*) в открытом грунте // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4. С. 58-61.
6. Шундаров Б. Экономическая эффективность производства и реализации овощей защищенного грунта // Аграрная экономика. 2017. № 3 (262). С. 53-62.
7. Liebig, H.-I. (2000). Die Gurken *Cucumis sativus* L. *Gemüseproduktion*, pp. 422-439.
8. Semykin, V.A., Pigorev, I.Ya., Zyukin, D.A. (2020). The influence of scale factor on the realization of natural potential of grain farming in the region. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming, p. 012003.
9. Nina, G.C., Ukeyima, M., Ogori, A.F., Hleba, L., Hlebová, M., Glinushkin, A.P., Laishevcev, A., Derkanosova, A., Pigorev, I.Ya., Plygun, S., Ali, Shariati. (2020). Investigation of physiochemical and storage conditions on the properties of extracted tiger nut oil from different cultivars. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 9, no. 5, pp. 988-993.

Об авторах:

**Пигорев Игорь Яковлевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8863-8102>, [igoigo4@mail.ru](mailto:igoigo4@mail.ru)

**Харченко Екатерина Владимировна**, доктор экономических наук, профессор, ректор, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0743-4798>, [harchenko\\_ev@kgsha.ru](mailto:harchenko_ev@kgsha.ru)

**Левшаков Леонид Васильевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан агротехнологического факультета, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4367-0878>, [leo-levshakov@yandex.ru](mailto:leo-levshakov@yandex.ru)

**Никитина Оксана Владимировна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры экологии, садоводства и защиты растений, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2719-0049>, [nikioxana2009@yandex.ru](mailto:nikioxana2009@yandex.ru)

## EFFICIENCY OF LIQUID STIMULANTS FOR ROOT FORMATION OF CUCUMBER IN CONDITIONS OF PROTECTED SOIL

I.Ya. Pigorev, E.V. Kharchenko, L.V. Levshakov, O.V. Nikitina

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Due to the short growing season in most of Russia, protected soil production is important for providing the population with fresh vegetable products. The greenhouse business has to take into account not only the bioclimatic potential, but also the competition of suppliers of products from southern countries, where the cost of production of vegetable products is lower. Despite the additional costs in the cold season, Russian horticultural farms actively use greenhouse complexes in two and three turns of production of greens and vegetables. Using domestic breeding achievements and advanced technologies, protected ground vegetable growers form a stable import substitution for a number of important and everyday products. With the aim of increasing the productivity of the hybrids F1 Athlete, F1 Mamluk company "Gavrish" in conditions of JSC "Seim-Agro" Kursk district, Kursk region was used liquid stimulants corporatively Ataman, Rediform, Quick-Link, Sprintall and Razer. Their effect on seed germination, development of the root and aboveground parts of the cucumber plant in the seedling compartment and in low-volume hydroponics conditions was studied. An economic assessment of the cultivation of Gavrish hybrids in winter-spring and summer-autumn rotations using growth stimulants for seed treatment, fertigation with a nutrient solution, and spraying plants during different growth periods was carried out. In the conditions of a greenhouse plant, it was found that pre-sowing treatment with the





studied preparations significantly increases the energy of germination and seed germination, the formation of the root system and leaf formation. The maximum effect in the formation of the vegetative mass of cucumber and its crop was obtained from the preparations quick-link and Sprintalga. Root formation stimulators increase the yield of cucumber fruits by 13.8-31.3% in the Athlete hybrid and by 12.5-32.1% in the Mamluk hybrid. In the studied variants, the levelness and marketability of greens increased. The drugs used increased the profit and profitability of growing cucumbers in the greenhouse. The best results were obtained from the use of medications quick link and Sprinting. According to the results of two economic turns in these variants, the profit reached 1536.0-1632.5 rubles/m<sup>2</sup>, and the profitability of production — 182.0-190.1%.

**Keywords:** greenhouse complex, low-volume hydroponics, protected ground, liquid growth stimulants, hybrids, phenological observations, winter-spring turnover, summer-autumn turnover, yield.

## References

1. Anikina, L.M. (2017). Innovatsionnye tekhnologii kruglogodichnogo proizvodstva ovoshchnykh kul'tur [Innovative technologies of year-round production of vegetable crops]. *Gavrish*, no. 2, pp. 46-51.
2. Bondarev, E.S., Avdeenko, S.S. (2016). Ehffektivnost' vyrashchivaniya gibridov ogurtsa v usloviyakh maloob'emnoi gidroponiki [The efficiency of growing cucumber hybrids in low-volume hydroponics]. *Zashchishchennyi grunt* [Protected soil], pp. 37-44.
3. Dubkov, A.V., Dubkova, I.I. (2012). Vliyaniye tekhnologicheskogo faktora na ehkonomicheskuyu ehffektivnost' vozdel'yvaniya ogurtsa v zashchishchennom grunte [Influence of the technological factor on the economic efficiency of the cultivation of cucumber in greenhouses]. *Gavrish*, no. 2, pp. 12-15.

4. Pigorev, I.Ya., Dolgoplova, N.V. (2018). Biologicheskaya zashchita ogurtsa (*Cucumis Sativus*) pri tekhnologii vyrashchivaniya v zashchishchennom grunte [Biological protection of cucumber (*Cucumis Sativus*) under the technology of growing in protected ground]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 3, pp. 49-56.

5. Pigorev, I.Ya., Dolgoplova, N.V. (2018). Vliyaniye regulyatorov rosta na urozhaivnost' i kachestvo ogurtsa (*Cucumis Sativus*) v otkrytom grunte [Influence of growth regulators on the yield and quality of cucumber (*Cucumis Sativus*) in the open ground]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 4, pp. 58-61.

6. Shundarov, B. (2017). Ehkonomicheskaya ehffektivnost' proizvodstva i realizatsii ovoshchei zashchishchennogo grunta [Economic efficiency of production and sale of

vegetables in protected soil]. *Agrarnaya ehkonomika* [Agrarian economy], no. 3 (262), pp. 53-62.

7. Liebig, H.-I. (2000). Die Gurken *Cucumis sativus* L. *Gemüseproduktion*, pp. 422-439.

8. Semykin, V.A., Pigorev, I.Ya., Zyukin, D.A. (2020). The influence of scale factor on the realization of natural potential of grain farming in the region. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming, p. 012003.

9. Nina, G.C., Ukeyima, M., Ogori, A.F., Hleba, L., Hlebová, M., Glinushkin, A.P., Laishevcev, A., Derkanosova, A., Pigorev, I.Ya., Plygun, S., Ali, Shariati. (2020). Investigation of physiochemical and storage conditions on the properties of extracted tiger nut oil from different cultivars. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 9, no. 5, pp. 988-993.

## About the authors:

**Igor Ya. Pigorev**, doctor of agricultural sciences, professor, professor of the department of plant production and seed breeding, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8863-8102>, [igoigo4@mail.ru](mailto:igoigo4@mail.ru)

**Ekaterina V. Kharchenko**, doctor of economic sciences, professor, rector, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0743-4798>, [harchenko\\_ev@kgsha.ru](mailto:harchenko_ev@kgsha.ru)

**Leonid V. Levshakov**, candidate of agricultural sciences, associate professor, dean of the faculty of agriculture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4367-0878>, [leo-levshakov@yandex.ru](mailto:leo-levshakov@yandex.ru)

**Oksana V. Nikitina**, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of ecology, horticulture and plant protection, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2719-0049>, [nikioxana2009@yandex.ru](mailto:nikioxana2009@yandex.ru)

[harchenko\\_ev@kgsha.ru](mailto:harchenko_ev@kgsha.ru)



## РОССИЙСКИЙ ФОРУМ ПОЛЕВОДОВ 2021 АГРОТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

21 мая 2021 г. | КРАСНОДАР  
+ ОНЛАЙН ТРАНСЛЯЦИЯ



Российский форум полеводо́в — отраслевое мероприятие, посвященное актуальным вопросам выращивания, уборки и реализации пшеницы, подсолнечника, кукурузы, ржи, ячменя, овса, риса, просо, сорго и других культур.

### ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ:

- Обработка почвы: вспашка, культивация, внесение удобрений
- Семена: обработка, сев. Потенциал и качество семенного материала
- Прибыльная защита растений
- Уборка урожая: механизация, агромониторинг с применением цифровых технологий

### АУДИТОРИЯ ФОРУМА

Руководство агрохолдингов и сельхозпредприятий, выращивающих пшеницу, подсолнечник, кукурузу, рожь, ячмень, овес, рис, просо, сорго и другие культуры, главы крестьянских фермерских хозяйств, семенные компании, производители агрохимии и средств защиты растений, компании, поставляющие оборудование и спецтехнику, представители органов власти, национальных союзов, ассоциаций.

По вопросу выступления: +7 (988) 248-47-17

По вопросам участия: +7 (909) 450-36-10  
+7 (967) 308-88-94

e-mail: [events@agbz.ru](mailto:events@agbz.ru)

Регистрация на сайте:  
[fieldforum.ru](http://fieldforum.ru)





## NDVI КАК ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ МАРШЕЙ АЛЬ-ХОВИЗА ЮГО-ВОСТОЧНОГО ИРАКА

В.А. Широкова<sup>1,2</sup>, Х.Х. Аль-Нуссаири<sup>1</sup>, П.П. Лепехин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»,  
г. Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГБУН Институт истории естествознания и техники  
имени С.И. Вавилова РАН, г. Москва, Россия

В этой статье инвентаризация и обследование земных покровов проводились в аллювиальных маршах Аль-Ховиза, размещенных в нижнем месопотамском бассейне юго-восточного Ирака. ДЗЗ и ГИС использовались для обнаружения изменений в регионе, а также изменений значений NDVI с использованием TM и ETM (Landsat 7, 8) соответственно. Получены космические снимки. Программы обработки, такие как ArcGIS, были применены для классификации площадей земного покрова за период 2010-2019 гг. В дополнение к ним разработаны две схемы для нормализованного дифференциального индекса растительности (NDVI) на площади 198,63 км<sup>2</sup> в АМ Аль-Ховиза на период с 2013 по 2019 гг. Замечено, что результаты были положительными, что говорит о увеличении растительности и густоты растений в АМ Аль-Ховиза, лишь — в 2019 г. результаты были отрицательными.

**Ключевые слова:** Месопотамские аллювиальные марши, ЮНЭСКО, Аль-Ховиза, NDVI, геоэкология, геоэкологическое зондирование, пространственный анализ, мониторинг.

### Введение

Аллювиальные марши (далее — АМ; заболоченные земли; болотные угодья) Месопотамской низменности (Месопотамские или Иракские аллювиальные марши) — водно-болотные угодья района, расположенные на южно-восточном Ираке и частично на юго-западе Ирана. АМ Аль-Ховиза лежат к востоку от реки Тигр, и часть их находится на территории Ирана. Иранская сторона АМ, известная как АМ Аль-Азим, питается от реки Карха, в то время как Тигр и его притоки Мушарах и Аль-Кахлаа поставляют воду в АМ иракской стороны, только с гораздо меньшим количеством воды, чем Карха. Во время весеннего паводка воды Тигра могут также поступать в АМ Аль-Ховиза, которые осушаются с помощью Аль-Кассара — реки, имеющей огромное значение в поддержании АМ Аль-Ховиза как проточной системы и тем самым предотвращающей их засоление.

АМ Ирака включены в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Обладая культурными и природными особенностями, болотные угодья играли важную роль в развитии самых ранних городов и в возникновении разных народностей в южной Месопотамии, называемых колыбелью цивилизации [6].

Индекс растительности считается одним из наиболее точных методов цифровой обработки космических снимков в представлении растительности. Он основан на том факте, что растения обладают высокой отражательной способностью в диапазоне длин волн в ближней инфракрасной области и низкой отражательной способностью в диапазоне красных длин волн. Он представляет собой отношение разницы между спектральными отражениями на длине волны ближнего инфракрасного диапазона

(0,76-0,90) мкм и длине волны красного цвета (0,63-0,69) мкм к их сумме [1].

Спутниковые снимки Landsat состоят из семи разных полос, каждая из которых представляет собой отдельную часть электромагнитного спектра [2,4]. В таблице 1 показаны характеристики каждой полосы с точки зрения длины волны и ясности и их использования.

Цветовые композиты могут быть сделаны из комбинации трех спектральных полос. Есть несколько наборов, которые можно сделать для каждой группы. Так некоторые часто используемые пакеты Landsat (RGB) (табл. 2).

Нормализованный вегетационный индекс (NDVI) — это стандартизированный индекс, показывающий наличие растительности и ее состояние (относительную биомассу). Данный индекс использует контраст характеристик двух

каналов из набора мультиспектральных растровых данных — поглощения пигментом хлорофилла в красном канале и высокой отражательной способности растительного сырья в инфракрасном канале (NIR) [5].

Документированное уравнение NDVI, используется по умолчанию:

$$NDVI = ((NIR - Red) / (NIR + Red)), \text{ где}$$

NIR = значения пикселей из ближнего инфракрасного канала,  
Red = значения пикселей из красного канала.

Этот индекс приводит к значениям между -1,0 и +1,0.

В целом, результат является положительным, что указывает на то, что клетка имеет растительный покров, и чем выше полученное положительное значение, тем больше растительность

Таблица 1

Технические характеристики и применение TM и ETM + (Landsat 7, 8)

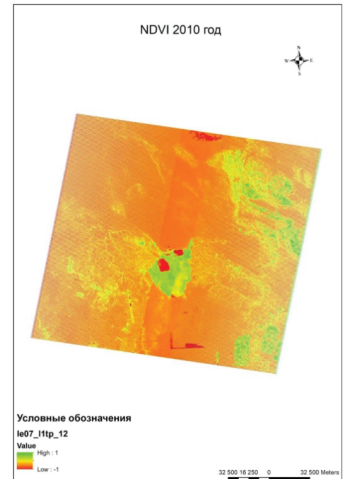
Спектральные полосы	Длина волны (µm)	Разрешение (m)	Использование
1 (сине-зеленый)	0.45-0.52	30	Отличие почвы от растительности. Растительность лиственных деревьев отличается от хвойных растений.
2 (зеленый)	0.52-0.61	30	Охарактеризует пик в растительности, который полезен для оценки силы роста растений.
3 (красный)	0.63-0.69	30	Различие видов растений.
4 (отраженный вблизи IR)	0.76-0.90	30	Разграничение водных объектов.
5 (отраженная mid IR)	1.55-1.75	30	Проникновение в тонкие облака и различие содержания влаги в почве и растительности.
6 (термальный IR)	10.4-12.5	120	Полезно для термического картирования и оценки влажности почвы.
7 (отраженная mid IR)	2.08-2.35	30	Чувствителен к содержанию влаги в растительности.



Таблица 2

Избранные комбинации полос Landsat

Последовательность	TM,ETM+ Landsat 7,8(RBG)	Использование
1	1,2,3	Эта комбинация цветов наиболее близка к реальному цвету, который мы получаем из изображений Landsat ETM, которые также полезны для изучения поведения воды. Недостатком этой группы является то, что они имеют тенденцию создавать размытые изображения.
2	2,3,4	Эта группа имеет сходные характеристики с группой (1). Он включает в себя ближний инфракрасный диапазон, где границы воды четкие и показывают различные типы растений. Этот набор полос был общим для данных Landsat MSS, но не содержал среднюю инфракрасную полосу (Mid-infrared band).
3	3,5,4	Это изображение более четкое, чем два предыдущих изображения, поскольку оно не содержит двух коротковолновых полос (band1, band2). Различные типы данных будут ясны и хорошо известны, поскольку интерфейс Вода / Земля очень ясен. Различия в содержании влаги очевидны в этом наборе полос.
4	2,4,7	Эта группа полос имеет сходные характеристики с группой (3) с наибольшей разницей между ними в том, что растительность зелена.



и плотность растений. И наоборот, отсутствие растительного покрова и наличие водоемов указывает на отрицательные значения.

**Материалы и методы исследования**

В работе по изучению рассчитаны и классифицированы нормированные различия в растительном покрове территории, изображение которых было получено спутниками Landsat 7 и 8 и определено изменение площади этого покрова. Чтобы вычислить нормированный разностный вегетационный индекс, мы объединяем полосы 3 и 4, используя спектральный инструмент в программе ГИС. Чтобы отличить растительный покров от остального, мы выполнили процесс неконтролируемой классификации с использованием неконтролируемого инструмента в программе ГИС. Изображения были получены на период с 2010 по 2019 гг. в АМ Аль-Ховиза и прилегающих территориях.

**Результаты и выводы**

Замечено, что на большинстве изображений в этот период результаты были положительными, что говорит об увеличении растительности и густоты растений в АМ Аль-Ховиза, лишь в 2019 г. результаты были отрицательными, что означает наличие водоемов (рис. 1).

Разработаны две схемы для нормализованного дифференциального индекса растительности (NDVI) на площади 198,63 км<sup>2</sup> в АМ Аль-Ховиза на период с 2013 по 2019 гг., на которой распространен камыш и папирус. На рисунке 2.а отмечен рост значения NDVI в летний сезон, в то время как в зимний период он очень низкий, особенно в 2018-2019 гг., из-за увеличения количества осадков и наличия воды из питательных рек на иракской и иранской сторонах.

На рисунке 2.б мы суммировали данные из ГИС-программы и спутниковые снимки. Спутниковые изображения Landsat 8 (полоса 4 и 5) показаны за один и тот же период и в одной и той же области, внутри этих

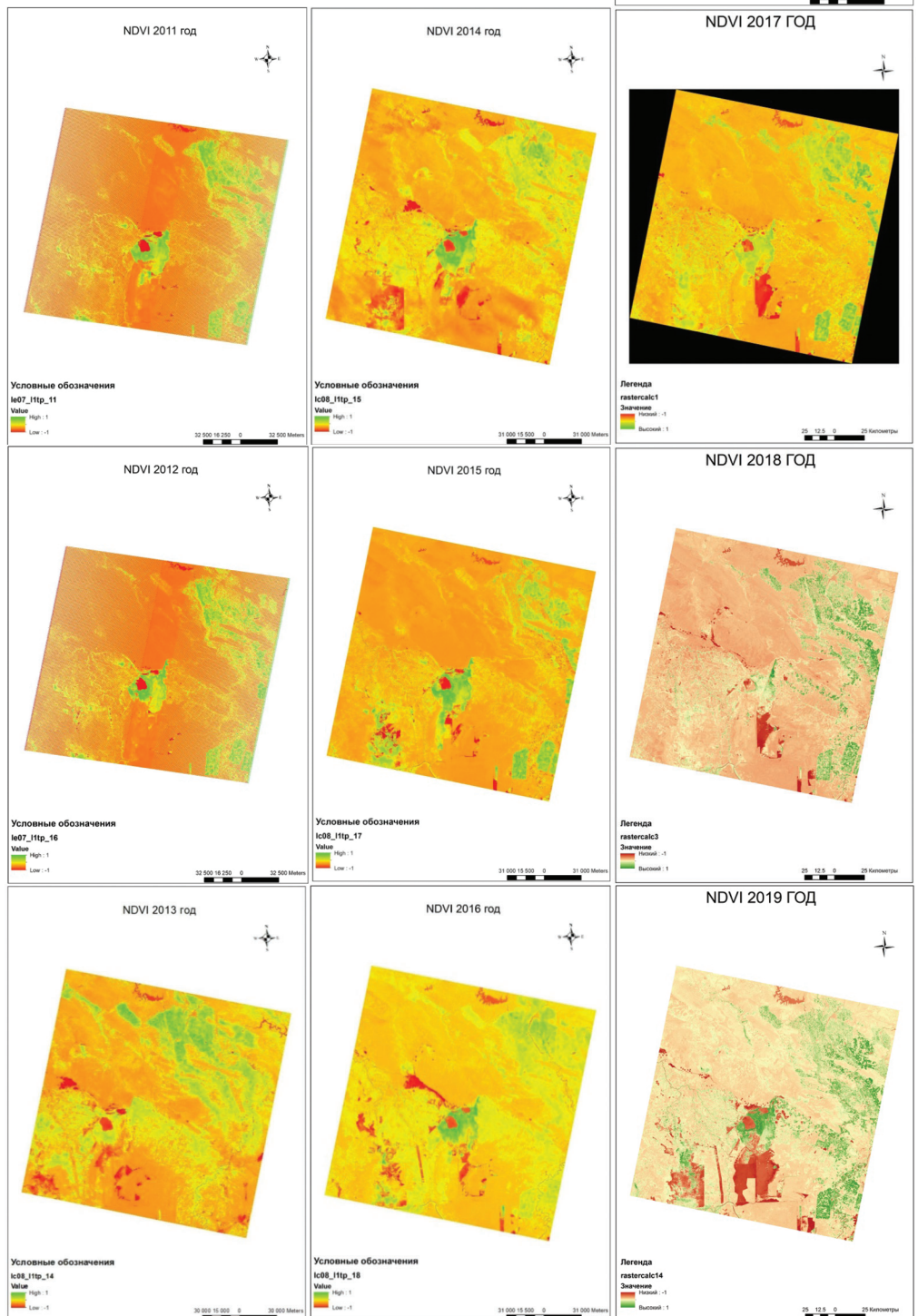


Рис. 1. (NDVI) с 2010 по 2019 гг. в АМ Аль-Ховиза и прилегающих территориях



данных существуют положительные и отрицательные значения для одного и того же времени спутникового изображения, положительное значение представляет собой индекс растительности, в то время как отрицательное значение представляет собой индекс воды. Можно отметить, что увеличение отрицательных и положительных значений в зимний сезон обусловлено наличием воды, в летнее время года отрицательное значение достигло нуля из-за недостатка воды.

**Заключение**

Спектральные полосы (7, 4, 3) на изображениях (TM, ETM+) обеспечивают четкое представление о различных земных покровах и помощь наблюдателю в процессе визуальной интерпретации космических изображений, а также процессе цифровой классификации.

Использование (NDVI) обеспечивает высокую эффективность распознавания растительного покрова по площади и плотности. Результаты показали, что наблюдается увеличение площади растительного покрова в исследуемом участке с увеличением плотности, за исключением — в 2019 г. Результаты были отрицательными из-за увеличения количества осадков и наличия воды из поверхностных источников (рек) на иракской и иранской сторонах.

**Литература**

1. Gilabert M.A., Gonza'lez J.P., Melia J., 2002, «A generalized soil-adjusted vegetation index». Remote Sensing of Environment 82, p. (304).
2. Hassan E. Study of the effect of changes in some meteorological elements on the values of NDVI and NDWI in Hor Ibn-Najim using remote sensing techniques. Thesis

**Об авторах:**

**Широкова Вера Александровна**, доктор географических наук, профессор, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, shirocova@gmail.com  
**Аль-Нуссаири Хусам Халаф Кадим**, аспирант, husamkalf@yahoo.com  
**Лепехин Павел Павлович**, кандидат географических наук, старший преподаватель, shampolamo@gmail.com

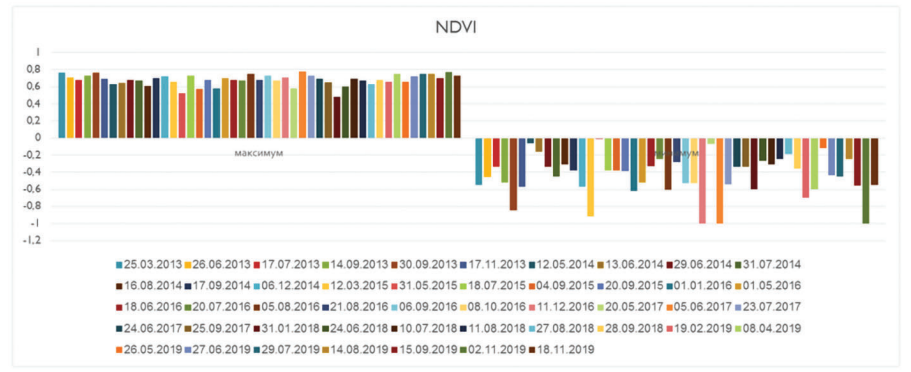
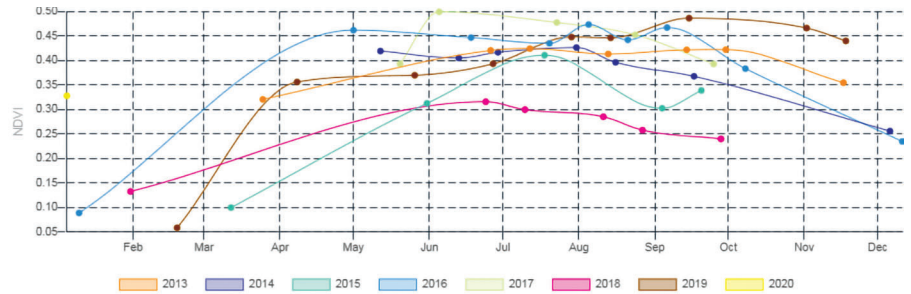


Рис. 2. а, б. (NDVI) на площади 198,63 км<sup>2</sup> в АМ Аль-Ховиза на период с 2013 по 2019 г.

**NDVI AS A GEOECOLOGICAL INDICATOR OF ENVIRONMENTAL CHANGE IN AL-HWIZEH ALLUVIAL MARCHES IN SOUTH-EASTERN IRAQ**

**V.A. Shirokova<sup>1,2</sup>, H.K. Al Nussairi<sup>1</sup>, P.P. Lepekhn<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>State university of land use planning, Moscow, Russia  
<sup>2</sup>S.I. Vavilov institute for the history of science and technology of the Russian academy of sciences, Moscow, Russia

In this article, land cover inventories and surveys were carried out at the Al-Hwizeh Alluvial Marches located in the lower Mesopotamian basin of southeastern Iraq. RS and GIS were used to detect changes in the region as well as changes in NDVI and NDWI values using TM and ETM (Landsat 7, 8), respectively. Satellite images were received. Processing programs such as ArcGIS were applied to classify land cover areas for the 2010-2019 period. In addition to, two schemes have been developed for the Normalized Differential Vegetation Index (NDVI) for an area of 198.63 km<sup>2</sup> in Al-Hwizeh AM for the period from 2013 to 2019. It was noticed that the results were positive, which indicates an increase in vegetation and plant density in Al-Hwizeh AM, only — in 2019 the results were negative.

**Keywords:** Mesopotamian alluvial marches, UNESCO, Al-Hwizeh, NDVI, geoecology, geoecological sensing, spatial analysis, monitoring.

**References**

1. Gilabert M.A., Gonza'lez J.P., Melia J., (2002). «A generalized soil-adjusted vegetation index». Remote Sensing of Environment 82, p. (304).
2. Hassan E. (2018). Study of the effect of changes in some meteorological elements on the values of NDVI and NDWI in Hor Ibn-Najim using remote sensing techniques. Thesis of master degree submitted to the college of science, Mustansiriyah University in Iraq.
3. Mather P.M. (2004). Computer processing of remote-sensed Images an introduction. John Wily & Sons, VSA, 3rded. 215p.
4. Jain A.K. (1989). «Fundamental of Digital Image Processing».
5. Cherepanov A.S. (2011). Vegetacionnyye indeksy [Vegetation indices]. Geomatika. No. 2, pp. 98–102
6. <http://whc.unesco.org/en/list/1481>
7. <https://www.usgs.gov>

**About the authors:**

**Vera A. Shirokova**, doctor of geographical sciences, professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, shirocova@gmail.com  
**Husam Khalaf Kadim Al Nussairi**, graduate student, husamkalf@yahoo.com  
**Pavel P. Lepekhn**, candidate of geographical sciences, senior lecturer, shampolamo@gmail.com

husamkalf@yahoo.com



## УСПЕХИ РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ И ЗНАЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ

Е.В. Харченко, Д.И. Жиликов, Д.А. Зюкин

ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия  
имени И.И. Иванова», г. Курск, Россия

В статье рассматриваются особенности развития сельскохозяйственного производства Курской области в контексте выявления причин успехов в отрасли и анализируется роль государственной поддержки. В исследовании динамика результатов развития направлений сельскохозяйственного производства оценивается в сопоставлении с 2006 г. — периодом начала реализации национального проекта в АПК, и с 2014 г. — началом структурного кризиса в стране. Значимость региона характеризуется его долей в структуре общероссийского производства, а рост этого показателя отражает более высокую динамику развития в конкретном регионе, чем в среднем по стране. Наиболее весомый вклад Курской области среди направлений сельскохозяйственного производства страны делается в свеклосахарном производстве, доля которого превышает уровень в 10%. Однако наиболее крупными и быстрорастущими сегментами сельскохозяйственного производства являются зерновое хозяйство и свиноводство, а наибольший прирост доли и урожая в относительном выражении зафиксировано в возделывании подсолнечника. На данный момент область занимает 5 место по урожаям зерновых культур, 3 место по урожаю сахарной свеклы фабричной, 6 место по производству мяса. Прорыв в результатах производства мяса произошел в период 2010-2012 гг., на что повлияло существенное увеличение величины государственной поддержки, основным инструментом которой стало субсидирование части процентов по уплате кредитов, большая часть которых направлена на реализацию инвестиционных проектов в животноводстве. В условиях высокой стоимости кредитов применение такого инструмента необходимо и оправдано, учитывая прогресс в результатах в приросте производства мяса и поголовья свиней. Однако решить проблемы в молочном направлении с помощью этого инструмента не удалось — производство молока продолжает снижаться. На развитие направлений растениеводства средства государственной поддержки выделяются в существенно меньшем объеме, а динамика их развития обусловлена высоким природно-экономическим потенциалом, которым обладает Курская область. В период пандемии и экономического кризиса величину государственной поддержки необходимо и дальше увеличивать, так как в сложившихся финансовых условиях и неэквивалентности обмена аграрии могут столкнуться с рядом сложностей, которые приведут к снижению результатов производства, а значит, и снижению уровня продовольственной безопасности.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственное производство, Курская область, зерновое хозяйство, свекловодство, свиноводство, государственная поддержка, развитие.

### Введение

Задача продовольственного обеспечения всегда являлась приоритетной для государства, обеспечивая политическую устойчивость и социальную стабильность. В условиях мировой пандемии угроза роста проблемы голода становится еще более существенной и может затронуть страны, которые ранее не страдали от этой беды. России за последние два десятилетия совершила большой скачок в развитии своего аграрного производства, превратившись из нетто-импортера в страну, имеющую весомый экспортный потенциал. Вместе с этим география и природно-климатические условия в регионах страны значительно отличаются, в том числе имеются и те, в которых аграрное производство минимально и продукция завозится в результате территориально-отраслевого обмена [3]. В ситуации, когда жители страны находятся на самоизоляции, а некоторые регионы ограничивают межрегиональное сообщение, транспортный поток сокращается, что может создать угрозу продовольственного обеспечения в аграрно неблагополучных природных зонах страны. Возможности и успехи аграрного производства отдельных регионов становятся залогом их социальной-экономической стабильности.

Курская область имеет высокий потенциал черноземов, что выделяет конкурентоспособ-

ность ее аграрного производства на фоне других регионов страны. Помимо конкурентных природно-климатических условий, на успехе в развитии сельскохозяйственного производства сказались и другие факторы, которые агробизнесу области удалось задействовать лучше, чем во многих других регионах, о чем свидетельствуют данные по Курской области. Не являясь сравнительно крупным по площади пашни регионом, Курская область входит в число лидеров по ряду показателей аграрного производства: 5 место по урожаю зерновых культур, 3 место по сбору сахарной свеклы фабричной, 6 место по производству свинины, при этом по темпам наращивания поголовья свиней область показывает самую высокую динамику в стране. Одними из факторов стали существенно увеличившаяся величина государственной финансовой поддержки и активная позиция руководства области в вопросах аграрного развития. Тем не менее в развитии различных направлений сельскохозяйственного производства роль государственной поддержки сильно отличается, а ее структура имеет высокую концентрацию на одном виде, поэтому в условиях пандемии и нарастающих финансово-экономических сложностей необходимо искать дальнейшие пути совершенствования механизма государственного регулирования АПК.

### Методика исследования

Для отрасли сельского хозяйства в современной России было два переломных момента: первый, ставший толчком для развития отрасли — 2006 г., когда началась реализация национального проекта развития АПК; и второй — 2014 г., когда в России было введено продовольственное эмбарго в ответ на антироссийские санкции против стран их поддержавших. Поэтому в исследовании результаты, которые были достигнуты к 2019 г. по основным направлениям сельскохозяйственного производства Курской области, сопоставляются с показателями этих двух периодов. В исследовании используется сопоставление изменений результатов по отдельным направлениям сельскохозяйственного производства Курской области с лидерами среди регионов страны.

### Результаты исследования

Курская область входит в состав Центрально-Черноземного экономического района, отличающегося аграрной специализацией и динамичным развитием АПК. О роли и значении региона в развитии сельскохозяйственного производства страны можно судить по его доле в структуре общероссийского производства. Рост данного показателя в условиях увеличения результатов аграрного производства в России



характеризует более высокую динамику развития в конкретном регионе, чем в среднем по стране.

Наиболее существенна роль Курской области среди направлений сельскохозяйственного производства страны в возделывании сахарной свеклы фабричной и производстве сахара. За изучаемый период (с 2006 по 2019 гг.) доля на российском рынке региональных свекловодов продолжала увеличиваться, максимально достигая уровня в 11,89% в 2018 г. Несмотря на это основными направлениями аграрного производства Курской области являются возделывание зерновых культур и свиноводство. Учитывая широкую географию возделывания зерна в России и значительные успехи зернового хозяйства страны, рост урожаев в 1,86 раза характеризует Курскую область как регион, где развитие зернового хозяйства происходит наиболее динамично и имеется высокий экспортный потенциал с долей в структуре российского экспорта зерна в 4,8%, что уступает только южным регионам с традиционной экспортной специализацией [4]. Еще выше динамика в приросте доли в структуре производства мяса — в 2,67 раза. Наибольшая динамика в показателях достигнута в возделывании подсолнечника, доля которого возросла в 23,5 раза, сформировав новое конкурентоспособное направление сельскохозяйственного производства в регионе (табл. 1).

Несмотря на динамику увеличения производства мяса, основу аграрного производства области по-прежнему составляет растениеводство. Валовой сбор зерна и сахарной свеклы — основных сельскохозяйственных культур Курской области увеличился, соответственно, почти в 3 и 2 раза относительно уровня 2006 г. Дополняемое формированием нового направления производства — возделыванием подсолнечника, это обеспечивает базу для активизации процессов переработки в широком перечне направлений промышленности (табл. 2).

Системообразующим в области является возделывание зерновых культур, на долю которых приходится свыше 50% пашни, 55% в структуре выручки от продукции растениеводства и 30% в структуре выручки от реализации всей аграрной продукции. Относительно 2006 г. производство зерновых в Курской области возросло в 2,8 раза, уступая по уровню относительно прироста в стране только Орловской области. Еще в 2010 г. регион вошел в первую десятку регионов, лидирующих по валовому сбору зерновых культур, а в 2014 г. закрепился на пятой позиции, которую сохраняет и по состоянию на 2019 г. Опережают Курскую область только регионы, традиционно составляющие «житницу России» — Краснодарский край, Ростовская область, Ставропольский край, а также соседняя Воронежская область, обладающая существенно большим размером пашни [5] (рис. 1).

Значимость зернового хозяйства для улучшения процессов возделывания других сельскохозяйственных культур проявляется через севооборот, а для животноводства — в создании качественной кормовой базы. Хотя в Курской области падают результаты производства молока и яиц, однако в свиноводстве после 2011 г. произошли коренные улучшения, обеспечившие высокую динамику производства мяса скота и птицы, уровень которого превысил в 2019 г. 0,5 млн т (табл. 3).

Динамика доли Курской области в общероссийском производстве по отдельным видам агропродукции в 2006-2019 гг., %

Годы	Произведено:							
	Зерна	Сахарной свеклы (фабричной)	Подсолнечника	Картофеля	Овощей	Мяса скота и птицы	Молока	Яиц
2006	2,22	8,09	0,12	2,55	0,85	1,31	1,25	0,81
2007	2,36	10,18	0,15	3,38	0,98	1,31	1,23	0,69
2008	3,10	9,39	0,37	2,88	0,95	1,25	1,28	0,54
2009	3,15	11,06	0,72	2,77	0,94	1,22	1,26	0,56
2010	2,50	9,74	1,50	2,99	0,73	1,20	1,22	0,57
2011	2,81	9,28	2,37	4,07	0,82	1,18	1,26	0,56
2012	4,01	10,53	2,96	3,57	0,94	1,49	1,26	0,56
2013	3,90	9,47	2,79	3,73	0,85	2,55	1,20	0,54
2014	4,01	8,89	2,90	2,59	0,79	3,30	1,04	0,51
2015	3,43	8,61	2,86	2,29	0,74	3,56	1,00	0,45
2016	3,72	10,88	2,79	2,08	0,75	3,69	0,95	0,42
2017	3,72	10,69	2,86	2,50	0,65	3,93	0,92	0,38
2018	3,99	11,89	2,90	2,30	0,67	3,91	0,95	0,35
2019	4,14	10,40	2,83	2,11	0,71	3,50	0,97	0,37
Прирост, %								
2019 г. к 2006 г.	1,92	2,31	2,71	-0,44	-0,14	2,19	-0,28	-0,44
2019 г. к 2014 г.	0,13	1,51	-0,07	-0,48	-0,08	0,20	-0,07	-0,14

Источник: Рассчитано авторами по данным федеральной службы государственной статистики [1, 2].

При значительных успехах в наращивании производства мяса наблюдается диспропорция в молочном направлении и птицеводстве, где сократилось производство молока и яиц. Однако данная тенденция характерна в целом для страны и определяется неэквивалентностью обмена, связанным с нерациональным ценообразованием на молоко; продолжающимся сокращением поголовья коров; низкой товарностью производства молока; дефицитом инвестиций в сельское хозяйство, ограниченный поток которых направляется в проекты с более быстрым сроком окупаемости [6].

Ключевым направлением развития животноводства в стране является свиноводство, чему активно способствуют различные государственные программы поддержки [7]. К 2014 г. перед принятием решения о продуктовом эмбарго ситуация существенно изменилась во многих регионах России, а явным лидером и примером стала Белгородская область. После введения продуктового эмбарго динамика наращивания производства мяса продолжила увеличиваться во всех регионах-лидерах (рис. 2).

Если Белгородская область является явным лидером последнего десятилетия по производству мяса, то Курская область входит в группу лидеров среди регионов с сопоставимыми показателями на уровне выше 0,5 млн т, по динамике прироста производства скота и птицы на убой уступая только Тамбовской области (рис. 3).

Огромная роль в успехах свиноводства принадлежит прямой государственной поддержке. При всех минусах инструмента субсидирования в сложившихся финансово-экономических условиях реализация проектов животноводческих комплексов была бы менее эффективна без нее, а сроки окупаемости существенно увеличивались бы [8]. В исследовании Н.М. Светлова, Р.Г. Янбых, Д.А. Логиновой также показывается преобладание положительных эффектов от государственной поддержки, тогда как отри-

цательные заключаются в неоднородности выделения средств по регионам и предприятиям, а также феномене мягких бюджетных ограничений [9].

В Курской области структура государственной поддержки в значительной степени сконцентрирована на субсидировании процентной ставки по кредитам. Такая структура государственной поддержки стала характерной для региона с 2010 г., когда существенно увеличился и общий ее объем. При этом поддержка по другим направлениям оказывалась в существенно меньшем объеме [10]. Поэтому и эффекты для различных направлений сельскохозяйственного производства были совершенно разными — отрасли растениеводства развивались за счет имеющегося высокого природно-экономического потенциала, тогда как животноводству требовалось субсидирование из-за стоимости кредитных ресурсов в условиях высокой процентной ставки. Если для развития молочного направления этот инструмент не помог, то для свиноводства его применение оказалось положительным — с 2012 г. в области сформировалась высокая динамика в абсолютном и относительном выражении увеличения поголовья свиней и производства мяса.

### Выводы и рекомендации

Несмотря на напряженные внешнеполитические отношения и тяжелую экономическую ситуацию, в России сохраняется положительная динамика развития сельскохозяйственного производства. В условиях объявленной пандемии и при сложившемся территориально-отраслевом обмене в обеспечении продовольственной безопасности возрастает роль аграрно развитых регионов. Курская область, с точки зрения позиций в производстве аграрной продукции, находится в числе лидеров по трем важным направлениям: производству зерновых культур, сахара и сахаросодержащей продукции, мяса.

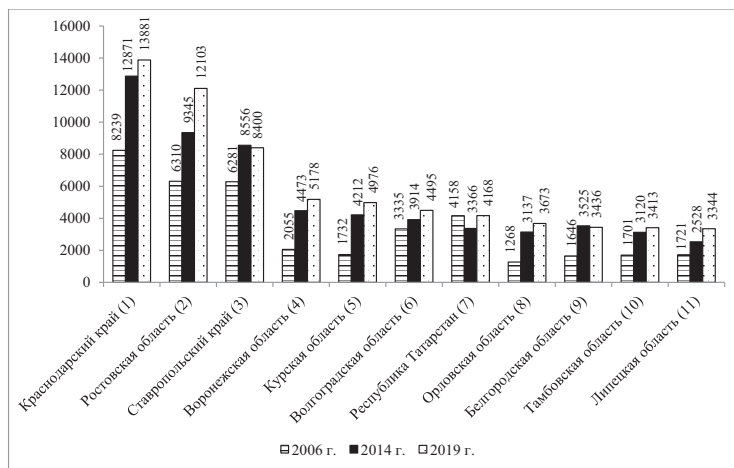


Рис. 1. Динамика валовых сборов зерна в регионах-лидерах России в 2006-2019 гг., тыс. т

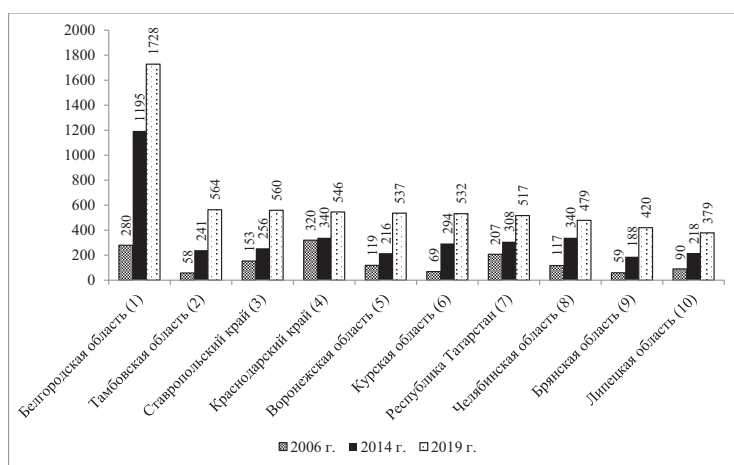


Рис. 2. Динамика производства скота и птицы в регионах-лидерах России в 2006-2019 гг., тыс. т

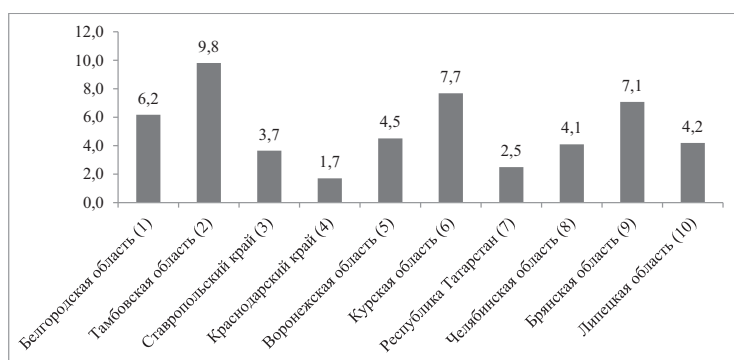


Рис. 3. Изменение объемов производства скота и птицы на убой в регионах-лидерах России в 2006-2019 гг., раз

Одним из важных факторов, способствующих развитию свиноводства в области, стало существенное увеличение прямой государственной поддержки и улучшение процедур администрирования при реализации животноводческих проектов. Основным инструментом государственной поддержки сельскохозяйственного производства в регионе является субсидирование процентной ставки по кредитам, без чего привлечение «длинных кредитных денег» было

бы нецелесообразно в ряде случаев. Вместе с тем потребность этого инструмента поддержки вытекает из жесткой монетарной политики государства, в рамках которой стоимость кредитных ресурсов выше, чем у конкурентов в аграрно развитых странах. При смягчении монетарной политики потребность в этом способе государственной поддержке будет снижаться, что позволит использовать кредитные ресурсы в других направлениях, в частности,

для поддержки селекционно-генетических проектов, улучшения производственно-логистической инфраструктуры, уровня и качества жизни населения в сельской местности. Как показывает практика, потребность в прямой поддержке растениеводства невысокая, а все его традиционно крупные направления способны динамично развиваться и без финансовой помощи при сохранении благоприятных рыночных условий.

Таблица 2

Динамика производства продукции растениеводства в Курской области в 2006-2019 гг., тыс. т

Год	Зерно	Сахарная свекла (фабричная)	Картофель	Овощи	Подсолнечник
2006	1739	2483	721	97	8
2007	1926	2933	919	113	9
2008	3352	2723	828	124	27
2009	3054	2753	863	127	47
2010	1526	2162	553	80	75
2011	2649	4417	1139	106	215
2012	2844	4740	875	120	222
2013	3603	3720	896	107	275
2014	4214	3314	630	101	246
2015	3593	3357	581	98	266
2016	4387	5584	468	99	307
2017	5044	5546	543	89	300
2018	4526	5004	516	92	370
2019	4976	5283	466	99	427
Прирост, %					
2019 г. к 2006 г.	186,1	112,8	-35,4	1,7	в 54,7 раза
2019 г. к 2014 г.	18,1	59,4	-26,1	-2,0	73,6

Источник: Рассчитано авторами по данным федеральной службы государственной статистики [1, 2].

Таблица 3

Динамика производства продукции животноводства в Курской области в 2006-2019 гг.

Годы	Скот и птица на убой (в убойном весе), тыс. т	Молоко, тыс. т	Яйца, млн шт.
2006	69,4	392,5	307,8
2007	75,7	394,1	262,1
2008	78,2	415,6	207,3
2009	82,2	409,4	219,7
2010	85,7	384,3	231,3
2011	88,4	392,6	232,2
2012	120,6	394,2	237,3
2013	217,7	359,4	223,7
2014	297,7	312,8	211,0
2015	338,7	297,5	192,1
2016	363,4	282,0	184,8
2017	406,0	276,5	170,8
2018	416,0	289,9	156,6
2019	532,4	304,5	164,3
Прирост, %			
2019 г. к 2006 г.	>в 7,6 раза	-22,4	-46,6
2019 г. к 2014 г.	78,8	-2,7	-22,1

Источник: Рассчитано авторами по данным федеральной службы государственной статистики [1, 2].



**Литература**

1. Регионы России. Социально-экономические показатели. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <https://gks.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 20.04.2020).

2. Публикации территориальных органов. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: [https://gks.ru/TOGS\\_publications](https://gks.ru/TOGS_publications) (дата обращения: 20.04.2020).

3. Алтухов А.И. Территориально-отраслевое разделение труда в агропромышленном производстве — необходимое условие обеспечения национальной продовольственной безопасности // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 55-61.

4. Зюкин Д.А., Солошенко Р.В. Улучшение транспортно-логистической инфраструктуры как основа повышения эффективности и диверсификации экспорта российского зерна // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 7. С. 141-147.

5. Zyukin, D., Svyatova, O., Zolotareva, E., Bystritskaya, A., Alyokhina, A. (2020). The improvement of the model to develop the infrastructure of the grain product subcomplex as the essential attribute to increase the efficiency and ramp up of Russian grain export. *Amazonia Investiga*, no. 9 (25), pp. 461-470.

6. Алтухов А.И., Семенова Е.И. Молочное скотоводство России: экономические проблемы и пути их решения // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 2. С. 33-38.

7. Чистяков Г.В., Жилияков Д.И. Анализ отрасли свиноводства в рамках реализации государственных программ развития // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 5. С. 73-77.

8. Жилияков Д.И. Динамика и структура государственной поддержки АПК Курской области // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса: материалы Международной научно-практической конференции / Отв. за выпуск И.Я. Пигорев. Курск, 2016. С. 97-103.

9. Светлов Н.М., Янбык Р.Г., Логинова Д.А. О неоднородности эффектов господдержки сельского хозяйства // Вопросы экономики. 2019. № 4. С. 59-73.

10. Зюкин Д.А. Эффективность использования и распределения государственной поддержки зернового хозяйства // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 8 (263). С. 46-56.

**Об авторах:**

**Харченко Екатерина Владимировна**, доктор экономических наук, профессор, ректор, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0743-4798>, [harchenko\\_ev@kgsa.ru](mailto:harchenko_ev@kgsa.ru)

**Жилияков Дмитрий Иванович**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры финансовых и экономических дисциплин,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4190-7015>, [kursknich@gmail.com](mailto:kursknich@gmail.com)

**Зюкин Данил Алексеевич**, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, [nightingale46@rambler.ru](mailto:nightingale46@rambler.ru)

## THE STATE'S ROLE IN THE SUCCESS OF THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE KURSK REGION

**E.V. Kharchenko, D.I. Zhilyakov, D.A. Zyukin**

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

The article examines the features of the development of agricultural production in the Kursk region in the context of identifying the reasons for success in the industry and analyzes the role of state support. In the study of dynamics of development outcomes agricultural production is estimated in comparison with 2006 — the national project in agriculture, and to 2014 — the beginning of the structural crisis in the country. The importance of the region is characterized by its share in the structure of all-Russian production, and the growth of this indicator reflects a higher dynamics of development in a particular region than the national average. The most significant contribution of the Kursk region among the directions of agricultural production of the country is made in beet sugar production, the share of which exceeds the level of 10%. However, the largest and fastest growing segments of agricultural production are grain farming and pig farming, and the largest increase in the share and yield in relative terms was recorded in the cultivation of sunflower. At the moment, the region occupies the 5th place in grain crops, the 3rd place in the harvest of sugar beet factory, the 6th place in meat production. A breakthrough in the results of meat production occurred in the period 2010-2012, which was influenced by a significant increase in the amount of state support, the main tool of which was the subsidization of part of the interest on the payment of loans, most of which are directed to the implementation of investment projects in animal husbandry in the context of high credit costs, the use of such a tool is necessary and justified, given the progress in results in the growth of meat production and pig population. However, it was not possible to solve problems in the dairy sector with the help of this tool — milk production continues to decline. For the development of crop production areas, state support funds are allocated in a significantly smaller amount, and the dynamics of their development is due to the high natural and economic potential that the Kursk region has. In the period of a pandemic and economic crisis, the amount of state support should be further increased, since in the current financial conditions and unequal exchange, farmers may face a number of difficulties that will lead to a decrease in production results, and therefore a decrease in the level of food security.

**Keywords:** agricultural production, Kursk region, grain farming, sugar beet farming, pig breeding, state support, development.

**References**

1. Regiony Rossii. Sotsial'no-ehkonomicheskie pokaziteli. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki [The regions of Russia. Socio-economic indicators. Federal state statistics service]. Available at: <https://gks.ru/folder/210/document/13204> (accessed: 20.04.2020).

2. Publikatsii territorial'nykh organov. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki [Publications of territorial authorities. Federal state statistics service]. Available at: [https://gks.ru/TOGS\\_publications](https://gks.ru/TOGS_publications) (accessed: 20.04.2020).

3. Altukhov, A.I. (2018). Territorial'no-otraslevoye razdelenie truda v agropromyshlennom proizvodstve — neobkhodimoye uslovie obespecheniya natsional'noi prodovol'stvennoi bezopasnosti [Territorial and sectoral division of labor in agro-industrial production — a necessary condition for ensuring national food security]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 1, pp. 55-61.

4. Zyukin, D.A., Soloshenko, R.V. (2019). Uluchsheniye transportno-logisticheskoy infrastruktury kak osnova povysheniya ehffektivnosti i diversifikatsii ehksporta rossiisk-

ogo zerna [Improving transport and logistics infrastructure as a basis for increasing the efficiency and diversification of Russian grain exports]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 7, pp. 141-147.

5. Zyukin, D., Svyatova, O., Zolotareva, E., Bystritskaya, A., Alyokhina, A. (2020). The improvement of the model to develop the infrastructure of the grain product subcomplex as the essential attribute to increase the efficiency and ramp up of Russian grain export. *Amazonia Investiga*, no. 9 (25), pp. 461-470.

6. Altukhov, A.I., Semenova, E.I. (2019). Molochnoye skotovodstvo Rossii: ehkonomicheskie problemy i puti ikh resheniya [Dairy cattle breeding in Russia: economic problems and ways to solve them]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaystva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 2, pp. 33-38.

7. Chistyakov, G.V., Zhilyakov, D.I. (2017). Analiz otrasli svinovodstva v ramkakh realizatsii gosudarstvennykh programm razvitiya [Analysis of the pig industry in the framework of state development programs]. *Vestnik Kurskoi gos-*

*darstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 5, pp. 73-77.

8. Zhilyakov, D.I. (2016). Dinamika i struktura gosudarstvennoi podderzhki APK Kurskoi oblasti [Dynamics and structure of state support for agriculture in the Kursk region]. *Aktual'nye voprosy innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Topical issues of innovative development of the agro-industrial complex: proceedings of the International scientific and practical conference]. Kursk, pp. 97-103.

9. Svetlov, N.M., Yanbykh, R.G., Loginova, D.A. (2019). O neodnorodnosti ehffektov gospodderzhki sel'skogo khozyaystva [The heterogeneity of the effects of state support for agriculture]. *Voprosy ehkonomiki*, no. 4, pp. 59-73.

10. Zyukin, D.A. (2012). Ehffektivnost' ispol'zovaniya i raspredeleniya gosudarstvennoi podderzhki zernovogo khozyaystva [Efficiency of use and distribution of state support for grain farming]. *Ehkonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic analysis: theory and practice], no. 8 (263), pp. 46-56.

**About the authors:**

**Ekaterina V. Kharchenko**, doctor of economic sciences, professor, rector, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0743-4798>, [harchenko\\_ev@kgsa.ru](mailto:harchenko_ev@kgsa.ru)

**Dmitry I. Zhilyakov**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of financial and economic disciplines, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4190-7015>, [kursknich@gmail.com](mailto:kursknich@gmail.com)

**Danil A. Zyukin**, candidate of economic sciences, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, [nightingale46@rambler.ru](mailto:nightingale46@rambler.ru)

[nightingale46@rambler.ru](mailto:nightingale46@rambler.ru)





## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ В ПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ: ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АСПЕКТ

А.Т. Стадник<sup>1</sup>, С.А. Шелковников<sup>1</sup>, Э.М. Лубкова<sup>2</sup>, А.Э. Шилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово, Россия

Авторами проведено исследование территориальных аспектов развития сельского хозяйства, пищевых и перерабатывающих предприятий в промышленном регионе. Актуальность изучения выбранной темы обусловлена спецификой промышленных регионов, особенно добывающих, в которых ландшафты и состояние экологии делают крайне затруднительным развитие сельского хозяйства на отдельных их территориях. На примере Кемеровской области — Кузбасса показана неравномерность производства сельскохозяйственной продукции по территории промышленного региона. Четыре муниципальных района (округа) производят почти половину сельскохозяйственной продукции региона. Для Кемеровской области — Кузбасса в настоящее время остро стоит проблема существенного снижения объемов производства сельскохозяйственной продукции. Существующая система государственной поддержки направлена в первую очередь на поддержание уже функционирующих сельскохозяйственных организаций, сохранение текущего состояния сельского хозяйства. Поэтому актуализируется вопрос привлечения дополнительных ресурсов для развития АПК, в том числе за счет новых производств. Определены перспективные направления производства сельскохозяйственной продукции и продуктов питания по муниципальным районам Кемеровской области — Кузбасса. Наряду с ограниченными возможностями развития сельского хозяйства промышленные регионы зачастую обладают широкими возможностями развития пищевой и перерабатывающей промышленности, так как имеется развитая инвестиционная и транспортная инфраструктура, высококвалифицированные трудовые ресурсы. Кроме того, создание организаций пищевой и перерабатывающей промышленности позволяет диверсифицировать экономику промышленных регионов, решая проблемы территориальных диспропорций и развития моногородов. С учетом действующих сельскохозяйственных производств и наличия большого числа моногородов авторами предложена схема размещения пищевых и перерабатывающих предприятий в Кемеровской области — Кузбассе.

**Ключевые слова:** территориальное развитие АПК, переработка сельскохозяйственной продукции, перспективные направления развития АПК, моногорода, схема размещения производств.

### Введение

В последние годы в России отмечается рост производства сельскохозяйственной продукции, одновременно с этим стратегические приоритеты в развитии сельского хозяйства смещаются от импортозамещения к достижению положительного торгового баланса в отношении сельскохозяйственной продукции и продовольствия. Наряду с этим в российском сельском хозяйстве отмечается ряд негативных тенденций, и одной из наиболее острых является усиление диспропорций в развитии сельского хозяйства различных территорий регионов.

В контексте развития сельского хозяйства и повышения его эффективности особую актуальность приобретает вопрос рационального размещения сельскохозяйственных производств, предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности.

Российские ученые отмечают необходимость усиления конкурентных позиций и повышения сбалансированности пространственного развития АПК России на основе максимально эффективного и экологически безопасного использования природно-ресурсного потенциала, создания наукоемкого и высокотехнологичного сектора экономики, обеспечения комфортных условий проживания и жизнедеятельности сельского населения [9].

По мнению М.В. Шагохина, С.О. Новосельского, В.В. Дуплина, в условиях рынка требуется многовариантная разработка направлений и структуры комплексного развития региональ-

ного аграрного производства, особенно в рамках устойчивого развития [11]. Одновременно с этим следует учитывать, что территориальная дифференциация сельскохозяйственного производства способна оказать отрицательное влияние на уровень жизни и доходов сельского населения [4]. В связи с этим вопросы пространственного и территориального развития сельского хозяйства требуют дополнительного изучения, а при стратегическом планировании развития сельского хозяйства должны учитываться его экономические и социальные аспекты.

В рыночных условиях тенденции развития сельского хозяйства и сельских территорий изменяются. Как отмечают Е.Б. Дворячкина, Е.А. Белоусова, новая парадигма сельского развития должна исходить из идеи конкурентоспособности сельских территорий вместо стремления к выравниванию и назначению общих целевых показателей [3].

Важной особенностью современного сельского хозяйства является снижение транспортных издержек в себестоимости производимой сельскохозяйственной продукции. С развитием транспортной системы наблюдается удешевление стоимости ввоза грузов и происходит сближение цен разных рынков [4], поэтому размещение производств в непосредственной близости от потребителя в настоящее время перестает быть первостепенной задачей. Становится важным, чтобы сельское хозяйство было экологичным, позволяло производить безопас-

ную и качественную продукцию. Для решения задачи экологизации аграрного производства, по мнению Н.И. Жукова, необходимо прежде всего определить рациональную структуру его размещения в соответствии с природными условиями [4].

По мнению авторов, для промышленных регионов, особенно специализирующихся на добывающей промышленности, вопросы территориального развития чрезвычайно важны в силу их региональной специфики. Размещение добывающих предприятий ограничивает возможности развития сельского хозяйства на существенной части территорий промышленных регионов. Кроме того, наличие значительного числа территорий со статусом «моногород» [14], неблагоприятная экологическая ситуация в большинстве районов [13] и низкая экономическая эффективность сельского хозяйства по сравнению с промышленностью [12] усугубляют ситуацию.

### Материалы и методы

В данной статье на примере Кемеровской области — Кузбасса проведен анализ особенностей территориального развития сельского хозяйства в промышленном регионе, установлены особенности развития АПК региона с учетом того, что в регионе статус «моногородов» имеют 24 территории, проанализирована динамика и структура производства сельскохозяйственной продукции по муниципальным районам (округам). Предложена перспективная специализация агропромышленного производства.

Таблица 1

Субъекты России с наибольшим количеством муниципальных образований, имеющих статус «моногород»

Регион	Всего	1 категория	2 категория	3 категория
Всего	323	97	150	76
В том числе:				
Кемеровская область — Кузбасс	24	9	11	4
Свердловская область	18	5	7	6
Челябинская область	16	7	5	4
Нижегородская область	12	-	5	7
Кировская область	11	4	3	4
Республика Карелия	11	6	5	-
Брянская область	10	4	2	4
Ивановская область	10	4	4	2
Приморский край	9	3	6	-
Забайкальский край	8	5	3	-
Иркутская область	8	3	4	1
Оренбургская область	8	3	3	2
Архангельская область	7	2	3	2
Владимирская область	7	3	2	2
Мурманская область	7	3	4	-

Составлено авторами на основании Распоряжения Правительства Российской Федерации «О перечне монопрофильных муниципальных образований РФ (моногородов) от 29 июля 2014 г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420210942>

Исходными данными для проведенного исследования стали материалы Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Кузбасса и территориально-органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области за 2017-2019 гг.

### Результаты исследования

Кемеровская область — Кузбасс обладает ограниченными возможностями ведения сельского хозяйства. Сдерживающими факторами в его развитии являются недостаточно благоприятные климатические и экологические условия, специализация ряда муниципальных образований на добывающих и сопутствующих им отраслях [5, 7], наличие большого числа территорий со статусом «моногород», низкая доля сельского населения, гористый рельеф на юго-востоке региона.

На большинстве сельских территорий региона расположены и функционируют предприятия угольной отрасли и промышленно-производственные предприятия [10]. Поскольку рентабельность в промышленности в регионе существенно выше, чем в сельском хозяйстве, происходит сокращение территорий, специализирующихся на аграрном производстве.

Исследование показало, что Кемеровская область — Кузбасс занимает первое место среди субъектов России по количеству муниципальных образований со статусом «моногород» (табл. 1). Группировка моногородов России проведена в соответствии с категориями монопрофильного муниципального образования. К 1 категории относятся моногорода с наиболее сложным социально-экономическим положением (в том числе во взаимосвязи с проблемами функцио-

Таблица 2

Группировка монопрофильных муниципальных образований (округов) Кемеровской области — Кузбасса по категориям и специализация градообразующих предприятий

1 категория	2 категория	3 категория
г. Анжеро-Судженск (угольная) г. Гурьевск (металлургия) г. Прокопьевск (угольная) г. Калтан (угольная) г. Киселевск (угольная) пос. Мундыбаш (угольная, обогащение) г. Юрга (машиностроение) г. Салаир (горнорудная) г. Таштагол (горнорудная)	г. Белово (угольная) г. Березовский (угольная, обогащение) г. Ленинск-Кузнецкий (угольная, обогащение) г. Мариинск (пищевая и перерабатывающая) г. Междуреченск (угольная) г. Мыски (угольная) г. Осинники (угольная) г. Польшаево (угольная) г. Тайга (железнодорожная) г. Топки (промышленные материалы) пос. Яшкино (пищевая и перерабатывающая)	г. Новокузнецк (металлургия) пос. Белогорск (горнорудная) пос. Краснобродский (угольная) пос. Шерегеш (угольная, обогащение)

Таблица 3

Продукция сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий Кемеровской области — Кузбасса в 2017-2019 гг.

Муниципальные районы (округа)	2017 г.		2018 г.		2019 г. (предварительные данные)		Темп прироста/снижения, %
	млн руб.	%	млн руб.	%	млн руб.	%	
Беловский	3943,55	7,63	3437,2	8,08	3536,2	8,23	-10,33
Гурьевский	1969,24	3,81	1571,3	3,69	1495,7	3,48	-24,05
Ижморский	1061,97	2,05	686,3	1,61	633,6	1,48	-40,34
Кемеровский	3930,25	7,6	3211,7	7,55	2962,8	6,90	-24,62
Крапивинский	2386,47	4,62	2020,4	4,75	1862,9	4,34	-21,94
Ленинск-Кузнецкий	3657,3	7,07	2830,7	6,65	2901,1	6,75	-20,68
Мариинский	1524,69	2,95	1089,3	2,56	1096,9	2,55	-28,06
Новокузнецкий	9544,23	18,46	9187,5	21,59	9014,3	20,99	-5,55
Прокопьевский	4904,26	9,49	4086,9	9,60	4183,4	9,74	-14,70
Промышленновский	4888,1	9,46	3760,1	8,84	4312,1	10,04	-11,78
Таштагольский	662,224	1,28	432,6	1,02	413,5	0,96	-37,56
Тисульский	1559,69	3,02	828,7	1,95	812,2	1,89	-47,93
Топкинский	2536,07	4,91	2131,3	5,01	2437,4	5,67	-3,89
Тяжинский	1418,07	2,74	850,8	2,00	884,8	2,06	-37,61
Чебулинский	2000,05	3,87	1398	3,29	1517,2	3,53	-24,14
Юргинский	2147,62	4,15	1601	3,76	1664,5	3,88	-22,50
Яйский	1248,08	2,41	826,8	1,94	844,9	1,97	-32,30
Яшкинский	2316,14	4,48	2601,2	6,11	2378,5	5,54	+2,69
Всего по муниципальным районам (округам)	51698	100	42551,8	100	42952	100	-16,92

Составлено авторами по данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области.

нирования градообразующих организаций), ко 2 категории — моногорода, имеющие риск ухудшения социально-экономического положения, к 3 категории — моногорода со стабильной социально-экономической ситуацией [8]. В список 15 регионов по количеству моногородов входят регионы, специализирующиеся на добывающей и обрабатывающей промышленности.

По мнению авторов, вопрос территориального развития АПК промышленных регионов должен базироваться на развитии пищевой и перерабатывающей промышленности, так как возможности увеличивать объемы аграрного производства у таких регионов нет. Анализ группировки моногородов Кемеровской области — Кузбасса подтверждает это заключение. На территории региона из 24 моногородов 4 территории относятся к 1 категории, то есть только в этих муниципальных образованиях социально-экономическое положение признано стабильным, и, следовательно, эти территории

могут стать точками роста развития регионального АПК. Кроме того, в этих моногородах градообразующими являются промышленные предприятия, что обуславливает необходимость диверсификации экономики (табл. 2). Открытие предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности позволит решить данный вопрос.

Ведущие экономисты-аграрники отмечают наличие потенциала развития АПК в Кемеровской области — Кузбассе. По мнению А.И. Алтухова, для региона перспективными направлениями специализации АПК являются не только растениеводство и животноводство, но и производство пищевых продуктов и напитков [1].

Анализ динамики производства продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий Кемеровской области — Кузбасса подтверждает неравномерность развития сельскохозяйственных производств на территории региона (табл. 3).



Наибольший объем, около 1/5 производства сельскохозяйственной продукции в 2017-2019 гг. был обеспечен сельхозпроизводителями Новокузнецкого муниципального района. Около 9% сельхозпродукции производилось в Промышленновском и Прокопьевском муниципальных округах. При этом в Прокопьевском районе ведется активная добыча угля, что оказывает неблагоприятное влияние на качество

производимой продукции. Во всех районах, кроме Яшкинского, зафиксировано снижение объема продукции сельского хозяйства, что создает угрозу для продовольственного обеспечения региона. Наиболее неблагоприятная динамика объема сельскохозяйственной продукции характерна для Ижморского, Тяжинского, Яйского муниципальных округов и Тисульского, Таштагольского муниципальных районов.

Распределение продукции сельского хозяйства по муниципальным округам (районам) показано на рисунке 1.

Авторами исследована текущая и перспективная специализация муниципальных районов (округов) Кемеровской области — Кузбасса по производству сельскохозяйственной продукции и продуктов питания (табл. 4).

Проведенные исследования показали, что перспективными территориями для производства молока являются Мариинский, Тисульский муниципальные районы и Тяжинский муниципальный округ. Природно-климатические и экологические условия этих территорий позволяют производить качественное молоко, что особенно актуально в связи с невыполнением в регионе рациональной нормы среднешевого потребления. Имеются перспективы производства мяса (преимущественно птицы, кроликов) в Мариинском муниципальном районе и Тяжинском муниципальном округе.

Развитая инвестиционно-инновационная и транспортная инфраструктура региона и возрастающая необходимость диверсификации региональной экономики, обусловленная неблагоприятными тенденциями в угольной отрасли, создают предпосылки для развития пищевой и перерабатывающей промышленности. Размещение основных существующих предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности показано на рисунке 2.

На основе данных о территориальном распределении сельскохозяйственных производств, состоянии инфраструктуры и размещении действующих организаций пищевой и перерабатывающей промышленности авторами предложена схема размещения перерабатывающих производств Кемеровской области — Кузбасса, представленная на рисунке 3.

В настоящее время основные мощности по переработке молока сосредоточены в Кемеровском, Промышленновском, Юргинском и Тяжинском муниципальных округах. Перспективно наращивать перерабатывающие мощности в округах с доминирующими объемами производства молока — Промышленновском и Ленинск-Кузнецком, а также в Мариинском и Тисульском муниципальных районах, что объясняется логистическими возможностями и необходимостью развития экономики.

Основные предприятия по переработке мяса на сегодняшний день размещены, с учетом принципа ориентации на потребителя, в Кемеровском муниципальном округе и Новокузнецком муниципальном районе. По мнению авторов, целесообразно дополнительное размещение мощностей по переработке мяса в Ленинск-Кузнецком и Прокопьевском муниципальных округах по сырьевому принципу.

Предприятия по переработке яиц традиционно размещаются в основных сырьевых и потребительских районах. Согласно исследованиям, в качестве перспективных территорий по переработке яиц являются Яшкинский, Кемеровский, Крапивинский муниципальные округа, Беловский муниципальный район.

Предприятия по переработке зерна сосредоточены в основном в Прокопьевском, Ленинск-Кузнецком муниципальных округах и Новокузнецком муниципальном районе. В качестве территорий, перспективных для развития и наращивания объемов переработки зерна, определены территории с высокими объемами его производства (Юргинский, Промышленновский, Ленинск-Кузнецкий муниципальные округа и Новокузнецкий муниципальный район).

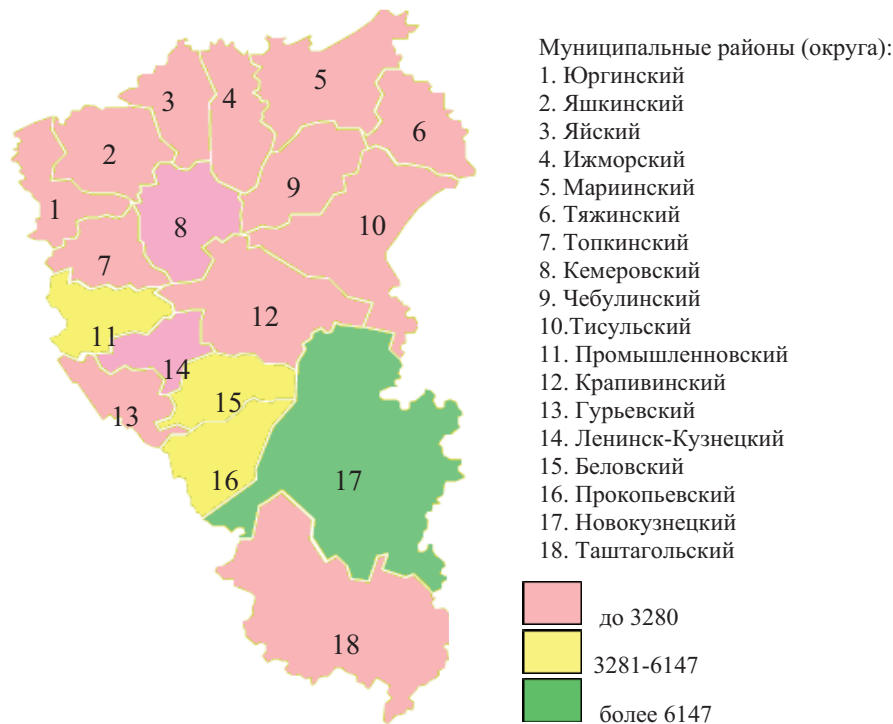


Рис. 1. Производство продукции сельского хозяйства по муниципальным округам (районам) Кемеровской области — Кузбасса в 2019 г., млн руб.

Таблица 4

Направления производства сельскохозяйственной продукции и продуктов питания по муниципальным районам (округам) Кемеровской области — Кузбасса

Муниципальные районы (округа)	Производство						
	молока	мяса	яиц	зерновых и зернобобовых	картофеля	овощей	рыбы и рыбопродуктов
Беловский			VV		V	VV	V
Гурьевский							
Ижморский							
Кемеровский	VV	VV	V		VV	VV	
Крапивинский	V	V					
Ленинск-Кузнецкий	VV	VV		VV	V		
Мариинский	*	*				V	
Новокузнецкий	VV	VV	VV		VV	VV	
Прокопьевский	V	VV		V	VV	V	
Промышленновский	VV	VV		VV	V		
Таштагольский							
Тисульский	*						
Топкинский				V		V	
Тяжинский	*	*					
Чебулинский	V	V					
Юргинский	V	V		V		V	
Яйский							
Яшкинский			V		VV	V	

VV — высокие объемы производства; V — средние объемы производства; \* — перспективные районы производства.



Перспективными территориями по переработке овощей и картофеля являются Яшкинский муниципальный округ, в котором активно ведется производство картофеля и овощей, и прилегающие к нему Юргинский и Яйский округа, а также густонаселенные Кемеровский муниципальный округ и Новокузнецкий муниципальный район.

Следует отметить, что данная схема размещения учитывает категории монопрофильных образований и специализацию градообразующих предприятий. Развитие пищевой и перера-

батывающей промышленности на территории региона возможно при условии усовершенствования организационно-экономического механизма регулирования АПК. Данное направление должно стать приоритетным, так как позволит диверсифицировать экономику в муниципальных образованиях и регионе в целом.

**Обсуждение**

Исследование территориального аспекта развития сельского хозяйства актуально для

промышленных регионов России, так как большая часть регионов страны специализируется на добывающей и обрабатывающей промышленности. Немаловажным является определение перспектив развития сельскохозяйственных производств в муниципальных образованиях промышленных регионов.

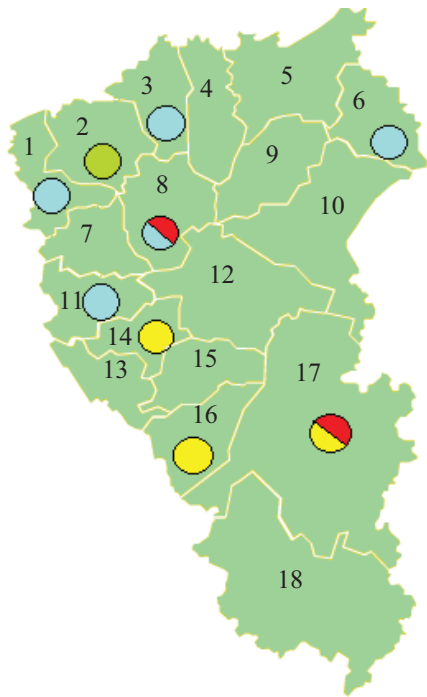
**Заключение**

Проведенное авторами исследование территориальных особенностей производства сельскохозяйственной продукции Кемеровской области — Кузбасса подтверждает необходимость внесения коррективов в вопрос размещения сельскохозяйственных организаций, перерабатывающих и пищевых производств. Для дальнейшего развития сельского хозяйства и связанных с ним отраслей недостаточно существующего государственного финансирования, поэтому актуальным является поиск новых источников финансирования и развитие механизма государственно-частного партнерства. Важно также в полной мере использовать имеющийся потенциал промышленного региона для развития перерабатывающих производств.

Авторами проведено исследование, на основе которого предложена схема размещения новых перерабатывающих и пищевых производств в 11 муниципальных районах (округах) Кемеровской области — Кузбасса. Такое размещение позволит диверсифицировать экономику моногородов, в которых градообразующими являются промышленные предприятия.

**Литература**

1. Алтухов А.И. Сельскохозяйственному производству страны необходима новая концепция размещения и специализации // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 8. С. 7-14.
2. Алтухов А.И., Колесников А.В. Социальное развитие сельских территорий // Modern Economy Success. 2019. № 6. С. 152-162.
3. Дворядкина Е.Б., Белоусова Е.А. Лучшие практики пространственного развития: возможность адаптации в отношении муниципальных районов // Регионоведение. 2019. Т. 27. № 4 (109). С. 633-660.
4. Жуков Н.И. К концепции управления размещением и специализацией сельскохозяйственного производства // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 8. С. 15-19.
5. Колесникова Е.Г., Чекаленева Т.Д., Котова О.Н. Социально-экономические аспекты потенциала устойчивого развития сельского хозяйства в ресурсных регионах // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2017. № 4. С. 35-41.
6. Лубкова Э.М. Стратегические приоритеты развития АПК промышленных регионов // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 2. С. 29-35.
7. Першукевич И.П., Рябухина Я.Ю., Зяблицева Т.М. Инновационно-инвестиционная активность и потенциал сельского хозяйства муниципальных районов // Фундаментальные исследования. 2019. № 12. С. 154-159.
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 29.07.2014 № 1398-р «О перечне монопрофильных муниципальных образований Российской Федерации (моногородов)». Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420210942> (дата обращения: 10.09.2020).
9. Ушачев И.Г., Папцов А.Г., Долгушкин Н.К., Серков А.Ф., Маслова В.В., Чекалин В.С. Стратегические направления развития сельского хозяйства России в условиях углубления интеграции в ЕАЭС. М.: РАН, 2017. 48 с.
10. Харитонов А.В. Специфические особенности развития сельских территорий промышленно развитого региона // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2019. № 2 (58). Режим доступа: <https://eee-region.ru/article/5803/> (дата обращения: 07.03.2020).



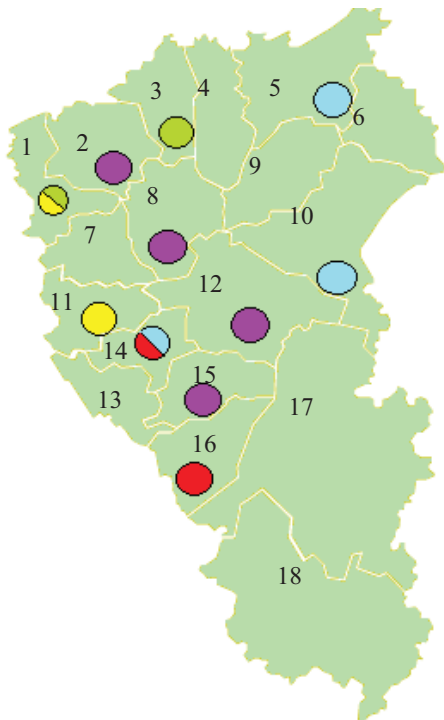
Муниципальные районы (округа):

1. Юргинский
2. Яшкинский
3. Яйский
4. Ижморский
5. Мариинский
6. Тяжинский
7. Топкинский
8. Кемеровский
9. Чебулинский
10. Тисульский
11. Промышленновский
12. Крапивинский
13. Гурьевский
14. Ленинск-Кузнецкий
15. Беловский
16. Прокопьевский
17. Новокузнецкий
18. Таштагольский

Предприятия по переработке:

- молока
- мяса
- зерна
- картофеля и овощей

Рис. 2. Схема размещения пищевых и перерабатывающих производств в Кемеровской области — Кузбассе



Муниципальные районы (округа):

1. Юргинский
2. Яшкинский
3. Яйский
4. Ижморский
5. Мариинский
6. Тяжинский
7. Топкинский
8. Кемеровский
9. Чебулинский
10. Тисульский
11. Промышленновский
12. Крапивинский
13. Гурьевский
14. Ленинск-Кузнецкий
15. Беловский
16. Прокопьевский
17. Новокузнецкий
18. Таштагольский

Предприятия по переработке:

- молока
- мяса
- яиц
- зерна
- картофеля и овощей

Рис. 3. Предлагаемая схема размещения новых перерабатывающих и пищевых производств Кемеровской области — Кузбасса

(предложено авторами)



11. Шатохин М.В., Новосельский С.О., Дуплин В.В. Планирование комплексного устойчивого развития АПК региона // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 13-16.

12. Шелковников С.А., Лубкова Э.М., Шилова А.Э. Условия и факторы повышения конкурентоспособности АПК промышленного региона (на материалах Кемеровской области) // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2019. № 7 (52). С. 51-56.

13. Bereznev, S., Lubkova, E., Shilova, A., Ermolaeva, G. (2020). Sustainable development of agriculture of industrial region: ecological aspect. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference «FarEastCon 2019»*, pp. 082012.

#### Об авторах:

**Стадник Анатолий Тимофеевич**, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры государственного, муниципального и экономического управления, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8761-6697>, stadnik@nsau.edu.ru

**Шелковников Сергей Александрович**, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры финансов и статистики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1568-5025>, shelkovnikov1@rambler.ru

**Лубкова Эльмира Миннулловна**, кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой финансов и кредита, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3255-779X>, Scopus ID: 57194030763, Researcher ID: AAG-4947-2019, lem.fk@kuzstu.ru

**Шилова Анна Эдуардовна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1887-2275>, Scopus ID: 57204949488, Researcher ID: AAG-4957-2019, shilovaae@kuzstu.ru

## PERSPECTIVE DIRECTIONS OF FOOD PRODUCTION AND PROCCESSING IN THE INDUSTRIAL REGION: TERRITORIAL ASPECT

A.T. Stadnik<sup>1</sup>, S.A. Shelkovnikov<sup>1</sup>, E.M. Lubkova<sup>2</sup>, A.E. Shilova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russia

A study of the territorial aspects of the development of agriculture, food and processing enterprises in an industrial region is conducted by the authors. The relevance of studying the chosen topic is due to the specifics of industrial regions, especially mining ones, in which landscapes and the state of environment make it extremely difficult to develop agriculture in their individual territories. The disparity of agricultural production in the territory of an industrial region is shown on the example of the Kemerovo region — Kuzbass. Four municipal districts (counties) produce almost half of the region's agricultural products. The problem of a significant decrease in the volume of agricultural production is currently acute for the Kemerovo region — Kuzbass. The existing system of state support is aimed primarily at supporting already functioning agricultural organizations, maintaining the current state of agriculture. Therefore, the issue of attracting additional resources for the development of agro-industrial complex is being actualized, including through new companies. The promising directions for the production of agricultural and food products in the municipal districts of the Kemerovo region — Kuzbass are determined. Along with limited opportunities for the development of agriculture, industrial regions often have wide opportunities for the development of the food and processing industry, since there is a developed investment and transport infrastructure, highly qualified labor resources. In addition, the creation of food and processing industry companies allows diversifying the economy of industrial regions, solving the problems of territorial disparities and the development of single-industry towns. Taking into account the existing agricultural companies and the presence of a large number of single-industry towns, the authors proposed a layout for food and processing enterprises in the Kemerovo region — Kuzbass.

**Keywords:** territorial development of agro-industrial complex, processing of agricultural products, promising directions of development of the agro-industrial complex, single-industry towns, production layout.

#### References

- Altukhov, A.I. (2019). Sel'skokhozyaystvennomu proizvodstvu strany neobkhodima novaya kontseptsiya razmeshcheniya i spetsializatsii [The country's agricultural production needs a new concept of location and specialization]. *Ehkonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 7-14.
- Altukhov, A.I., Kolesnikov, A.V. (2019). Sotsial'noe razvitiye sel'skikh territorii [Social development of rural areas]. *Modern Economy Success*, no. 6, pp. 152-162.
- Dvoryadkina, E.B., Belousova, E.A. (2019). Luchshie praktiki prostranstvennogo razvitiya: vozmozhnost' adaptatsii v otnoshenii munitsipal'nykh raionov [Best practices in spatial development: adaptation in relation to municipal areas]. *Regionologiya* [Regionology], vol. 27, no. 4 (109), pp. 633-660.
- Zhukov, N.I. (2019). K kontseptsii upravleniya razmeshcheniem i spetsializatsiei sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva [On the concept of managing the location and specialization of agricultural production]. *Ehkonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 15-19.
- Kolesnikova, E.G., Chekmeneva, T.D., Kotova, O.N. (2017). Sotsial'no-ehkonomicheskie aspekty potentsiala ustoychivogo razvitiya sel'skogo khozyaystva v resursnykh regionakh [Socio-economic aspects of the potential for sustainable agricultural development in resource regions].

*Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Politicheskoe, sotsiologicheskoe i ehkonomicheskoe nauki* [Bulletin of Kemerovo state university. Series: Political, sociological and economic sciences], no. 4, pp. 35-41.

6. Lubkova, E.M. (2020). Strategicheskie priority razvitiya APK promyshlennykh regionov [Strategic priorities for the development of agribusiness in industrial regions]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaystva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 2, pp. 29-35.

7. Pershukovich, I.P., Ryabukhina, Ya.Yu., Zylablitseva, T.M. (2019). Innovatsionno-investitsionnaya aktivnost' i potentsial sel'skogo khozyaystva munitsipal'nykh raionov [Innovation and investment activity and potential of agriculture in municipal districts]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research], no. 12, pp. 154-159.

8. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 29.07.2014 № 1398-r «O perechne monoprofil'nykh munitsipal'nykh obrazovaniy Rossiiskoi Federatsii (monogorodov)» [Resolution of the Government of the Russian Federation No. 1398-r of 29.07.2014 "On the list of single-industry municipalities of the Russian Federation (single-industry towns)"]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420210942> (accessed: 10.09.2020).

9. Ushachev, I.G., Paptsov, A.G., Dolgushkin, N.K., Serkov, A.F., Maslova, V.V., Chekalin, V.S. (2017). *Strategicheskie napravleniya razvitiya sel'skogo khozyaystva Rossii v usloviyakh uglubleniya integratsii v EAEHS* [Strategic directions for the development of Russian agriculture in the context of deep-

ening integration into the EAEU]. Moscow, Russian academy of science, 48 p.

10. Kharitonov, A.V. (2019). Spetsificheskie osobennosti razvitiya sel'skikh territorii promyshlenno razvitoogo regiona [Specific features of rural development in an industrially developed region]. *Regional'naya ehkonomika i upravlenie: ehlektronnyi nauchnyi zhurnal* [Regional economics and management: electronic scientific journal], no. 2 (58). Available at: <https://eee-region.ru/article/5803/> (accessed: 07.03.2020).

11. Shatkhin, M.V., Novoselskii, S.O., Duplin, V.V. (2013). Planirovaniye kompleksnogo ustoychivogo razvitiya APK regiona [Planning for integrated sustainable development of the region's agro-industrial complex]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk state agricultural academy], no. 3, pp. 13-16.

12. Shelkovnikov, S.A., Lubkova, E.M., Shilova, A.E. (2019). Usloviya i faktory povysheniya konkurentosobnosti APK promyshlennogo regiona (na materialakh Kemerovskoi oblasti) [Conditions and factors of increasing the competitiveness of the agro-industrial complex of the industrial region (based on the materials of the Kemerovo region)]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaystve*, no. 7 (52), pp. 51-56.

13. Bereznev, S., Lubkova, E., Shilova, A., Ermolaeva, G. (2020). Sustainable development of agriculture of industrial region: ecological aspect. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference «FarEastCon 2019»*, pp. 082012.

#### About the authors:

**Anatoliy T. Stadnik**, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of state, municipal and economic management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8761-6697>, stadnik@nsau.edu.ru

**Sergey A. Shelkovnikov**, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of finance and statistics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1568-5025>, shelkovnikov1@rambler.ru

**Elmira M. Lubkova**, candidate of economic sciences, associate professor, head of the department of finances and credit, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3255-779X>, Scopus ID: 57194030763, Researcher ID: AAG-4947-2019, lem.fk@kuzstu.ru

**Anna E. Shilova**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of finances and credit, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1887-2275>, Scopus ID: 57204949488, Researcher ID: AAG-4957-2019, shilovaae@kuzstu.ru

lem.fk@kuzstu.ru





## ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ФЕРМЕРСТВА В РАЗВИТИИ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА

О.А. Столярова, А.В. Шатова, Ю.В. Решеткина

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Россия

В современных условиях проблема фермерства в России очень актуальна, поскольку одной из задач государства является развитие малого и среднего бизнеса. Благодаря крестьянским (фермерским) хозяйствам на селе появляются дополнительные рабочие места, что является стабильным источником получения доходов, вновь вводятся в оборот сельскохозяйственные угодья, что обеспечивает эффективное использование земель и собственное кормпроизводство, формируется контракт по продаже готовой продукции или сырья для дальнейшей переработки и т.д. Повышение эффективности производства молока в крестьянских (фермерских) хозяйствах возможно за счет привлечения дополнительных средств, которыми могут выступать государственные субсидии или гранты на развитие семейных животноводческих ферм. В статье дан анализ современного развития фермерства, который свидетельствует об увеличении производства молока в этой категории хозяйств, так, удельный вес производства молока в 2018 г. составил 14,3% против 3,3% в 2010 г. Сделан вывод о снижении числа созданных крестьянских (фермерских) хозяйств, что связано со слабой государственной поддержкой, которую необходимо усилить для эффективного развития малого бизнеса. Авторами рассмотрены средства поддержки, предоставляемые крестьянским (фермерским) хозяйствам на конкурсной основе в виде гранта «Агростартап», который представляет собой систему безвозмездной финансовой поддержки до 3 млн руб. на развитие личного хозяйства «с нуля» и до 4 млн руб., если хозяйство состоит в кооперативе, средства предоставляются на условии софинансирования (не более 90% от общей суммы гранта — государство и не менее 10% — собственные средства).

**Ключевые слова:** молочное скотоводство, крестьянские (фермерские) хозяйства, государственная поддержка, грант «Агростартап», эффективность.

### Введение

Крестьянские (фермерские) хозяйства предназначены для обеспечения населения продуктами, снабжения предприятий перерабатывающей промышленности сырьем, а также играют важную роль в поддержании социальной сферы села. Как правило, эта малая форма хозяйствования является одним из основных источников доходов сельских жителей [8].

В аграрной сфере экономики малый бизнес представлен развитием малых форм хозяйствования. Эффективное их развитие в современных условиях связано с кооперированием, которое находит отражение в ФЗ от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в РФ», где в статье 25 указано, что «оказание поддержки субъектам малого и среднего предпринимательства, осуществляющим сельскохозяйственную деятельность, может осуществляться в формах и видах, предусмотренных настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами, принимаемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации, нормативными правовыми актами органов местного самоуправления». В августе 2018 г. были внесены изменения и поправки в этот федеральный закон [11].

Основной предпринимательство в аграрной сфере можно с уверенностью назвать крестьянские (фермерские) хозяйства, так как они по своим принципам создания и функционирования наиболее полно отвечают этому явлению рыночной экономики [10]. Рассматривая сущность фермерства, его место в аграрной экономике страны, немаловажно отразить роль К(Ф)Х в обеспечении продовольственной безопасности РФ [9].

Целью исследования является выявление проблем крестьянских (фермерских) хозяйств в увеличении производства продукции молочного скотоводства. Для реализации поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- провести анализ производства молока в крестьянских (фермерских) хозяйствах Пензенской области, определить долю этой формы

хозяйствования в производстве продукции животноводства;

- определить основные направления повышения эффективности отрасли в развитии малого бизнеса;
- показать эффективность применения грантов на поддержку крестьянских (фермерских) хозяйств.

### Методы исследования

Для достижения поставленной цели в процессе исследования были применены методы: монографический, абстрактно-логический, сравнительный и другие. Объектом исследования послужили крестьянские (фермерские) хозяйства, специализирующиеся на производстве молока.

### Результаты исследования

Одним из ключевых направлений развития отрасли молочного скотоводства является повышение эффективности производства качественной и конкурентоспособной продукции в крестьянских (фермерских) хозяйствах. В 2018 г. по сравнению с 2017 г. в Пензенской области произошло резкое сокращение К(Ф)Х с 1821 ед. до 1680 ед. Максимальное число К(Ф)Х наблюдалось в 2011 г. — 3239 ед. (рис. 1).

По данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи, в 2018 г. в крестьянских (фермерских) хозяйствах и хозяйствах индивидуальных предпринимателей Пензенской области было занято 3558 человек, из них 1416 человек (39,8%) являлись членами хозяйств, включая глав крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей.

По данным территориального органа государственной статистики Пензенской области, в 2018 г. крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и индивидуальными предпринимателями произведено продукции сельского хозяйства (в фактически действовавших ценах) на сумму 6449,0 млн руб., или в 2,1 раза больше, чем в 2013 г. В сельскохозяйственном производстве крестьянских (фермерских) хозяйств доминирует производство продукции растениеводства, на долю которой в 2018 г. приходилось 74,8% от

общего объема производимой ими продукции, а удельный вес продукции животноводства составлял 25,2% (рис. 2).

За период с 2006 по 2018 г. доля малого агробизнеса в лице крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей в общем объеме производства продукции сельского хозяйства возросла в регионе с 4,6 до 8,7%, в том числе продукции животноводства — с 1,8 до 4,1%. За анализируемый период стоимость продукции животноводства имеет положительную динамику. В регионе большую поддержку имеют программы «Развитие семейных животноводческих ферм», «Поддержка начинающих фермеров».

Проанализируем и сравним производство молока в сельскохозяйственных организациях и в крестьянских (фермерских) хозяйствах Пензенской области. Согласно сводным годовым отчетам сельскохозяйственных организаций Пензенской области, производство молока в этой категории хозяйств региона в 2018 г. остается на уровне 2010 г. и составляет 162,3 тыс. т, а по сравнению с 2017 г. оно снизилось на 1,8 тыс. т. Отрицательный фактор связан со снижением поголовья коров, однако, что является положительным, продуктивность коров в этой категории хозяйств увеличилась с 3302 кг в 2010 г. до 5862 кг в 2018 г. [7].

Производство молока в крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей в 2018 г. по сравнению с 2006 г. увеличилось в 6,7 раза, а по сравнению с 2017 г. — на 6,6% и составило 48,7 тыс. т (рис. 3).

В Пензенской области производство молока в крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей возросло как за счет увеличения поголовья коров, так и надоя молока на одну корову в 2018 г. по сравнению с 2006 г., соответственно, на 10880 голов и 1638 кг. Однако необходимо отметить, что выход телят на 100 коров остается еще низким в этой категории хозяйств и составляет 76 голов. Положение усугубляется недостатками в племенном деле, вследствие чего сохраняется дефицит отечественных племенных ресурсов [1].



Для увеличения производства молока в К(Ф)Х необходимо ведение расширенного воспроизводства. Основным условием этого является получение необходимого уровня доходов при создании устойчивой сбытовой базы. В настоящее время это остается важной проблемой, так как не все предприятия малого бизнеса имеют свою инфраструктуру, связанную со сбытом продукции. Нами был проведен расчет уровня товарности молока в разных категориях хозяйств Пензенской области в 2018 г., который показал, что в сельскохозяйственных организациях он составил 95,2%, в К(Ф)Х — 68,3%, а в личных подсобных хозяйствах населения — 49,8%.

В 2010 г. число созданных крестьянских (фермерских) хозяйств составляло 827 ед., в 2011 г. — 1239 ед., а в 2018 г. их количество равно 237 ед. По нашему мнению, снижение их числа связано, прежде всего, с низким уровнем государственной поддержки на федеральном и региональном уровнях. В условиях непростого положения отрасли государственная поддержка должна быть первоочередным шагом функционирования малого бизнеса.

Рост эффективности государственной поддержки фермерских хозяйств является одним из важных условий поступательного развития агропромышленного комплекса, наращивания производства сельхозпродукции, укрепления продовольственной безопасности, повышения уровня занятости и доходов сельского населения, решения других социальных проблем сельских территорий [12].

В субъектах Российской Федерации создаются региональные конкурсные комиссии по поддержке начинающих фермеров, которые публикуют условия проведения конкурса (в каждом регионе они разнятся).

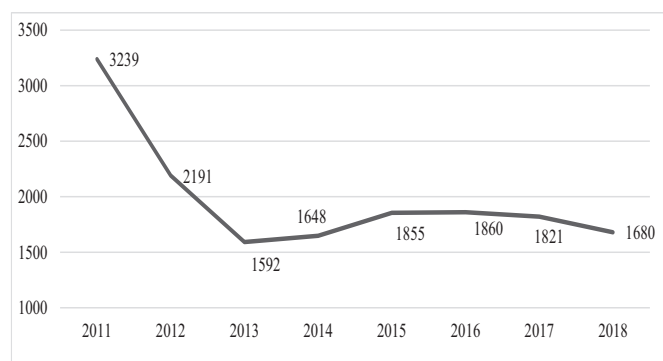


Рис. 1. Число крестьянских (фермерских) хозяйств, ед.



Рис. 2. Структура продукции сельского хозяйства в крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей (в фактических ценах), % от продукции сельского хозяйства

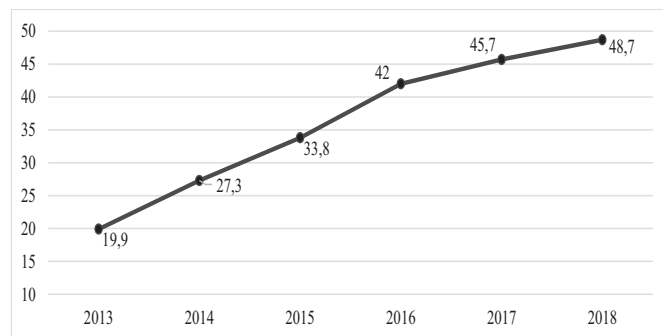


Рис. 3. Производство молока в крестьянских (фермерских) хозяйствах и индивидуальных предпринимателей, тыс. т

Число К(Ф)Х, получающих гранты, определяется с учетом лимитов финансирования [4].

В России стартовала программа поддержки крестьянских (фермерских) хозяйств в виде гранта «Агростартап». Размер гранта составляет до 3 млн руб. для создания и развития крестьянских (фермерских) хозяйств и до 4 млн руб., если хозяйство состоит в кооперативе. При этом сумма затрат составляет не более 90% части средств гранта «Агростартап» и не менее 10% затрат — это собственные средства предпринимателя. Еще одним условием является то, что крестьянское (фермерское) хозяйство обязуется создать в течение года предоставления ему гранта «Агростартап» не менее 2 новых постоянных рабочих места, если сумма гранта составляет 2 млн руб. или более, и не менее 1 нового постоянного рабочего места, если сумма гранта составляет менее 2 млн руб. [6]. Период освоения средств гранта наступает со дня их получения и длится не более 18 месяцев. Статьи затрат и перечень имущества, на которые будут выделены средства гранта, определяются Министерством сельского хозяйства Российской Федерации.

В Пензенской области предоставляются гранты в форме субсидий на развитие семейных животноводческих ферм на условиях софинансирования за счет средств федерального бюджета. В 2019 г. для Пензенской области выделено из федерального бюджета 86,6 млн руб. для реализации гранта «Агростартап».

Гранты предоставляются на: разработку проектной документации строительства, реконструкции или модернизации семейных животноводческих ферм; строительство, реконструкцию или модернизацию семейных животноводческих ферм; покупку маточного поголовья, сельскохозяйственной техники и т.д.

Размер гранта начинающим фермерам на развитие семейной животноводческой фермы в расчете на одно К(Ф)Х в регионе установлен в размере, не превышающем 3 млн руб. Через 2 года начинающие фермеры, которые получили уже 3 млн руб., могут заявиться на финансовую поддержку в качестве семейного фермерского предприятия и получить около 9 млн руб. Важным моментом, на наш взгляд, является доведение выделенных денежных средств до глав крестьянских (фермерских) хозяйств, и это должно находиться под постоянным контролем Ассоциации крестьянских (фермерских) хозяйств.

Среди всех категорий бюджетополучателей К(Ф)Х и индивидуальные предприниматели имеют, по данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г., наименьший удельный вес — 34,8% [5].

Мы согласны с мнением авторов [2], что необходимо увеличить объем субсидий, направляемых на повышение продуктивности коров в молочном скотоводстве. С 2018 г. предложена новая концепция государственной поддержки, в том числе и для отрасли молочного животноводства, для которой «вводятся субсидии на развитие приоритетных отраслей АПК и на сохранение достигнутых результатов во всех отраслях» [3]. Без необходимой государственной поддержки предприятиям малого бизнеса трудно соперничать с крупными сельскохозяйственными организациями.

Немаловажными проблемами в развитии крестьянских (фермерских) хозяйств региона является мелкотоварность, и, как следствие этого, низкий уровень комплексной механизации производственных процессов при производстве молока-сырья, недостаток квалифицированных кадров. На начальном этапе эффективное развитие фермерства зависит от грамотного бизнес-планирования, что необходимо начинающим фермерам для получения грантов. В 2019 г. в Пензенской области, по данным Министерства сельского хозяйства региона, 33 начинающих фермера получили гранты от 1,3 млн руб. до 3,0 млн руб. Так, например, К(Ф)Х «Дашкина Г.Х.» из села Средняя Елюзань Городищенского района получило грант в размере 2,82 млн руб. Этот грант был взят данным К(Ф)Х на покупку племенных коров, приобретение сельскохозяйственной техники, покупку грузового автотранспорта. Это позволило К(Ф)Х не только увеличить производство молока, но и реализовать свою продукцию как в Пензенской области, так и в г. Москву, то есть найти новые каналы сбыта. Это позволило данному предприятию малого бизнеса увеличить уровень товарности до 74,6%, а уровень рентабельности молока — на 6,2% пункта.

### Выводы

Решение рассмотренных проблем эффективного молочного скотоводства в крестьянских (фермерских) хозяйствах позволит повысить доходность отрасли, а следовательно, увеличить обеспечение населения региона отечественной молочной продукцией. Государственная поддержка является хорошим подспорьем крестьянским (фермерским) хозяйствам, занимающимся развитием молочного скотоводства — трудоемкой и капиталоемкой подотраслью животноводства [8]. Предприятия малого бизнеса, занимающиеся производством молока, не только обеспечивают население рабочими местами, но и способствуют сохранению территории села.





**Литература**

1. Алтухов А., Семенова Е. Молочное скотоводство России // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 2. С. 33-38.  
 2. Алтухов А.И., Серегин С.Н., Сысоев Г.В. Молочное скотоводство России: ресурсные возможности и основные приоритеты развития // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 7. С. 2-7.  
 3. Беспакотный Г.В. О разработке новой концепции государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 6. С. 8-10.  
 4. Воронин Б.А., Потехин Н.А., Воронина Я.В. Экономико-правовые проблемы создания крестьянских фермерских хозяйств гражданами, ведущими личные подсобные хозяйства // Аграрный вестник Урала. 2015. № 5 (135). С. 81-86.

5. Голубев А.В. Явные и скрытые эффекты государственной поддержки сельского хозяйства // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 9. С. 13-17.  
 6. Постановление правительства РФ от 20 апреля 2019 г. № 476 «Об утверждении правил предоставления и распределения иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации».  
 7. Решеткина Ю.В., Столярова О.А. Эффективность молочного скотоводства и ключевые проблемы его развития в Пензенской области // Региональная экономика: теория и практика. 2019. Т. 17. № 10. С. 1956-1969.  
 8. Столярова Ю.В., Столярова О.А. К вопросу о роли крестьянских (фермерских) хозяйств в функционировании молочнопродуктового подкомплекса региона: тенденции

и перспективы // Региональная экономика: теория и практика. 2017. Т. 15. № 9 (444). С. 1725-1739.  
 9. Сухочева Н., Кравченко Т. Возможности развития К(Ф)Х посредством грантовой поддержки // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 5. С. 34-38.  
 10. Сушенцова С.С. Экономический механизм повышения инвестиционной активности субъектов малого аграрного предпринимательства // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018. № 11. С. 64-69.  
 11. Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 313-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации».  
 12. Шарипов Ш.И., Ахмедова Ж.А. Государственная поддержка крестьянских (фермерских) хозяйств как фактор повышения устойчивости аграрной экономики // Региональная экономика: теория и практика. 2011. № 18. С. 2-7.

*Об авторах:*

**Столярова Ольга Анатольевна**, кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой управления, экономики и права, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9389-3068>, [stolyarova.o.a@pgau.ru](mailto:stolyarova.o.a@pgau.ru)  
**Шатова Антонина Викторовна**, кандидат экономических наук, проректор по учебной работе, доцент кафедры управления, экономики и права, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9904-1421>, [shatova.a.v@pgau.ru](mailto:shatova.a.v@pgau.ru)  
**Решеткина Юлия Владимировна**, преподаватель кафедры управления, экономики и права, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8324-1296>, [olgaza24@yandex.ru](mailto:olgaza24@yandex.ru)

**PROBLEMS OF MODERN FARMING IN THE DEVELOPMENT OF DAIRY CATTLE BREEDING**

**O.A. Stolyarova, A.V. Shatova, Yu.V. Reshetkina**

Penza State Agrarian University, Penza, Russia

In modern conditions, the problem of farming in Russia is very relevant, since one of the tasks of the state is the development of small and medium-sized businesses. Thanks to peasant (farm) farms, additional jobs are created in rural areas, which is a stable source of income, agricultural land is re-introduced into circulation, which ensures efficient use of land and its own feed production, a counterparty is formed for the sale of finished products or raw materials for further processing, etc. Increasing the efficiency of milk production in peasant (farm) farms is possible by attracting additional funds, which may be state subsidies or grants for the development of family livestock farms. The article analyzes the current development of farming, which indicates an increase in milk production in this category of farms, since the share of milk production in 2018 was 14.3% compared to 3.3% in 2010. It is concluded that the number of peasant (farm) farms created has decreased, which is due to weak state support, which needs to be strengthened for the effective development of small businesses. The authors present the means of support provided to peasant (farmer) households on a competitive basis in the form of a grant "Agrostartap", which is a system of gratuitous financial support of up to 3 million rubles for the development of personal farms "from zero" and up to 4 million rubles, if the economy is cooperative, the funds are provided on condition of co-financing (up to 90% of the total amount of the grant — a state and not less than 10% of own funds).

**Keywords:** dairy cattle breeding, peasant (farm) farms, state support, grant «Agrostartap», efficiency.

**References**

1. Altukhov, A., Semenova, E. (2019). Molochnoe skotovodstvo Rossii (2019) [Dairy cattle breeding in Russia]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 2, pp. 33-38.  
 2. Altukhov, A.I., Seregin, S.N., Sysoev, G.V. (2019). Molochnoe skotovodstvo Rossii: resursnye vozmozhnosti i osnovnye priority razvitiya [Dairy cattle breeding in Russia: resource opportunities and main development priorities]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 7, pp. 2-7.  
 3. Беспакотный, Г.В. (2019). О разработке новой концепции государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий [On the development of a new concept of state support for agricultural enterprises]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 6, pp. 8-10.  
 4. Воронин, Б.А., Потехин, Н.А., Воронина, Я.В. (2015). Экономико-правовые проблемы создания крестьянских фермерских хозяйств гражданами, ведущими личные подсобные хозяйства [Economic and legal problems of the creation of peasant farms by citizens with personal subsidiary plots]. *Agrarny vestnik Urala* [Agrarian bulletin of the Urals], no. 5, pp. 81-86.  
 5. Голубев, А.В. (2019). Явные и скрытые эффекты государственной поддержки сельского хозяйства [Explicit and

hidden effects of state support for agriculture]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 9, pp. 13-17.  
 6. Postanovlenie pravitel'stva RF ot 20 aprelya 2019 g. № 476 «Ob utverzhdenii pravil predostavleniya i raspredeleniya inyykh mezhyudzhetykh transfertov iz federal'nogo byudzheta byudzheta sub'ektov Rossiiskoi Federatsii na sozdanie sistemy podderzhki fermerov i razvitiye sel'skoi kooperatsii» [The RF government decree of April 20, 2019 No. 476 "On approval of rules of provision and distribution other inter-budget transfers from the Federal budget to budgets of subjects of the Russian Federation on creation of system of support of farmers and development of rural societies"].  
 7. Решеткина, Ю.В., Столярова, О.А. (2019). Эффективность молочного скотоводства и ключевые проблемы его развития в Пензенской области [Efficiency of dairy farming and key problems of its development in the Penza region]. *Regional'naya ehkonomika: teoriya i praktika* [Regional economics: theory and practice], vol. 17, no. 10, pp. 1956-1969.  
 8. Столярова, Ю.В., Столярова, О.А. (2017). К вопросу о роли крестьянских (фермерских) хозяйств в функционировании молочнопродуктового подкомплекса региона: тенденции и перспективы [To the question of the role of peasant (farmer) households in the functioning of the dairy sub-complex of the region: trends and prospects]. *Regional'naya*

*ehkonomika: teoriya i praktika* [Regional economics: theory and practice], vol. 15, no. 9 (444), pp. 1725-1739.  
 9. Сухочева, Н., Кравченко, Т. (2019). Возможности развития К(Ф)Х посредством грантовой поддержки [Opportunities for the development of peasant (farm) households through grant support]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 5, pp. 34-38.  
 10. Сушенцова, С.С. (2018). Экономический механизм повышения инвестиционной активности субъектов малого аграрного предпринимательства [The economic mechanism for increasing the investment activity of small agricultural businesses]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 11, pp. 64-69.  
 11. Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 313-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» [Federal Law No. 313-FZ of August 3, 2018 "On Amendments to the Federal Law "On the Development of Small and Medium-Sized Businesses in the Russian Federation"].  
 12. Шарипов, Ш.И., Ахмедова, Ж.А. (2011). Государственная поддержка крестьянских (фермерских) хозяйств как фактор повышения устойчивости аграрной экономики [State support of peasant (farm) households as a factor in increasing the stability of the agrarian economy]. *Regional'naya ehkonomika: teoriya i praktika* [Regional economics: theory and practice], no. 18, pp. 2-7.

*About the authors:*

**Olga A. Stolyarova**, candidate of economic sciences, associate professor, head of the department of management, economics and law, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9389-3068>, [stolyarova.o.a@pgau.ru](mailto:stolyarova.o.a@pgau.ru)  
**Antonina V. Shatova**, candidate of economic sciences, vice-rector for academic affairs, associate professor of the department of management, economics and law, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9904-1421>, [shatova.a.v@pgau.ru](mailto:shatova.a.v@pgau.ru)  
**Yulia V. Reshetkina**, lecturer of the department of management, economics and law, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8324-1296>, [olgaza24@yandex.ru](mailto:olgaza24@yandex.ru)

[stolyarova.o.a@pgau.ru](mailto:stolyarova.o.a@pgau.ru)





## ОТБОР И ОЦЕНКА РЕМОНТНЫХ БЫЧКОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

П.Ф. Пермякова, В.В. Романова, Е.Н. Рожина,  
Е.С. Васильева, М.И. Никанорова, Л.П. Павлова

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск, Россия

В статье приведены результаты оценки ремонтных бычков по собственной продуктивности, полученные от заказного спаривания с использованием симментальских и помесных по якутскому скоту быков-производителей. В качестве критериев отбора определены рост, развитие и экстерьерные показатели. В условиях Якутии использовались в основном завозные чистопородные быки. В связи с вышеизложенной проблемой возникла необходимость перехода на разведение скота «в себе», и что настало время для целенаправленного выращивания местных быков-производителей (IV-го поколения и доморожденных чистопородных), а также изучения роста и развития ремонтных бычков в условиях Якутии. В соответствии с целью поставлены следующие задачи: изучить рост и развитие ремонтных бычков. Объектом исследования является молодняк (бычок) крупного рогатого скота. Полученные результаты показали, что анализ абсолютных и среднесуточных приростов не выявил достоверных различий по группам животных ( $P < 0,05$ ). Абсолютный прирост живой массы у бычков симменталов превосходил помесей за период выращивания от рождения до 12-месячного возраста, что указывает на их более высокую энергию роста. Живая масса у 9-месячных бычков симменталов составляет  $195,6 \pm 13,46$  кг, что на 12 кг или 6,53% ( $p < 0,05$ ) больше, чем у аналогов помесей, а также в возрасте 12 месяцев у симменталов превосходство на 2,22%, чем помесных бычков. При этом во всех случаях бычки-симменталы имели преимущество над сверстниками помесями, что обусловлено более высоким генетическим потенциалом высокой живой массы.

**Ключевые слова:** хозяйство, молодняк, живая масса, взвешивание, прирост, линейный рост, индекс телосложения, кормление, рацион.

### Введение

При направленном выращивании ремонтного молодняка в зависимости от целей использования взрослых животных, нужны различные научно обоснованные технологии выращивания, соответствующие определенным этапам развития животных [1]. Индивидуальное развитие животных — это закономерный эволюционно сложившийся процесс количественных и качественных морфологических, биохимических и функциональных изменений. Поэтому закономерности роста и развития являются основой всех технологий выращивания ремонтного молодняка [2]. По мнению Н.С. Шевелева и Т.Е. Ткаченко индивидуальное приспособление организма к изменяющимся условиям существования, обеспечивающее адаптацию, преследует две цели: организацию функциональной активности организма и противостояние негативному влиянию условиям существования [3].

Одним из основных факторов, сдерживающих повышение потенциала молочной продуктивности в хозяйствах, является недостаточная обеспеченность высокоценными в племенном отношении быками, способными устойчиво передавать свои хозяйственно-полезные признаки потомству. Потенциальные возможности влияния быков и коров на совершенствование стада очень разные. От коровы за всю ее жизнь можно получить 7–12 потомков, а от быка при использовании искусственного осеменения 40–50 тыс. голов и более. В условиях Якутии использовались в основном завозные чистопородные быки, потенциал молочности местных симментальских коров в среднем около 3,0 тыс. кг, холмогорских — 3,5 тыс. кг [4]. В экстремальных условиях Якутии вводное скрещивание («прилитие крови») симментальских коров с якутскими быками-производителями массовая доля пуховых волокон в структуре шерстного покрова помесных животных оказалась на 12,8% выше, чем у чистокровных, а остевых — на 13,0% ниже [5]. Возможны три направления использования его

генотипа: проведение «заказных» спариваний, выборочное прилитие крови симментальскому скоту и создание адаптированных к экстремальным условиям Якутии генотипов мясного скота [6]. Таким образом, из вышеизложенного обзора литературы видно, что важнейшими элементами технологии выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота является направленное выращивание, основанное на знании закономерностей индивидуального развития животных и факторов, влияющих на этот процесс. Разработка методов управления индивидуальным развитием животных составляет важную задачу зоотехнической науки, так как в процессе развития животное приобретает не только видовые и породные свойства, но и присущую только ему индивидуальность со всеми особенностями его конституции, экстерьера, темперамента, жизнеспособности и продуктивности.

### Методика исследований

Научно-хозяйственные опыты были проведены в 2019 году на ремонтных бычках в период выращивания от 1 до 12 месяцев в ООО «Хоробут» Мегино-Кангаласского улуса и в 2020 году от 1 до 6 месяцев в СХПК «Найахы» Усть-Алданского улуса и в СХПК «Мастаах» Вилюйского улуса Республики Саха (Якутия). Объект исследования — ремонтные бычки от 1 до 12-месячного возраста для племенного использования. Одним из важных этапов отбора ремонтных бычков является оценка по их собственной продуктивности. Рост и развитие контролируется путем взвешивания ежемесячно до 12-месячного возраста. Для дальнейшей проверки отбирались бычки, имеющие лучшие экстерьерные показатели и крепкую конституцию.

Продолжительность опытов длилась в течение 60–120 дней. В научно-хозяйственных опытах изучали следующие показатели на ремонтных бычках в период выращивания от 3 до 12 мес.:

1. Динамику живой массы бычков и ее прироста — путем индивидуального взвешивания

в начале опыта и ежемесячно до его окончания. По данным взвешивания определены абсолютная и относительная скорость роста.

2. Линейный рост — путем взятия основных промеров: высоты в холке и в крестце, косой длине туловища, обхвата, глубины груди и ширины груди, обхвата пясти. Промеры были взяты у всех подопытных животных в начале и конце опыта. На основании взятых промеров рассчитаны индексы телосложения.

3. Годовые нормы потребности бычков в питательных веществах определены в зависимости от плана их роста. Расчет годовой потребности в кормовых единицах, обменной энергии и переваримом протеине основывается на суточных нормах кормления по месяцам и возрастным периодам, а также определен с учетом продолжительности каждого периода кормления [7].

Цифровой материал, полученный по результатам исследований, обработан методом биометрической статистики с помощью ПП Excel и Statistica.

### Результаты исследований

На базе ООО «Хоробут» Мегино-Кангаласского улуса Республики Саха (Якутия) были проведены исследования по оценке бычков, полученных от заказного спаривания с использованием симментальских и помесных по якутскому скоту производителей. Динамика живой массы симментальских и помесных бычков представлена в таблице 1.

Живая масса симментальских и помесных бычков при рождении была сравнительно одинаковой. В 3-месячном возрасте бычки обеих групп между собой по живой массе практически не различались ( $65,0 \pm 5,61$ ;  $65,0 \pm 6,68$ ), в 6-месячном возрасте симменталы уступали сверстникам на 3 кг (2,26%) живой массой. Следует отметить, что в 9-месячном возрасте, более высокая живая масса характеризовалась у симменталов, которая на 12,0 кг (6,5%), а также в 12-месячном — на 2,17% превосходила показатели помесных бычков.

Таблица 1

Динамика живой массы бычков до 12-месячного возраста, кг

Возраст	Симментальские (n=3)	Помесные (n=3)
При рождении	30,0±0,71	28±0,71
3-мес.	65,0±5,61	65,0±6,68
6-мес.	129,7±10,0	132,7±9,91
9-мес.	195,6±13,46	183,6±10,35
12-мес.	230,0±14,70	225,0±17,28

Примечание: \*P &gt; 0,05

Таблица 2

Абсолютный и среднесуточный приросты симментальских и помесных бычков до 12-месячного возраста, (M±m)

Возраст	Абсолютный прирост, кг	
	Симментальские (n=3)	Помесные (n=3)
3-мес.	35,0±6,61	32,6±4,97
6-мес.	64,7±9,2	62,0±4,64
9-мес.	66,0±8,57	51,0±20,24
12-мес.	35,0±8,83	29,6±7,08
Возраст	Среднесуточный прирост, г	
	Симментальские (n=3)	Помесные (n=3)
3-мес.	389,0±68,21	363,0±55,0
6-мес.	718,0±102,2	669,0±51,38
9-мес.	733,3±95,38	566,0±22,4
12-мес.	389,0±97,9	329,6±78,62

Известно, что живая масса не в полной мере характеризует интенсивность роста животных. Более полное представление об этом можно судить на основании анализа данных среднесуточного прироста (табл. 2).

Динамика абсолютного прироста живой массы симментальских и помесных животных, показывает, что симментальские бычки превосходили помесных за период выращивания от рождения до 12-месячного возраста, что указывает на их более высокую энергию роста. Характерна достаточно высокая величина среднесуточных приростов, достигая максимальных величин, у симментальских бычков он составляет в пределах 718,0±102,2 г и 733,3±95,38 г, так у помесных бычков — на уровне 669,0±51,38 и 566,0±22,4 соответственно (P < 0,04). У бычков обеих групп с возрастом установлен неодинаковый характер изменения живой массы, среднесуточного прироста, относительной скорости роста и коэффициента увеличения. При этом во всех случаях симментальские бычки имели преимущество над помесными сверстниками, что обусловлено более высоким генетическим потенциалом высокой живой массы. По данным С.Д. Тюлебаева, Л.З. Мазуровского и др. (2013) у бычков симментальской породы импортной селекции среднесуточные приросты достигали 899,9-945,5 г, тогда как у отечественных симменталов — 875,8 г. [8]. В сравнении с данными отечественных симменталов в нашем опыте показатель симменталов был ниже на 142,5 г или на 22,7%.

Для учета линейного роста симментальских и помесных бычков были проведены измерения основных промеров в 12-месячном возрасте. Изменение основных промеров с возрастом характеризует рост и развитие осевого и периферического скелета. При глазомерной оценке подопытных животных было отмечено, что все животные были крепкой конституции, масть



Рис. 1. Оьурчаан, инв. № 5233 ООО «Хоробут» 2019 г.р. Мегино-Кангаласский улус



Рис. 2. Виолетт, инв. № 5 ООО «Хоробут» 2019 г.р. Мегино-Кангаласский улус



Рис. 3. Качот, инв. № 5279 ООО «Хоробут» 2019 г.р. Мегино-Кангаласский улус

Таблица 3

Промеры симментальских и помесных бычков в 12-ти месячном возрасте, см

Показатель	Симментальские (n=3)	Помесные (n=3)
Высота в холке	102,3±2,04	100,6±1,78
Глубина груди	52,0±2,12	51,2±2,27
Ширина груди	32,0±0,41	32,0±1,08
Ширина в маклоках	31,6±0,41	31,4±1,41
Обхват груди	139,0±4,3	138,4±4,30
Косая дна туловища	115,6±2,48	113,6±3,24
Высота в крестце	105,0±1,87	102,8±1,08
Длина крестца	33,6±0,82	34,2±1,08
Ширина в таз. сочленениях	31,3±1,78	31,0±2,27
Обхват пясти	17,0±0,41	16,2±0,41
Ширина лба	18,3±0,41	18,0±0,41
Длина головы	29,6±1,08	28,0±0,71

Таблица 4

Индексы телосложения симментальских и помесных бычков в 12-ти месячном возрасте, см

Показатель	Симментальские (n=3)	Помесные (n=3)
Растянутости	112,6±1,08	112,0±0,41
Тазо-грудной	102,2±3,24	98,0±2,86
Грудной	62,3±1,87	60,0±1,63
Сбитости	120,0±2,16	122,0±1,22
Массивности	135,0±1,47	138,0±1,63
Перерослости	103,0±0,41	102,0±0,71
Костистости	16,3±0,01	15,0±0,41
Большеголовости	29,0±0,71	28,0±0,41

Таблица 5

Динамика живой массы помесных бычков 2020 года рождения

Возраст	Помесные бычки 2020 года рождения (n=5)					M±m
	ООО «Хоробут»	СХПК «Найахы»	СХПК «Найахы»	СХПК «Мастах»	СХПК «Мастах»	
	Дархан	Север	Зной	Сахамин 2100 (97100)	Сахаляр 2145 (90001)	
При рождении	35	28	28	25	25	28,2±2,04
3-мес.	74	70	68	75	68	71,0±1,66
6-мес.	150	120	125	128	102	125,0±8,62
Абсолютный прирост, кг						
3-мес.	39	42	40	50	43	42,8±2,16
6-мес.	76	50	57	53	34	54,0±7,54
Среднесуточный прирост, г						
3-мес.	433,3	466,6	444,4	555,5	477,7	475,5±24,02
6-мес.	844,4	555,5	633,3	588,8	377,7	600,0±83,8

у животных — палевая с белыми отметинами (рис. 1, 2, 3).

В таблице 3 представлены промеры симментальских и помесных бычков.

Из приведенных данных таблицы 3 видно, что бычки обеих групп не имели различия по промерам. По показателям промеров косой длины туловища и высоты в холке симментальские бычки превосходили помесных на 1,68% и 2,1% соответственно.

В целом результаты исследования свидетельствуют о нормальном росте и развитии ис-

следованных групп животных. Показатели линейных промеров соответствуют к стандартным показателям.

В таблице 4 приведен расчет индексов телосложения ремонтных бычков в 12-ти месячном возрасте.

Симментальские бычки превосходили помесных сверстников по индексам тазо-грудной на 4,28%, грудной — на 3,83%, перерослости — на 0,98%, костистости на — 8,66% и уступали по сбитости — на 1,64%, по массивности — на 2,17%. С возрастом у симментальских бычков



Таблица 6

Суточный рацион бычков до 6-месячного возраста в зимний период на примере ООО «Хоробут»

Показатели	Корма					Содержится в рационе
	сено луг.	комби-корм	молоко цельное	снятое молоко	зеленый корм	
Корма	1	0,5	4	6	3	
Корм. единицы	0,42	0,55	1,08	0,78	0,54	3,37
Обм. энергия, МДж	6,30	5,55	10,80	7,86	6,90	37,41
Сухое вещ. кг	0,83	0,44	0,52	0,54	0,77	3,10
СП, г	72,60	78,00	140,00	222,00	84,00	596,60
ПП, г	71,00	62,50	132,00	210,00	60,00	535,50
СЖ, г	29,60	37,85	152,00	6,00	24,00	249,45
СК, г	358,70	18,35	0,00	0,00	225,00	602,05
БЭВ, г	456,30	172,00	200,00	270,00	366,00	1464,30
в т.ч. крахмал, г	0,00	158,00	0,00	0,00	0,00	158,00
сахар, г	0,00	20,70	200,00	8,40	111,00	340,10
Кальций, г	6,40	3,10	5,20	6,00	4,20	24,90
Фосфор, г	2,40	4,80	4,80	5,40	3,30	20,70
Магний, г	5,00	1,20	0,40	0,60	0,60	7,80
Калий, г	11,60	9,85	6,00	10,80	5,40	43,65
Натрий, г	2,10	1,60	1,60	3,60	1,20	10,10
Сера, г	0,00	1,00	3,20	2,34	1,80	8,34
Железо, мг	0,00	86,60	1,60	0,00	75,00	163,20
Медь, мг	0,00	4,70	24,00	0,00	4,20	32,90
Цинк, мг	0,00	34,05	2,40	0,00	24,30	60,75
Марганец, мг	0,00	30,55	12,00	0,00	79,80	122,35
Кобальт, мг	0,00	0,60	1,20	0,00	0,33	2,13
Йод, мг	0,00	1,15	0,00	0,00	0,09	1,24
Каротин, мг	0,00	56,00	0,40	0,00	75,00	131,40
<b>Са : Р</b>						<b>1,20</b>
<b>Сахар : ПП</b>						<b>0,64</b>
<b>Углеводы : ПП</b>						<b>0,93</b>
<b>ОЭ : СВ</b>						<b>12,08</b>
<b>Крахмал : Сахар</b>						<b>0,46</b>
<b>К : Мг</b>						<b>5,60</b>
<b>ПП : ОЭ</b>						<b>14,31</b>

Таблица 7

Рацион кормления молодняка старше года в зимний период на примере ООО «Хоробут»

Показатели	Корма			
	сено луг.	силос	комби-корм	Содержится в рационе
Корма	4	2	1	
Корм. единицы	1,68	0,30	1,10	3,08
Обм. энергия, МДж	25,20	3,56	11,10	39,86
ЭКЕ				3,98
Сухое вещ. кг	3,32	0,50	0,89	4,71
СП, г	290,40	66,00	156,00	512,40
ПП, г	284,00	32,00	125,00	441,00
СЖ, г	118,40	26,00	75,70	220,10
СК, г	1434,80	172,00	36,70	1643,50
БЭВ, г	1825,20	196,00	344,00	2365,20
в т.ч. крахмал, г	0,00	4,00	316,00	320,00
сахар, г	0,00	6,00	41,40	47,40
Кальций, г	25,60	4,20	6,20	36,00
Фосфор, г	9,60	1,20	9,60	20,40
Магний, г	20,00	0,80	2,40	23,20
Калий, г	46,40	7,20	19,70	73,30
Натрий, г	8,40	1,40	3,20	13,00
Сера, г	0,00	0,60	2,00	2,60
Железо, мг	0,00	111,40	173,20	284,60
Медь, мг	0,00	1,80	9,40	11,20
Цинк, мг	0,00	8,40	68,10	76,50
Марганец, мг	0,00	96,00	61,10	157,10
Кобальт, мг	0,00	0,08	1,20	1,28
Йод, мг	0,00	0,20	2,30	2,50
Каротин, мг	0,00	20,00	112,00	132,00
<b>Са : Р</b>				<b>1,76</b>
<b>Сахар : ПП</b>				<b>0,11</b>
<b>Углеводы : ПП</b>				<b>0,83</b>
<b>ОЭ : СВ</b>				<b>8,47</b>
<b>Крахмал : Сахар</b>				<b>6,75</b>
<b>К : Мг</b>				<b>3,16</b>
<b>ПП : ОЭ</b>				<b>11,06</b>

индексы тазо-грудной, грудной, перерослости, костистости увеличились, при этом индексы сбитости, массивности уменьшились. Таким образом, помесные бычки отличались крепким гармоничным телосложением, отличным здоровьем, достаточной развитой мускулатурой (рис. 1, 2, 3). Можно привести мнение Е.А. Новикова (1971) о том, что, система выращивания должна учитывать биологические особенности роста и развития животных, способствовать формированию у них высокой продуктивности и крепкой конституции, быть экономически выгодной [9]. В период полового созревания формируется телосложение животных разного пола и к концу его заканчивается развитие половых органов, происходит стабилизация основных составляющих тела, рост животных замедляется. Бычки характеризуются сравнительно высоким абсолютным приростом мышц, хотя он значительно ниже, чем в предыдущем периоде [9].

Динамика живой массы помесных бычков 2020 года рождения представлена в таблице 5.

Живая масса помесных телят при рождении была сравнительно одинаковой, в 3-месячном возрасте, более высокая живая масса характеризовалась у бычка Сахамин 2140, который на 1 кг, 5 кг и по 7 кг превосходил показатели бычков-сверстников Дархан, Север, Зной и Сахаляр соответственно, причем с возрастом эти различия изменялись, и в 12-месячном возрасте, превосходство явилось у бычка Дархан. При проведении сравнительной оценки живой массы у бычков сверстников было установлено, что при разных сроках отела они реагировали оптимально на факторы внешней среды, что и определило различие живой массы.

Анализ абсолютных и среднесуточных приростов животных не выявил достоверных различий ( $P < 0,05$ ). До 6-месячного возраста характерна достаточно высокая величина среднесуточных приростов, достигшая максимальных величин, так у двух бычков (Зной и Дархан) он составляет в пределах 633,3-844,4 г; у других бычков Север, Сахамин и Сахаляр — на уровне 555,5, 588,8 и 377,7 ( $P < 0,04$ ) соответственно.

Изучив динамику абсолютного прироста живой массы подопытных животных (табл. 5) нельзя предсказать их продуктивность. Дальнейшее исследование данных животных будет на основе комплексной оценки их по происхождению и индивидуальным качествам.

Кормление бычков нормируется по возрастным периодам. Зарубежные исследователи J. Kraszewski, J. Strzetelski et.al. (2002) отмечают, что уровень кормления и выращивания скота оказывает определяющее влияние на формирование будущей продуктивности бычков [10]. Годовые нормы потребности молодняка в питательных веществах определяются в зависимости от плана роста животных. Рацион молодняка определяется на год с учетом продолжительности каждого возрастного периода кормления.

Схема рассчитана на выращивание бычков живой массой в 6-месячном возрасте до 130 кг.

Рацион кормления молодняка старше 1 года в зимний период состоял из сена разнотравного — 4 кг, силоса — 2, комбикорма — 1 кг. Общая питательность составила 3,08 к. ед.





Концентрация ЭКЕ в 1 кг сухого вещества составила 0,84, переваримого протеина на 1 ЭКЕ — 110,8 г.

### Выводы

1. Телята при рождении физиологически зрелые со средней живой массой 28,2±0,71 кг.
2. Живая масса у 9-месячных бычков симменталов составляет 195,6±13,46 кг, что на 12 кг или 6,53% (p≤0,05) больше, чем у аналогов помесей, а также в возрасте 12 месяцев у симменталов превосходство на 2,22%, чем у помесных бычков.
3. Все подопытные животные отличались высокой адаптационной способностью, о чем свидетельствует характер их жизненных функций и состояние волосяного покрова.

Об авторах:

- Пермякова Прасковья Федосеевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, permprask-1953@mail.ru  
**Романова Варвара Васильевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией селекции и разведения крупного рогатого скота  
**Рожина Евгения Николаевна**, зоотехник-исследователь  
**Васильева Елена Спиридоновна**, младший научный сотрудник  
**Никанорова Мария Ивановна**, лаборант  
**Павлова Люция Прокопьевна**, младший научный сотрудник

### Литература

1. Ментух Ф.А. Интенсивное выращивание телок // Зоотехния. 2001. № 8. С. 20-21.
2. Шляхтунов В.И., Смунев В.И. Скотоводство. Минск: Техноперспектива, 2005. 387 с.
3. Шевелев Н.С., Ткаченко Т.Е. Роль белков плазмы крови в адаптации млекопитающих / Адаптация и становление физиологических функций у животных: Сборник научных тезисов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня основания кафедры физиологии животных ФГОУ ВПО МГАВМиБ им. К.И. Скрябина. М., 2010. С. 211–214.
4. Чугунов А.В. Задачи селекции скота в Якутии / А.В. Чугунов, Н.И. Горохов, Л.Н. Захарова // Аграрный вестник Урала. 2013. № 2. (108). С. 25-26.
5. Романова В.В. Продуктивные качества симментальских и симментало-якутских помесей в условиях

- Якутии // Достижения науки и техники АПК. № 06. 2011. С. 72-74.
6. Горохов Н.И. Улучшение молочного скота в условиях Республики Саха (Якутия). Новосибирск, 2001. 156 с.
  7. Калашников А.П., Клейменов Н.И., Баланов В.Н. и др., Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
  8. Тюлебаев, С.Д. Особенности роста симментальских бычков в условиях содержания по технологии мясного скотоводства / С.Д. Тюлебаев, Л.З. Мазуровский, М.Д. Кадышева, В.Г. Литовченко // Зоотехния. 2013. № 5. С. 19-20.
  9. Новиков Е.А. Закономерности развития сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1971. 224 с.
  10. Kraszewski J., Strzetelski J., S. Wawrzynczak Realizing the full genetic potential of Simmental cows for milk production // Annals of animal science. Krakow. 2002. Vol. 2. No. 2. Pp. 109-121.

## SELECTION AND EVALUATION OF REMEDIAL BULL-CALVES IN THE CONDITIONS OF THE NORTH

**P.F. Permyakova, V.V. Romanova, E.N. Rozhina, E.S. Vasilieva, M.I. Nikanorova, L.P. Pavlova**

M.G. Safronov Yakut scientific research institute of agriculture — Division of Federal Research Centre «The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Yakutsk, Russia

The article presents the results of remedial bull-calves assessing by their own productivity, obtained from custom mating by using Simmental and Yakut crossbred breeding bulls. Growth, development and exterior performance were determined as selection criteria. In the conditions of Yakutia, mainly imported purebred bulls were used. In connection with the above problem, it became necessary to switch to livestock breeding «in itself», which began the purposeful raising of local breeding bulls (4th generation and home-grown purebred), as well as studying the growth and development of remedial bulls — calves of the desired type in conditions of Yakutia. In accordance with the goal, the following tasks are set: to study the growth and development of remedial bull-calves. The object of the study is young cattle (bull — calf). The results obtained showed that the analysis of absolute and average daily gains did not reveal significant differences in groups of animals (P < 0.05). The absolute gain in live weight in Simmental bull — calves exceeded the hybrids during the rearing period from birth to 12 months of age, which indicates their higher growth energy. The live weight of 9-month-old Simmental bulls is 195.6 ± 13.46 kg, which is 12 kg or 6.53% (p≤0.05) more than that of analogs of hybrids, and also at the age of 12 months the Simmentals have superiority by 2.22% than crossbred bulls. At the same time, in all cases, Simmental bull — calves had an advantage over their peer's hybrids, which is due to the higher genetic potential of high live weight.

**Keywords:** farm, young animals, live weight, weighing, gain, linear growth, body build index, feeding, diet.

### References

1. Mentukh F.A. (2001). *Intensivnoe vyrashchivanie telok* [Intensive heifer breeding]. *Zootekhnija*, No. 4, pp. 20-21.
2. Shlyakhtunov V.I., Smunev V.I. (2005). *Skotvodstvo*. Minsk: *Tekhnoperspektiva*, p. 387.
3. Shevelev N.S., Tkachenko T.E. (2010). *Rol' belkov plazmy krovi v adaptacii mlekopitayushchikh. Adaptatsiya i stanovlenie fiziologicheskikh funkcij u zhivotnykh: Sbornik nauchnykh trudov* [Plasma proteins role in the adaptation of mammals. Adaptation and formation of the physical functions of animals: Collection of scientific thesis An international conference devoted to 90th anniversary of the Department of Animal Physiology of Moscow state academy of veterinary medicine and biotechnology named K.I. Skryabin]. Moscow, pp. 211–214.
4. Chugunov A.V., Gorokhov N.I., Zakharova L.N. (2013). *Zadachi selekcii skota v Yakutii* [Tasks of the selection of livestock in Yakutia]. *Agrarnyj vestnik Urala*, No. 2(108), pp. 25-26.
5. Romanova V.V. (2011). *Produktivnye kachestva simmental'skikh i simmentalo-yakutskikh pomesej v usloviyakh Yakutii* [Producing quality of Simmental cattle and Yakutian crossbred of Simmental cattle in Yakutia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, No. 06, pp. 72-74.
6. Gorokhov N.I. (2001). *Uluchshenie molochnoogo skota v usloviyakh Respubliki Sakha (Yakutiya)* [Improvement of dairy cattle in the Republic of Sakha (Yakutia)]. Novosibirsk, p. 156.
7. Kalashnikov A.P., Klejmenov N.I., Balanov V.N. (1985). *Normy i raciony kormleniya sel'skokhozyajstvennykh zhivotnykh* [Nutrition requirements and feeding standards of farm animals]. Moscow: *Agropromizdat*, p. 352.
8. Tyulebaev S.D., Mazurovskij L.Z., Kadyшева M.D., Litovchenko V.G. (2013). *Osobennosti rosta simmental'skikh bychkov v usloviyakh soderzhaniya po tekhnologii myasnogo skotvodstva* [Patterns of the growth of Simmental bulls in the conditions of meat stockbreeding]. *Zootekhnija*, No. 5, pp. 19-20.
9. Novikov, E.A. (1971). *Zakonomernosti razvitiya sel'skokhozyajstvennykh zhivotnykh* [Growth patterns of farm animals]. Moscow: *Kolos*, p. 224.
10. Kraszewski J., Strzetelski J., Wawrzynczak S. (2002). Realizing the full genetic potential of Simmental cows for milk production. *Annals of animal science*, vol. 2, No. 2, pp. 109-121.

About the authors:

- Praskovya F. Permyakova**, candidate of agricultural sciences, research, permprask-1953@mail.ru  
**Varvara V. Romanova**, candidate of agricultural sciences, leading researcher, head of the laboratory for selection and breeding of cattle  
**Evgeniya N. Rozhina**, zootechnician researcher  
**Elena S. Vasilieva**, junior researcher  
**Maria I. Nikanorova**, laboratory assistant  
**Lucia P. Pavlova**, junior researcher



# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПТОВОЙ ТОРГОВЛИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИЕЙ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДОСТУПНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ

Е.Г. Решетникова

ФГБУН Институт аграрных проблем Российской академии наук, г. Саратов, Россия

Достижение такого важного критерия продовольственной безопасности, как экономическая доступность продовольствия для всех групп населения в ситуации падения в последние годы реальных располагаемых доходов и сжатия платежеспособного спроса, усложненной экономическими последствиями пандемии Covid-19, должно опираться на развитие инструментов повышения доходов населения и рыночных механизмов формирования доступных цен на продовольствие. Цель проведенного исследования заключалась в обосновании направлений совершенствования процесса реализации продовольственной продукции на основе расширения конкурентной среды национального продовольственного рынка, упрощения условий для входа на рынок малого агробизнеса. Это возможно путем оптимизации структуры оптовой торговли продуктами питания посредством создания крупных оптовых продовольственных рынков по опыту стран с развитой рыночной экономикой. Формирование современного оптового звена торговли продуктами питания нацелено на обеспечение экономической доступности продовольствия для всех доходных групп населения за счет снижения издержек обращения товаров, осуществления оперативной доставки в сетевые магазины, магазины шаговой доступности и предприятия общественного питания свежей продукции местных производителей. Потребление продовольствия относится к первоочередным потребностям человека, удовлетворение которых на нормативном уровне способствует развитию всей системы потребностей. Для реализации цели статьи систематизированы различные подходы к определению понятия «личное потребление». Торговля продовольствием рассмотрена как важная часть третьей сферы агропродовольственного комплекса (АПК), проанализированы возможные тренды платежеспособного спроса на продукцию АПК в условиях действия нового глобального вызова. Показана роль оптовой торговли в формировании доступных цен на продовольственную продукцию, обобщен опыт организации оптовых продовольственных рынков в Испании и Франции. Отмечено, учитывая мировой опыт организации оптовых продовольственных рынков, что приоритет должен принадлежать механизму государственно-частного партнерства. Рассмотрены институциональные аспекты создания системы оптовых продовольственных рынков вокруг крупных городов.

**Ключевые слова:** экономическая доступность продовольствия, агропродовольственный комплекс, реальные доходы населения, конкурентная среда, оптовые продовольственные рынки, государственно-частное партнерство, малый агробизнес.

## Введение

Особое значение в структуре потребностей человека занимают потребности в питании, относящиеся к жизненно необходимым, без удовлетворения которых на нормативном уровне невозможен переход к более сложным видам потребностей. Удовлетворение потребностей в питании на нормативном уровне представляет собой один из критериев продовольственной безопасности страны. Продовольственная безопасность может быть достигнута при таком состоянии экономики, которое обеспечивает продовольственную независимость страны, а также экономическую, физическую и территориальную доступность продовольствия для всего населения в количестве, дающем возможность активной и здоровой жизни. Однако в настоящее время население страны в силу негативной динамики реальных доходов в полной мере не обеспечено объемами питания на уровне рациональных норм потребления. Определенная часть населения (около 10%) пребывает в состоянии продовольственной бедности, для которого характерно потребление основных продуктов на уровне ниже минимальных норм прожиточного минимума.

Большая роль в обеспечении продовольственной безопасности отводится торговле продовольственными товарами, относящейся к третьей сфере агропродовольственного комплекса (АПК), в состав которой входят переработка, заготовка, хранение, транспортировка и реализация конечной продукции агропродовольственного комплекса. Предприятия отраслей третьей сферы АПК доставляют готовую продукцию к местам хранения и реализации. Именно с функ-

ционированием торговых предприятий часто связана неоправданная многозвенность товародвижения, которая влияет на рост цен на продовольственную продукцию. В экономической литературе неоднократно высказывалась идея трансформации существующей системы сбыта продукции агропродовольственного комплекса, совершенствования оптового сегмента торговли на основе государственной поддержки малых форматов торговли и агробизнеса, упрощения попадания их на продовольственный рынок [1, 2].

Неблагоприятная ситуация с динамикой реальных доходов населения в последние 5 лет, усиленная социально-экономическим положением в условиях пандемии, осложняет решение задачи достижения экономической доступности продовольствия всеми группами населения. Совершенствование оптового звена торговли продовольственной продукцией является существенным фактором рыночного регулирования цен за счет расширения конкурентной среды продовольственного рынка, направлено на обеспечение экономической доступности продовольствия для всего населения.

## Методы проведения исследования

Осуществленное исследование основывается на таких методах познания, как монографический и абстрактно-логический методы, метод сравнения, использование которых дало возможность обосновать направления совершенствования оптового звена торговли продовольственными товарами как важного условия обеспечения экономической доступности продовольствия для всех доходных групп насе-

ния. Исследование направлений обеспечения экономической доступности продовольствия предполагает внесение терминологической четкости в понятийный аппарат, связанный со сферой потребления.

Наиболее важными аспектами исследования категории «потребление» в экономической теории на современном этапе является рассмотрение его как инновационного процесса, а также изучение факторов, влияющих на потребительское поведение, выявление возможности прогнозирования основных параметров потребления. Обобщая подходы классической экономической теории, маржинализма, отечественной экономической школы по вопросу о сущности потребления, следует рассматривать потребление как процесс удовлетворения комплекса личных потребностей посредством использования полезности того или иного блага. Интересен подход к личному потреблению как к сфере инновационных практик и к сфере самовыражения человека, что определяется усложнением потребительских процессов, существованием различных разновидностей товара, удовлетворяющего определенную потребность [3].

Проблемы развития сферы потребления тесно связаны с вопросами рационального потребительского выбора в условиях ограниченности денежных и других видов ресурсов, с вопросами формирования платежеспособного спроса населения, с обеспечением экономической доступности продовольствия. Проблема рационального потребительского выбора является предметом научных обсуждений на протяжении длительного времени. Для мар-



жиналистов было характерно понимание экономической рациональности потребителя как максимизации полезности в условиях полной информации. Позднее понимание важности учета фактора неопределенности при осуществлении рационального выбора предопределило возникновение теории ожидаемой полезности в структуре неоклассической теории. В современных исследованиях для претворения в жизнь рациональной модели потребительского выбора учитываются такие качества потребителя, как привычки, психологические особенности личности, уровень культуры [4, 5]. Возникновение поведенческой экономики способствовало разработке новой модели потребительского выбора, дающей его междисциплинарное обоснование.

В условиях негативной динамики реальных доходов населения основное значение при формировании платежеспособного спроса на продовольственную продукцию играют уровень доходов и цен. Доступные цены являются результатом развитой конкурентной среды продовольственного рынка, на котором представлены рыночные агенты различных организационно-правовых форм собственности. Как свидетельствует мировая практика, наряду с агрохолдингами и торговыми сетями на продовольственном рынке должны быть представлены предприятия малого агробизнеса и малые форматы торговли продовольствием. Это необходимо для формирования доступных цен, развития сельских территорий, своевременности доставки потребителю свежей продовольственной продукции, реализации экологически чистой продукции и др.

Например, в странах Европейского Сообщества (ЕС) важнейшая роль в продовольственном обеспечении принадлежит фермерам, доля мелких сельскохозяйственных производителей, с площадью менее 50 га, составляет 93% всех фермерских хозяйств, с площадью менее 5 га — около 60% [6]. В статье 39 Римского договора о создании ЕС одной из целей данной организации в области единой сельскохозяйственной политики провозглашено обеспечение разумных потребительских цен на продовольственные товары [7].

Важным инструментом реализации данной цели является создание оптовых продовольственных рынков, позволяющих занять достойное место на продовольственном рынке малому агробизнесу.

**Эмпирическая база**

Основными факторами, влияющими на достижение экономической доступности продовольствия, то есть возможности приобретения основных продуктов питания на уровне рациональных норм потребления, являются уровень доходов населения и цен на продовольствие. Степень реализации данного критерия продовольственной безопасности в полярных доходных группах населения РФ представлена в таблице 1.

Как видно из данных таблицы 1, ситуация с экономической доступностью продовольствия является достаточно сложной у первой доходной группы с минимальными доходами особенно по таким продуктам, как молоко, фрукты, овощи, рыба. Для малообеспеченных групп населения (первая-третья децильные доходные группы) характерна ситуация, когда уровень фактического потребления ряда продуктов пи-

тания находится ниже норм потребительской корзины прожиточного минимума (овощи, молоко и др.) (табл. 2). Наибольшая дифференциация в потреблении полярных доходных групп была характерна для фруктов и рыбных продуктов: коэффициенты фондов составили, соответственно, 2,4 и 1,96 раза.

В условиях пандемии ситуация осложнилась. По данным Росстата, реальные располагаемые денежные доходы в третьем квартале 2020 г. по сравнению с соответствующим периодом предыдущего года снизились на 4,8% [8]. Сократилась и покупательная способность среднедушевых денежных доходов по основным продуктам питания. В январе-сентябре 2020 г. по сравнению с январем-сентябрем 2019 г. она снизилась по говядине на 5,1 кг в месяц на человека, по молоку питьевому — на 24,4, рыбе мороженой — на 8,1, маслу подсолнечному — на 6,7, хлебу ржаному и ржано-пшеничному — на 45,6, маслу сливочному — на 4,8 кг [9].

Вместе с тем, если в первом квартале 2020 г. реальные располагаемые доходы населения России составили 75,7% к уровню предыдущего периода, то в третьем квартале 2020 г. по срав-

нению со вторым кварталом 2020 г. — 105,2% [8]. Потребительский «Индекс Иванова», отражающий уровень потребительской уверенности россиян со средними доходами, во втором квартале 2020 г. вырос на 5 процентных пунктов, повысившись до минус 31% по сравнению с минус 36% в мае [10].

В условиях существенного негативного влияния нового глобального вызова на динамику реальных доходов населения России, необходимости поддержания потребительского спроса были реализованы меры государственной поддержки различных категорий граждан, в частности семей с детьми и безработных. В настоящее время в России разработан Общенациональный план действий по нормализации деловой жизни, восстановлению занятости, доходов граждан и роста экономики. Одним из важнейших показателей, который нужно достичь к концу 2021 г., является устойчивый рост реальных денежных доходов населения, для этого планируется обеспечить повышение реальной заработной платы на уровне не менее 2,5% в год, сокращение доли бедного населения по сравнению с 2019 г. [11].

Таблица 1

**Соотношение фактического уровня потребления основных продуктов питания и рациональной нормы в полярных доходных группах населения РФ в 2017-2018 гг., %**

Продукты питания	2017 г.		2018 г.	
	10% группа с минимальными доходами	10% группа с максимальными доходами	10% группа с минимальными доходами	10% группа с максимальными доходами
Хлеб и хлебные продукты	95,6	101,1	95,0	98,0
Картофель	60,1	66,3	58,4	64,9
Овощи и бахчевые	48,1	92,4	50,3	93,3
Фрукты и ягоды	38,8	101,9	42,0	100,7
Мясо и мясные продукты	76,8	151,9	80,7	151,4
Молоко и молочные продукты	53,4	99,5	53,9	98,6
Яйца	65,8	106,5	67,3	105,4
Рыба и рыбные продукты	61,8	121,8	64,5	126,4
Сахар и кондитерские изделия	104,6	142,5	106,3	141,7
Масло растительное и другие жиры	75,8	97,5	78,3	91,7

Рассчитано на основе данных Росстата ([https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b19\\_101/Main.htm](https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b19_101/Main.htm)) и рациональных норм потребления, утвержденных Приказом Министерства здравоохранения РФ от 19.08.2016 г. № 614.

Таблица 2

**Соотношение фактического уровня потребления основных продуктов питания и норм потребительской корзины прожиточного минимума в малообеспеченных группах населения РФ в 2018 г., %**

Продукты питания	Первая 10% доходная группа	Вторая 10% доходная группа	Третья 10% доходная группа	Коэффициент фондов, раз
Хлеб и хлебные продукты	72,1	73,3	74,9	1,03
Картофель	52,4	55,1	56,6	1,11
Овощи и бахчевые	61,4	72,2	92,0	1,86
Фрукты и ягоды	70,0	89,5	102,2	2,40
Мясо и мясные продукты	100,5	122,7	132,4	1,88
Молоко и молочные продукты	60,4	73,0	80,0	1,83
Яйца	83,3	94,3	101,4	1,57
Рыба и рыбные продукты	76,8	88,6	101,6	1,96
Сахар и кондитерские изделия	107,1	116,8	123,5	1,33
Масло растительное и другие жиры	85,5	92,7	94,5	1,17

Рассчитано на основе данных Росстата ([https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b19\\_101/Main.htm](https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b19_101/Main.htm)) и норм потребительской корзины, утвержденных Федеральным законом РФ от 03.12.2012 г. № 227-ФЗ.



Таблица 3

Структура оборота оптовой торговли по видам деятельности организаций оптовой торговли (без субъектов малого предпринимательства) в 2018-2019 гг., %

Показатели	2018 г.	2019 г.
Организации, осуществляющие торговлю оптовую, включая торговлю через агентов, кроме торговли автотранспортными средствами и мотоциклами	100	100
В том числе, осуществляющие торговлю оптовую:		
пищевыми продуктами, напитками и табачными изделиями, из них:	18,7	19,8
мясом и мясными продуктами	2,3	2,2
молочными продуктами, яйцами и пищевыми маслами и жирами	1,6	1,6

Источник: Структура оборота оптовой торговли по видам деятельности организаций оптовой торговли. URL: [http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/wholesale/#](http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/wholesale/#)

В настоящее время в России имеет место достаточно высокий абсолютный уровень цен, который негативно влияет на величину и структуру потребительского спроса и потребления населения. Президент Российской Федерации В.В. Путин 9 декабря на совещании с правительством по экономическим вопросам отметил, что «у людей денег недостаточно для приобретения определенных продуктов по тем ценам, которые мы наблюдаем на рынке» [12]. Он отметил, что рост цен на базовые продукты питания нельзя списывать на пандемию и потребовал от правительства принятия конкретных мер, подчеркнув, что все принимаемые меры по стабилизации цен должны быть тщательно изучены и сбалансированы с учетом влияния на бизнес [13].

Экономическая доступность продовольствия для всего населения является одним из важнейших стратегических приоритетов обеспечения продовольственной безопасности РФ, устойчивого функционирования национального агропродовольственного комплекса и может быть достигнута путем реализации целого комплекса мер, включая расширение конкурентной среды национального продовольственного рынка.

### Ход исследования

Важным направлением развития структуры национального продовольственного рынка является формирование системы оптовых продовольственных рынков вокруг крупных городов. Отсутствие такой системы замедляет товародвижение продовольственной продукции, негативно влияет на качество продуктов, издержки обращения и розничные цены. Малые и средние предприниматели испытывают трудности в процессе доведения своей продукции до потребителя, в приобретении которой заинтересованы как покупатели, так и предприятия общественного питания несетевого формата.

Анализ мирового опыта показывает, что проблема обеспечения свежей продукцией местных производителей предприятий несетевого формата торговли и общественного питания решается посредством создания оптовых продовольственных рынков. Например, во Франции доля оптовых продовольственных рынков в оптовом обороте фруктов и овощей составляет 50%. В Японии доля оптовых продовольственных рынков в оптовом обороте рыбы равняется 75%, морепродуктов — 85%, здесь принят закон об обязательном создании оптовых продовольственных рынков в городах с числом жителей свыше 200 тыс. за счет средств муниципалитетов [14].

При существовании системы оптовых продовольственных рынков складываются короткие цепи поставки с минимальным участием посредников. Оптовый продовольственный рынок по своей сути является торговым предприятием, располагающим необходимым торговым оборудованием и обеспечивающим необходимые условия по закупке сельскохозяйственной продукции и продовольствия по определенным правилам [15]. Задачей оптового продовольственного рынка является предоставление широкого спектра услуг, таких как ветеринарный и санитарный контроль, обслуживание информационного, логистического характера и др. Велика роль оптовых продовольственных рынков в поддержке малого агробизнеса, обеспечении безопасности продовольствия и уменьшении теневого оборота за счет использования безналичных расчетов.

Оптовые продовольственные рынки за рубежом являются либо полностью государственными, либо со значительной долей участия государства в деятельности этих рынков. Например, акционерами системы оптовых рынков Mercasa в Испании являются Министерство сельского хозяйства (FEGA) (49%) и Министерство финансов (SEPI) (51%). Испанская Компания Mercasa, владеющая 23 оптовыми рынками, включая мадридский оптовый рынок Mercamadrid, занимающий площадь 230 га, осуществляет разнообразные программы государственной поддержки малого бизнеса в сфере торговли и общественного питания. Рынки Mercamadrid в Мадриде и Mercabarna в Барселоне имеют развитую социальную инфраструктуру, в частности детские сады для детей работников рынка.

Примером государственно-частного партнерства в управлении оптовыми продовольственными рынками является Франция. Среди акционеров государственно-частной компании Semmaris, занимающей управлением рынка национального значения Парижского региона, в настоящее время доля государства составляет 33,3%, доля города Парижа — 33,3%. Во Франции в основе создания системы оптовых продовольственных рынков лежит Декрет от 30 сентября 1953 г. № 53-959 «Об организации сети рынков национального значения». В настоящее время в Федерацию оптовых рынков Франции входят 20 продовольственных рынков, из них только три (в городах Лион, Ренн и Тур) не имеют статуса рынка национального значения. Принятый в 2000 г. Коммерческий кодекс Франции определяет понятие рынка национального значения, порядок присвоения и лишения рынков этого статуса, содержит ключевые положения об управлении рынком национального значения и о контрольном периметре.

В пределах контрольных периметров вокруг рынков национального значения запрещалась оптовая торговля продуктами питания. Это давало конкурентное преимущество рынкам перед крупными торговыми сетями, способствовало формированию справедливых цен. В последние годы ряд институциональных аспектов функционирования системы оптовых продовольственных рынков претерпел определенные изменения, был отменен полный запрет на оптовую торговлю внутри контрольных периметров, перечень так называемой защищенной продукции изменен. В результате некоторые торговые сети получили возможность размещать свои магазины в тех районах, где раньше они это делать не могли.

В настоящее время оборот Парижского оптового рынка составляет 8,8 млрд евро, он объединяет 1200 предприятий с более 11 тыс. работников. Рынок раскинулся на площади 234 га.

Площадь контрольного периметра рынка национального значения Париж — Рэнжис равняется 3149 кв. км, что составляет 26% от общей площади Парижского региона (Иль-де-Франс) [16].

В России есть проблемы с функционированием оптового звена торговли продовольствием. По имеющимся оценкам, издержки оптовой и розничной торговли при реализации плодощной продукции в России в 2 раза выше, чем в европейских странах. Создание оптовых продовольственных рынков, как показывает опыт стран с развитой рыночной экономикой, позволит сократить издержки товародвижения. Однако прибыльными оптовые продовольственные рынки становятся не сразу, в связи с этим так важна для их функционирования роль государства. В июле 2019 г. оборот оптовой торговли в России равнялся 6897,2 млрд руб., удельный вес субъектов малого предпринимательства составил 36,9% оборота оптовой торговли [17]. На долю организаций, осуществляющих оптовую торговлю пищевыми продуктами, приходится приблизительно пятая часть оптового оборота, в 2018-2019 гг. имел место рост их доли на 1,1 п.п. (табл. 3).

Следует отметить, что в России есть примеры создания оптовых продовольственных рынков по опыту стран с развитой рыночной экономикой — агрокластер «Максимиша» в Подмосковье на площади 300 га и оптовый продовольственный рынок под Петербургом в районе Пулково на площади около 150 га. Но потребности агропродовольственной сферы в данном вопросе далеко не удовлетворены.

### Результаты и обсуждение

В Стратегии развития торговли в Российской Федерации до 2025 года содержатся концептуальные основы формирования системы оптовых продовольственных рынков в России [15]. Предлагается применять механизм концессий, государственно-частного партнерства или использования средств частных инвесторов. На наш взгляд, учитывая мировой опыт организации оптовых продовольственных рынков, приоритет должен иметь механизм государственно-частного партнерства. Создание оптовых продовольственных рынков положительно скажется и на восстановлении кооперации малого агробизнеса. Федеральный проект «Создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации» в рамках Национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы» аккумулирует в себе мероприятия по созданию системы поддержки фермеров и развитию сельской кооперации [18]. Целесообразно выделение средств Национального проекта на создание системы оптовых продо-





вольственных рынков вокруг крупных городов. Создание системы оптовых продовольственных рынков будет способствовать упрощению попадания на рынок малого агробизнеса, снижению цен, повышению устойчивости сферы потребления продовольствия в условиях пандемической ситуации.

Оживление экономической активности, имевшее место в сентябре 2020 г., замедлилось из-за второй волны пандемии. В данной ситуации важно поддерживать экономическую активность бизнеса и потребительский спрос, поскольку низкий спрос представляет собой серьезный сдерживающий фактор экономического роста. Современные вызовы свидетельствуют о необходимости трансформации институциональной среды агропродовольственного комплекса, развития действующих и трансплантации новых институтов, направленных на обеспечение продовольственной безопасности и повышение конкурентоспособности национального агропродовольственного комплекса в условиях восстановления экономики и перехода к активному экономическому росту. Новый глобальный вызов, такой как пандемия Covid-19, требует обоснования комплекса мер по восстановлению и дальнейшему росту платежеспособного спроса населения, обеспечению условий для выполнения важнейших критериев продовольственной безопасности.

Создание системы оптовых продовольственных рынков позволит смягчить прогнозируемые трансформации структуры платежеспособного спроса населения. По мнению аналитиков, в современной социально-экономической ситуации сократится спрос на продовольственные товары премиум-сегмента: на дорогие виды мяса и сыра. Для спроса на продовольственные товары растительного происхождения будут характерны два тренда: с одной стороны, снижение платежеспособного спроса на скоропортящиеся и экзотические продукты; с другой стороны, рост спроса на муку и крупы, а также на овощи так называемого «борщового набора» (капуста, свекла, морковь, картофель) [19]. В сложившихся условиях повышается спрос на продукты питания местных производителей при условии их невысокой цены. Ценятся продовольственные товары в индивидуальной упаковке в силу необходимости соблюдения санитарных требований.

Данные тенденции изменения количественных и качественных характеристик спроса на продовольствие будут наблюдаться до улучшения санитарно-эпидемиологической и социально-экономической ситуации. Следует отметить,

что агропродовольственная сфера в начале пандемии испытала беспрецедентное давление ажиотажного спроса на ряд продовольственных товаров (гречка, макаронные изделия, консервированная продукция, сахар, растительное масло). Следует отметить, что производственная составляющая и торговая инфраструктура АПК справились с этим «девятым валом» ажиотажного спроса за счет продуманной логистики и значительных товарных запасов данных продуктов. Но решение проблемы экономической доступности продовольствия предполагает как повышение реальных доходов населения, так и развитие рыночных механизмов формирования доступных цен на пищевые продукты, которое напрямую зависит от создания современной системы оптовых продовольственных рынков.

### Заключение

Логичным этапом развития взглядов экономической теории на проблему формирования платежеспособного спроса населения, его потребительских предпочтений явилось возникновение поведенческой экономики, позволяющей значительно расширить круг факторов потребительского выбора, прежде всего, за счет учета когнитивных ограничений потребителя. Однако в условиях кризисного состояния экономической системы основное влияние на величину и структуру спроса потребителей оказывают реальные доходы населения и цена товаров. Одним из инструментов воздействия на формирование справедливых доступных цен является развитие конкурентной среды продовольственного рынка за счет создания цивилизованной системы оптовых продовольственных рынков. Такая система снижает издержки обращения и обеспечивает круглогодичное снабжение населения качественными продуктами питания по разумным ценам. Создание системы оптовых продовольственных рынков в России на основе механизма государственно-частного партнерства будет способствовать обеспечению продовольственной безопасности страны, формированию реальных рыночных цен, ускорению товародвижения и денежного обращения, своевременному и эффективному контролю за качеством товаров, созданию рабочих мест, достижению экономической доступности продовольствия для всего населения.

### Литература

1. Романенко Ю.Д. Совершенствование механизма системы сбыта сельхозпродукции // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. № 2. С. 82-91.

2. Нуралиев С.У. Конкурентоспособность отечественного продовольствия в условиях монополизации каналов сбыта // Пищевая промышленность. 2018. № 2. С. 8-11.
3. Радаев В.В. Социология потребления: основные подходы // Социологические исследования. 2005. № 1. С. 3-16.
4. Автономов В.С. Постоянная и переменная рациональность как предпосылка экономической теории // Журнал Новой экономической ассоциации. 2017. № 1. С. 142-146.
5. Капелюшников Р.С. Статус принципа рациональности в экономической теории: прошлое и настоящее // Журнал Новой экономической ассоциации. 2017. № 1. С. 162-166.
6. В ЕС мелкие семейные фермы исчезают с высокой скоростью. URL: <http://agroportal.ua/news/mir/v-es-melkie-semeinye-fermy-ischezayut-s-vysokoi-skorostyu/>
7. Договор об утверждении Европейского экономического сообщества (ЕЭС). URL: <https://ppt.ru/newstext.phtml?id=26343/>
8. Реальные располагаемые денежные доходы населения РФ. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13397>
9. Покупательная способность среднедушевых денежных доходов. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13397>
10. Потребительский «индекс Иванова» возвращается к норме. URL: <https://rg.ru/2020/07/24/index-potrebitelskoj-uverennosti-rossiian-vyros-na-5-procentov.html>
11. Общенациональный план действий, обеспечивающих восстановление занятости и доходов населения, рост экономики и долгосрочные структурные изменения (Одобрено Правительством РФ 23.09.2020, протокол № 36, раздел VII) (№ П13-60855 от 02.10.2020). URL: <http://docs.cntd.ru/document/565876227>
12. Путин призвал не допустить нехватки у населения денег на продукты. URL: <https://news.mail.ru/politics/44488584/?frommail=1>
13. Путин заявил о недопустимости оправдания роста цен на продукты пандемией. URL: <https://news.mail.ru/economics/44490258/?frommail=1>
14. Отечественный и зарубежный опыт функционирования оптовых продовольственных рынков. URL: <https://poisk-ru.ru/s21770t15.html/>
15. Стратегия развития торговли в Российской Федерации до 2025 года. URL: <http://www.kgo66.ru/str-eco-str-eco-news/12295-strategii-razvitiya-torgovli-v-rossijskoj-federatsii-do-2025-goda>
16. Франция: рынки национального значения. URL: <http://www.aorr.ru/news-association-aorr/975-france-markets-of-national-importance.html>
17. Оборот оптовой торговли в июле 2019 года. URL: [http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/wholesale/](http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/wholesale/)
18. Паспорт национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. № 16). URL: <http://base.garant.ru/72185938/>
19. Как пандемия коронавируса влияет на сельское хозяйство. URL: <https://rynok-apk.ru/articles/actual/pandemiya-kv/>

Об авторе:

**Решетникова Елена Геннадиевна**, доктор экономических наук, профессор, заведующая лабораторией стратегии развития институциональной среды АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6261-3596>, Scopus ID: 57205193629, [elenaresh2708@mail.ru](mailto:elenaresh2708@mail.ru)

## IMPROVEMENT OF WHOLESALE TRADE OF FOOD PRODUCTS AS A FACTOR OF ENSURING THE ECONOMIC AFFILIATION OF FOOD

**E.G. Reshetnikova**

Institute of Agrarian Problems of the Russian Academy of Science, Saratov, Russia

Achieving such an important criterion of food security as the economic affordability of food for all groups of the population in a situation of falling real disposable income in recent years and shrinking effective demand, complicated by the economic consequences of the Covid-19 pandemic, should be based on the development of tools to increase household income and market mechanisms for the formation of affordable prices for food. The purpose of the study was to substantiate the directions for improving the process of selling food products based on expanding the competitive environment of the national food market, simplifying the conditions for entering the small agribusiness market. This is possible by optimizing the structure of wholesale food trade by creating large wholesale food markets based on the experience of countries with developed market economies. The formation of a modern wholesale link in the food trade is aimed at ensuring the economic accessibility of food for all income groups of the population





by reducing the costs of circulation of goods, providing prompt delivery to chain stores, convenience stores and catering establishments of fresh produce from local producers. Food consumption is one of the primary human needs, the satisfaction of which at the normative level contributes to the development of the entire system of needs. To achieve the goal of the article, various approaches to the definition of the concept of "personal consumption" are systematized. Food trade is considered as an important part of the third sphere of the agro-food complex, possible trends in effective demand for agricultural products in the context of a new global challenge are analyzed. The role of wholesale trade in the formation of affordable prices for food products is shown, the experience of organizing wholesale food markets in Spain and France is summarized. It was noted, taking into account the world experience of organizing wholesale food markets, that the priority should belong to the mechanism of public-private partnership. The institutional aspects of creating a system of wholesale food markets around large cities are considered.

**Keywords:** economic availability of food, agro-food complex, real income of the population, competitive environment, wholesale food markets, public-private partnership, small agribusiness.

## References

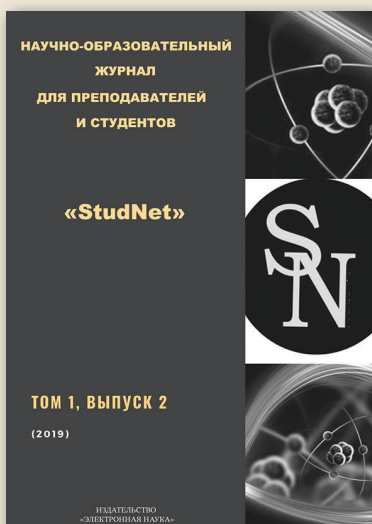
- Romanenko, Yu.D. (2016). Sovershenstvovanie mekhanizma sistemy sbyta sel'khozproduksii [Improving the mechanism of the sales system for agricultural products]. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Izvestiya of Timiryazev agricultural academy], no. 2, pp. 82-91.
- Nuraliev, S.U. (2018). Konkurentosposobnost' otechestvennogo prodovol'stviya v usloviyakh monopolizatsii kanalov sbyta [Competitiveness of domestic food products in the context of monopolization of distribution channels]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], no. 2, pp. 8-11.
- Radaev, V.V. (2005). Sotsiologiya potrebleniya: osnovnye podkhody [Sociology of consumption: basic approaches]. *Sotsiologicheskie issledovaniya* [Sociological studies], no. 1, p. 3-16.
- Avtonomov, V.S. (2017). Postoyannaya i peremennaya ratsional'nost' kak predposylka ehkonomicheskoi teorii [Constant and variable rationality as a prerequisite of economic theory]. *Zhurnal Novoi ehkonomicheskoi assotsiatsii* [Journal of the New economic association], no. 1, pp. 142-146.
- Kapelyushnikov, R.S. (2017). Status printsipa ratsional'nosti v ehkonomicheskoi teorii: proshloe i nastoyashee [The status of the principle of rationality in economic theory: past and present]. *Zhurnal Novoi ehkonomicheskoi assotsiatsii* [Journal of the New economic association], no. 1, pp. 162-166.
- Agroportal (2019). V ES melkie semeinye fermy ischezayut s vysokoi skorost'yu [Small family farms are disappearing at a high rate in the EU]. Available at: <http://agroportal.ua/news/mir/v-es-melkie-semeinye-fermy-ischezayut-s-vysokoi-skorostyu/>
- PPT-RU (2020). Dogovor ob utverzhdenii Evropeiskogo ehkonomicheskogo soobshchestva (EES) [European Economic Community (EEC) approval treaty]. Available at: <https://ppt.ru/newstext.phtml?id=26343/>
- Rosstat (2020). Real'nye raspolagaemye denezhnye dokhody naseleniya RF [Real disposable cash income of the population of the Russian Federation]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/13397>
- Rosstat (2020). Pokupatel'naya sposobnost' srednedushyevykh denezhnykh dokhodov [The purchasing power of per capita money income]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/13397>
- Mentyukova, S. (2020). Potrebitel'skii «indeks Ivanova» vozvrashchaetsya k norme [Ivanov's consumer index returns to normal]. Available at: <https://rg.ru/2020/07/24/indeks-potrebitel'skoj-uverennosti-rossiian-vyros-na-5-procentov.html>
- Obshchenatsional'nyi plan deistvii, obespechivayushchikh vosstanovlenie zanyatosti i dokhodov naseleniya, rost ehkonomiki i dolgosrochnye strukturnye izmeneniya (Odobren Pravitel'stvom RF 23.09.2020, protokol № 36, razdel VII) (№ P13-60855 ot 02.10.2020) [A national action plan to ensure employment and income recovery, economic growth and long-term structural change Approved by the Government of the Russian Federation on 23.09.2020, protocol No. 36, section VII] (No. P13-60855 dated 02.10.2020). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/565876227>
- Kommersant (2020). Putin prizval ne dopustit' nekhvatki u naseleniya deneg na produkty [Putin urged not to allow the population to lack money for food]. Available at: <https://news.mail.ru/politics/44488584/?frommail=1>
- Izvestiya (2020). Putin zayavil o nedopustimosti opravdaniya rosta tsen na produkty pandemiei [Putin said it was inadmissible to justify the rise in food prices by a pandemic]. Available at: <https://news.mail.ru/economics/44490258/?frommail=1>
- Poisk-ru.ru (2020). Otechestvennyi i zarubezhnyi opyt funktsionirovaniya optovykh prodovol'stvennykh rynkov [Domestic and foreign experience in the functioning of wholesale food markets]. Available at: <https://poisk-ru.ru/s21770t15.html/>
- Internet gazeta "Glas-naroda" (2019). Strategiya razvitiya torgovli v Rossiiskoi Federatsii do 2025 goda [Trade development strategy in the Russian Federation until 2025]. Available at: <http://www.kgo66.ru/str-eco/str-eco-news/12295-strategii-razvitiya-torgovli-v-rossijskoj-federatsii-do-2025-goda>
- AORR (2021). Frantsiya: rynki natsional'nogo znacheniya [France: markets of national importance]. Available at: <http://www.aorr.ru/news-association-aorr/975-france-markets-of-national-importance.html>
- Rosstat (2020). Oborot optovoi torgovli v iyule 2019 goda [Wholesale turnover in July 2019]. Available at: [http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/wholesale/](http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/wholesale/)
- Pasport natsional'nogo proekta «Maloe i srednee predprinimatel'stvo i podderzhka individual'noi predprinimatel'skoi initsiativy» (utv. prezidiumom Soveta pri Prezidente RF po strategicheskomu razvitiyu i natsional'nym proektam (protokol ot 24 dekabrya 2018 g. № 16) [Passport of the national project "Small and medium enterprises and support for individual entrepreneurial initiatives" (approved by the Presidium of the Council under the President of the Russian Federation for strategic development and national projects (Minutes of December 24, 2018 No. 16)). Available at: <http://base.garant.ru/72185938/>
- Rynok APK (2020). Kak pandemiya koronavirusa vliyaet na sel'skoe khozyaistvo [How the coronavirus pandemic is affecting agriculture]. Available at: <https://rynok-apk.ru/articles/actual/pandemiya-kv/>

## About the author:

**Elena G. Reshetnikova**, doctor of economic sciences, professor, head of the laboratory for development of the institutional environment of the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6261-3596>, Scopus ID: 57205193629, [elenaresht2708@mail.ru](mailto:elenaresht2708@mail.ru)

[elenaresht2708@mail.ru](mailto:elenaresht2708@mail.ru)

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



Научно-образовательный журнал «StudNet» для аспирантов, студентов, молодых ученых и преподавателей.

- Цитирование РИНЦ, КиберЛенинке, Google Scholar.
- Научным публикациям присваивается международный цифровой индикатор DOI.

Контакты: <https://stud.net.ru>, [jurnal-studnet@yandex.ru](mailto:jurnal-studnet@yandex.ru)





## ОПЫТ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА ПО РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В РОССИИ

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ  
в рамках научного проекта № 20-010-00375 «Методология формирования и разработка  
организационно-экономического механизма достижения целей устойчивого развития  
в национальной агропродовольственной системе»*

**Н.А. Довготько<sup>1</sup>, С.А. Андрищенко<sup>2</sup>, О.А. Чердиченко<sup>1</sup>,  
Е.В. Скиперская<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»,  
г. Ставрополь, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ Институт аграрных проблем Российской академии наук,  
г. Саратов, Россия

В статье рассмотрены социально-экономические и экологические подходы при формировании механизма достижения целей устойчивого развития (ЦУР) в сельском хозяйстве на основе общей аграрной политики Европейского союза (ЕС). Исследованы характер и фактура международного опыта реализации ЦУР в аграрном секторе экономики, сочетающего как ключевые инновационные тренды его развития, так и новые системы социально-экономического взаимодействия в аспекте устойчивости. Рассмотрены сущность, цели, задачи и приоритеты аграрной политики ЕС, а также определены инструменты реализации ЦУР. Выявлены регулятивные меры аграрной политики стран ЕС для комплексного решения задач, связанных с увеличением производства продовольствия, социальными проблемами сельских территорий, охраной окружающей среды и предотвращением изменения климата. Научные выводы авторов статьи базируются на идее о том, что при формировании механизма реализации ЦУР в сельском хозяйстве могут быть использованы отдельные элементы общей аграрной политики ЕС, такие как создание свода стандартов, адаптирующих для сельского хозяйства положения общенационального законодательства в области охраны окружающей среды, безопасности продовольствия, здоровья животных и растений, а также меры по поддержке развития сельских территорий. Методический и оценочный характер статьи основан на изучении теоретических и научно-практических работ отечественных и зарубежных исследователей, а также использовании системных докладов и разработок ООН, ОЭСР, ВТО и других международных организаций, публикуемых в рамках реализации Повестки-2030. Выводы авторов статьи формируют методический базис для дальнейшего научного поиска в проблемном поле формирования механизма достижения ЦУР в аграрном секторе экономики.

**Ключевые слова:** цели устойчивого развития, Европейский союз, общая аграрная политика, аграрный сектор, сельское хозяйство, сельские территории, природные ресурсы, продовольственная безопасность.

### Введение

В последние несколько десятилетий вопросы определения механизма реализации целей устойчивого развития мирового сообщества, глобальной экономики и социума стали приоритетными для различных научных и прикладных исследований. Более того, аксиоматика устойчивости становится методологической основой для разработки большинства стратегических документов международных организаций (ООН, ОЭСР, ВТО, Всемирный банк и др.) и стран. Не является исключением и Российская Федерация, которая на основе ключевых политических документов, определяющих развитие страны в области социально-экономического развития на период до 2030 г., ведет разработку и последовательную реализацию приоритетных направлений устойчивого развития национальной экономики и ее структурных составляющих. В контексте выхода на траекторию устойчивого развития важными шагами международно-го сообщества явились принятие Повестки дня в области устойчивого развития на период до

2030 г. (Нью-Йорк, 2015 г.), включающей 17 Целей устойчивого развития (ЦУР) (*Sustainable Development Goals*), а также Парижского соглашения по борьбе с изменениями климата. Кроме того, в последние годы Европейская комиссия приняла ряд стратегических проектов развития экономики — «зеленой», низкоуглеродной, циркулярной и биоэкономики на период до 2050 г., в том числе проект «Зеленый пакт (сделка) для Европы» (*the European Green Deal*). Таким образом, как отмечают отечественные исследователи, «можно говорить об устойчивом развитии как о своеобразной консенсусной официальной парадигме развития человечества в 21 веке» [1].

Между тем Повестка-2030 хотя и носит универсальный характер, но в развивающихся странах наблюдается высокий дефицит инвестиций в ключевые ЦУР. В сложившихся условиях большая ответственность за успешное достижение устойчивого развития возлагается на развитые страны, что актуализирует изучение накопленного ими опыта в данной области. В настоящее время Европейский союз (ЕС) играет важнейшую

роль в формировании глобальной политики устойчивого развития, разрабатывая стандарты для других стран [2]. Так, еще в 2017 г. была создана Многосторонняя платформа по ЦУР (*EU SDG Multistakeholder Platform*) для поддержки и консультирования всех заинтересованных сторон: государства, частного бизнеса и гражданского общества. С 2018 г. функционирует Европейский фонд устойчивого развития (*EFSD*), деятельность которого связана с финансированием стран-реципиентов и общим содействием достижению ЦУР. В 2018 г. был одобрен План действий по финансированию устойчивого развития (*The action plan on sustainable finance*), в котором представлена стратегия финансирования деятельности по достижению ЦУР, согласованная с общими целями ЕС по созданию сбалансированной экономики и социальному развитию. В 2019 г. был принят еще один стратегический документ в области ЦУР — «К более устойчивой Европе к 2030 году», который продолжает поддерживать центральную роль устойчивого развития для ЕС и одновременно представляет ме-



тодологические рекомендации по внедрению ЦУР в национальные стратегические документы. Однако в контексте межстрановых сопоставлений полагаем важным связать признанные мировым сообществом ЦУР не только для общества и экономики в целом, но и для отдельных отраслей и секторов национальных экономик, в том числе сельского хозяйства, обеспечивающего продовольственную и экономическую безопасность страны.

### Цель исследования

Целью исследования является оценка зарубежного опыта применения социально-экономических и экологических подходов при формировании механизма достижения ЦУР в сельском хозяйстве на основе общей аграрной политики — *САР* (*Common Agricultural Policy*), а также выявление его лучших практик для применения в российских условиях.

### Теоретические аспекты исследования

В силу того, что проблематика достижения ЦУР актуальна для международной повестки дня и решения задач социально-экономического развития отдельных государств, изучению проблемы трансформации социально-экономических систем в аспекте устойчивости посвящен широкий круг научно-практических трудов отечественных и зарубежных исследователей. В частности, в работе специалистов Утрехтского университета (Нидерланды) Ф. Бирмана, Н. Кани и Р. Ким изучены институциональные факторы достижения ЦУР, показана важность измерения их реального прогресса, согласования и интеграции экономических, социальных и экологических аспектов устойчивого развития [3]. Мониторинг прогресса в достижении отдельных ЦУР на национальном уровне с помощью согласованных на международном уровне показателей стал предметом пристального внимания в работе Л. Гуппи, П. Мехта и М. Кадир [4]. Ключевые вопросы разработки интегративной структуры управления ЦУР и компетенций управления процессом достижением ЦУР проанализированы Дж. Монкельбааном [5]. Обзор формирующейся практики в области моделирования национальных сценариев и оценка широкого спектра различных количественных моделей реализации целей устойчивого развития наиболее подробно представлены в работе К. Аллена, Г. Меттернихта и Т. Видмана [6].

Отечественные исследователи также вносят значительный вклад в продвижение концепции устойчивого развития в Российской Федерации. Особого внимания в этой области заслуживают многочисленные работы С.Н. Бобылева, обосновывающие задачи включения в разрабатываемые долгосрочные документы развития страны концепции устойчивости и отражающие необходимость разработки национальной стратегии устойчивого развития, в которой важное место должны занять новые модели экономики: «зеленая», низкоуглеродная, биоэкономика, синяя и др. [7]. Ключевые экономические, социальные и экологические индикаторы цифровой экономики, которые в наибольшей мере отражают задачи достижения ЦУР в России, рассмотрены в работе С.Н. Бобылева, С.В. Соловьевой др. [8]. В свою очередь, исследователи А.Г. Сахаров и О.И. Колмар выявляют то важное обстоятельство, что в Российской Федерации имеется существенный ресурс повышения эффективности

достижения ЦУР на основе реализации комплексного подхода, обеспечивающего единство и сбалансированность социальных, экономических и экологических аспектов устойчивого развития [9]. Современные тенденции участия бизнеса в реализации ЦУР, проекты и инициативы ведущих транснациональных компаний на основе анализа бизнес-кейсов устойчивого развития рассмотрены в работе Е.Б. Завьяловой и Е.А. Стариковой [10].

Анализ устойчивости агропродовольственных систем на основе ЦУР ООН представлен в работе Р. Валентини, Дж. Зивенпайпер, М. Антонелли и К. Дембска [11]. Авторы детально исследовали такие вопросы, как продовольственная безопасность, изменение климата, миграция и устойчивое сельское хозяйство. Изучая механизм устойчивого функционирования агропродовольственных систем, группа ученых под руководством М. Кларка приводит подробные результаты выполненных исследований по экологическим и социальным последствиям выбора продуктов питания для здоровья и окружающей среды [12].

Между тем российские ученые отмечают, что в перспективе 10-20 лет развитие глобального агропродовольственного комплекса будет диктоваться ростом угроз дефицита ресурсов для обеспечения растущих потребностей на фоне кризиса сложившихся моделей продовольственных систем и усиления проблем обеспечения биобезопасности [13]. Наиболее актуальные проблемы современного этапа развития сельского хозяйства и агропродовольственного рынка страны, основные направления совершенствования аграрной политики и устойчивого развития сельских территорий проанализированы в статье А.В. Петрикова [14].

В работе авторов Е.В. Викторовой и Д.А. Петренко раскрыты принципы ответственного производства и потребления (ЦУР 12), а также приведены примеры прогрессивных законов в европейских странах и США [15].

Вклад ООН по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО) в достижение ЦУР, предполагающее устойчивое развитие сельского хозяйства и обеспечение продовольственной безопасности, на основе стимулирования разработки и международной передачи инновационных сельскохозяйственных технологий изучены в работе М.В. Шугурова [16]. Разноаспектность проблемы изучения зарубежного опыта достижения ЦУР и соответствующая тематическая направленность отражены в работах группы ученых под руководством Т.А. Ланьшина [17], а также Л.М. Кузнецова и А.А. Янковской [18]. Европейские приоритеты в управлении развитием сельских территорий представлены в работе А.И. Добруновой [19].

Однако в теоретико-методологическом плане механизм достижения целей устойчивого развития в сельском хозяйстве не является в полной мере изученным. Полагаем, что специального исследования требуют различные социо-эколого-экономические подходы при формировании механизма достижения ЦУР в аграрном секторе экономики на основе зарубежного опыта. Таким образом, недостаточная изученность и актуальность проблемы реализации целей устойчивого развития в сельском хозяйстве на основе опыта Европейского союза, а также выявление возможности его применения в России обусловили выбор темы и постановку цели данной статьи.

### Методология проведения исследования

Для верификации успешных практик зарубежного опыта и обоснования перспектив его использования в российском аграрном секторе экономики авторами был использован разнообразный методологический инструментарий, в том числе аналитический, логический, экономико-статистический, структурный анализ и синтез. Применение системного подхода и методов интерпретации статистических данных позволило выявить и конкретизировать проблемы и актуальные направления реализации ЦУР в сельском хозяйстве стран ЕС.

### Результаты и обсуждение исследования

Как известно, сельское хозяйство является одним из основных инструментов ускоренного развития экономики стран, обеспечивая занятость и средства к существованию значительной части населения, обладая при этом серьезным потенциалом для содействия достижению многих целей в области устойчивого развития, а также реализации Парижского соглашения об изменении климата.

Однако аграрный сектор в настоящее время характеризуется многочисленными неблагоприятными факторами, такими как деградация окружающей среды, недостаток инфраструктуры и услуг. Так, согласно данным ФАО, около 25% сельскохозяйственных угодий оценивается как сильно деградированные, а еще 46% — как умеренно или слабо деградированные. Европейской комиссией по сельскому хозяйству отмечается, что деградация земель представляет растущую угрозу для продуктивности сельского хозяйства и экосистемных услуг в Европе. Одновременно доля потерь и отходов в агропродовольственных системах составляет около 30% для зерновых культур, 40-50% — для корнеплодов, 30% — для рыбы и 20% — для масличных и мяса. Кроме того, отмечается высокая подверженность сельского хозяйства воздействию экстремальных климатических явлений. Так, согласно данным Всемирной метеорологической организации, в 2018 г. большинство стихийных бедствий, от которых пострадали почти 62 млн человек, были связаны с экстремальными погодными и климатическими явлениями. Нельзя не отметить и проблему широкого распространения интенсивных сельскохозяйственных практик, предполагающих активное применение агрохимикатов и антибиотиков, что, согласно оценкам ООН, является непосредственной причиной 200 тыс. смертей в мире ежегодно.

Указанные факты актуализируют деятельность по формированию механизма достижения ЦУР, способствующего нивелированию негативных экологических, экономических и социальных явлений в развитии сельского хозяйства и сельских территорий. Генеральная Ассамблея ООН рекомендует государствам-членам подготавливать регулярные обзоры с системной оценкой прогресса на пути к достижению ЦУР на национальном и субнациональном уровнях. В этой связи в 2020 г. был представлен первый независимый количественный отчет о прогрессе Европейского союза и его государств-членов в достижении ЦУР за 2019 г., в котором отражен рейтинг стран на пути прогресса в достижении ЦУР. Обзор прогресса ЕС-27 в достижении ЦУР за 2014-2019 гг. представлен на рисунке 1.





Рис. 1. Обзор прогресса ЕС-27 в достижении ЦУР за 2014-2019 гг.

Составлено авторами по: Sustainable Development Report 2019 — Sustainable...sdgindex.org/reports/sustainable-development...2019/ URL: <http://sdgindex.org/reports/sustainable-development-2019>

Таблица 1

Тенденции в достижении задач ЦУР 2

Индикатор	Долгосрочная тенденция (более 15 лет)	Краткосрочная тенденция (более 5 лет)
<b>Неправильное питание</b>		
Ожирение	-- Расчет тренда невозможен (слишком короткий временной ряд)	-- Расчет тренда невозможен (слишком короткий временной ряд)
<b>Устойчивое сельскохозяйственное производство</b>		
Доход от сельскохозяйственных факторов на годовую единицу работы	↑ Значительный прогресс в достижении цели	↑ Значительный прогресс в достижении цели
Государственная поддержка сельскохозяйственных НИОКР	↗ Умеренный прогресс в достижении цели	↑ Значительный прогресс в достижении цели
Площадь под органическим сельским хозяйством	-- Расчет тренда невозможен (слишком короткий временной ряд)	↑ Значительный прогресс в достижении цели
Индикатор риска для пестицидов (HRI 1)	-- Расчет тренда невозможен (слишком короткий временной ряд)	↑ Значительный прогресс в достижении цели
<b>Воздействие сельскохозяйственного производства на окружающую среду</b>		
Выбросы аммиака в сельском хозяйстве	↗ Умеренный прогресс в достижении цели	↘ Умеренное отступление от цели
Нитраты в грунтовых водах	-- Расчет тренда невозможен (слишком короткий временной ряд)	-- Расчет тренда невозможен (слишком короткий временной ряд)
Расчетная эрозия почвы водой	↗ Умеренный прогресс в достижении цели	↗ Умеренный прогресс в достижении цели
Индекс птиц на сельскохозяйственных угодьях	↘ Умеренное отступление от цели	↘ Умеренное отступление от цели

Составлено авторами по: Sustainable Development Report 2019 — Sustainable...sdgindex.org/reports/sustainable-development...2019/ URL: <http://sdgindex.org/reports/sustainable-development-2019>

Несмотря на то, что возглавляют рейтинг развитые страны северной Европы — Дания, Швеция и Финляндия, но даже они сталкиваются с серьезными проблемами в реализации одной или нескольких ЦУР. Из данных рисунка 1 видно, что за последние годы ЕС добился значительных успехов в прогрессе ЦУР 1 (Ликвидация нищеты), ЦУР 3 (Хорошее здоровье и благополучие), ЦУР 16 (Мир, правосудие и институты). В свою очередь, достижения в этих областях способствовали прогрессу в реализации ЦУР 11 (Устойчивые города и населенные пункты). Однако демонстрируют общий медленный прогресс цели в области образования (ЦУР 4 — Качественное образование), инноваций (ЦУР 9 — Индустриализация, инновации и инфраструктура) и глобального партнерства (ЦУР 17 — Партнерство в интересах устойчивого развития). Медленный прогресс в сокращении неравенства (ЦУР 10 — Уменьшение неравенства) отражает растущий разрыв в отношении бедности и трудоустройства между гражданами ЕС и гражданами стран, не входящих в ЕС. В случае двух таких целей, как ЦУР 6 (Чистая вода и санитария) и ЦУР 14 (Сохранение морских экосистем) тенденции ЕС не могут быть рассчитаны из-за недостаточности данных за последние 5 лет.

Важно отметить, что мониторинг ЦУР 2 (Ликвидация голода) в контексте ЕС фокусируется на теме устойчивого сельскохозяйственного производства и его неблагоприятного воздействия на окружающую среду. Отмечается, что необходимо коренным образом изменить глобальную продовольственную и сельскохозяйственную систему, с тем чтобы прокормить 2 млрд человек к 2050 г. Одновременно социальный вектор устойчивости по ЦУР 2 справедливо ориентирован на учет и реализацию интересов сельских жителей, связанных не только с экономическими выгодами и достойной работой, но также с комфортной средой жизнедеятельности сельских территорий. В целом прогресс стран ЕС в достижении ЦУР 2 представлен в таблице 1.

Итак, хотя производительность сельского хозяйства в Европе увеличилась в последние десятилетия, его продолжающееся негативное воздействие на окружающую среду может поставить под угрозу долгосрочную устойчивость и возможность обеспечить массовый доступ к здоровой и экологически чистой еде.

В настоящее время значительный вклад в достижение ЦУР в агропродовольственных системах вносит учрежденная Римским договором (1957 г.) общая аграрная политика Европейского Союза — CAP, охватывая 27 государств-членов ЕС (включая режим внешней торговли, внутреннюю свободную торговлю и общее регулирование), в нее вовлечены около 10 млн фермерских хозяйств и 22 млн человек, занятых в агропроизводстве.

По прогнозам экспертов, аграрный сектор ЕС к 2050 г. может обеспечить расширение сельхозпроизводства для удовлетворения возрастающего мирового спроса на продовольствие на 70%. Уже в первые четыре месяца 2020 г., несмотря на торговые проблемы, связанные с пандемией Covid-19, ЕС демонстрирует положительное сальдо торговли агропродовольственными товарами в размере 19,5 млрд евро, что на 10% больше, чем в аналогичный период 2019 г.

Следует отметить, что изначально в основу аграрной политики ЕС был заложен ряд обоснованных и рациональных положений, таких как высокая бюджетная поддержка отрасли,



Таблица 2

Архитектура стратегических целей и приоритетов CAP

Стратегические цели	Приоритеты
Повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции	Поддержка фермерских доходов (обеспечение справедливого дохода фермерам)
	Повышение конкурентоспособности и рыночная ориентация
	Содействие формированию продовольственных сетей, защите животных и управлению рисками в сельском хозяйстве
Обеспечение устойчивого управления природными ресурсами и изменениями климата	Содействие смягчению последствий изменения климата и адаптации к климатическим условиям
	Стимулирование эффективности использования ресурсов и поддержки перехода к низкоуглеродной и климатически устойчивой экономике в сельском хозяйстве, пищевой и лесной промышленности
	Сохранение природы и ландшафтов
Достижение сбалансированного территориального развития сельских экономик и общин, в том числе по созданию и сохранению рабочих мест	Привлечение новых фермеров и стимулирование развития агробизнеса
	Обеспечение занятости, экономического роста и развития в сельской местности
	Нивелирование территориальных диспропорций, нищеты в сельских районах, обеспечение социальной интеграции
Достижение устойчивого развития для сельского хозяйства, продовольствия и сельских территорий	Социальные ожидания в отношении пищевых продуктов и здоровья
Содействие модернизации, инновациям и цифровизации в сельском хозяйстве и в сельских районах	Совместное создание инноваций и обмен знаниями, в том числе между поколениями
	Содействие передаче знаний и инноваций в области сельского хозяйства, лесного хозяйства и сельской местности

Составлено авторами по: Common Agricultural Policy. URL: <https://ec.europa.eu/agriculture/evaluation/market-and-income-reports/greening-of-direct-payment>

поскольку сельскому хозяйству требовалась реконструкция его материально-технической базы, а также развитие инфраструктуры, для которой требуется внешнее финансирование. В этой связи исследователи отмечают, что «определяющей частью развития сельского хозяйства и сельских территорий являются соответствующие эффективные системы субсидирования» [20].

К середине 2020 г. были сформулированы основные положения CAP на период после 2020 г., в их числе: 1. Обеспечение справедливого дохода фермерам; 2. Повышение конкурентоспособности продовольственной продукции; 3. Укрепление позиций фермеров в цепочке создания добавленной стоимости товаров из сельскохозяйственного сырья; 4. Усиление мер по борьбе с изменением климата и предотвращению его последствий; 5. Забота об окружающей среде; 6. Сохранение ландшафтов и биоразнообразия для поддержки обновления поколений; 7. Повышение привлекательности жизни в сельских районах; 8. Защита качества продуктов питания и здоровья. В наиболее общем виде содержание целей и приоритеты общей аграрной политики ЕС отражены в таблице 2.

Таким образом, очевидно, что содержание перечисленных целей включает основные цели устойчивого развития, сформулированные ООН.

Между тем для Европейского союза наиболее важной проблемой с точки зрения экологической компоненты устойчивого развития является глобальное изменение климата, поэтому «усовершенствования законодательства ЕС были направлены в первую очередь на снижение выбросов парниковых газов» [21]. В настоящее время CAP является ключевым инструментом в раскрытии потенциала сельского хозяйства в борьбе с изменением климата и внедрением инструментов, регулирующих природоохранную деятельность. Экономическими инструментами остаются прямые и стимулирующие платежи из фондов ЕС, кроме того, предусмотрено дополнительное финансирование природоохранных мероприятий, выходящих за рамки обязательных регламентов ЕС. Обоснование и финансирование таких мероприятий предлагается осуществлять в рамках добровольных экологических схем, которые разрабатывают сельскохозяйственные органы стран-участниц ЕС с целью поддержки и стимулирования фермеров к соблюдению сельскохозяйственной практики, благоприятной для климата и окружающей среды. Фермеры получают финансовую поддержку от CAP только в том случае, если их деятельность отвечает определенным экологическим требованиям и обязательствам.

Инструменты, регулирующие природоохранную деятельность в рамках CAP, разделены на три основные секции.

Первая секция — инструменты перекрестного регулирования (*cross-compliance*), основная задача которых состоит в повышении устойчивости сельского хозяйства и увязке общей аграрной политики с другими направлениями политики ЕС в области окружающей среды и климата. Эта группа включает 2 вида стандартов:

А. Требования к менеджменту (*SMR*): 13 стандартов, соответствующих общему для всех отраслей общеевропейскому законодательству в области охраны окружающей среды, безопасности продовольствия, здоровья животных и растений, а также условий содержания животных.

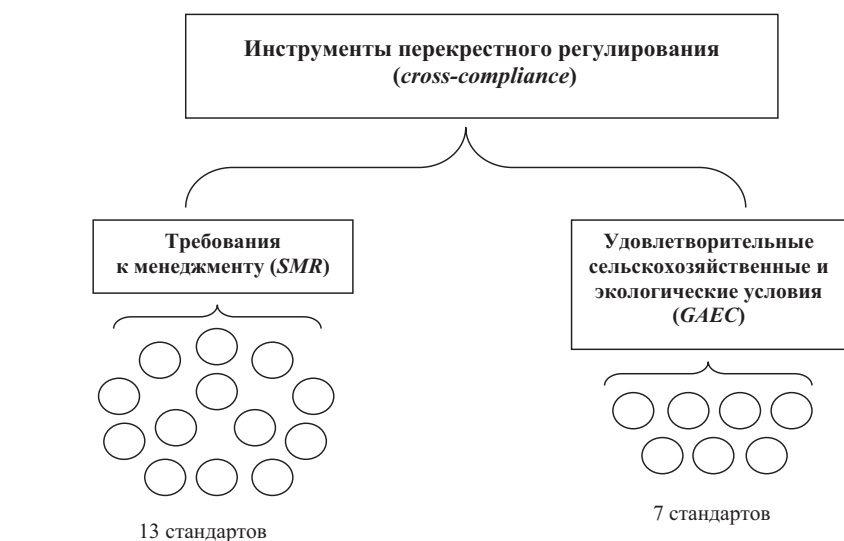


Рис. 2. Инструменты перекрестного регулирования природоохранной деятельности в рамках CAP

Источник: составлено авторами

Б. Удовлетворительные сельскохозяйственные и экологические условия (*GAEC*). Эта группа из семи стандартов формируется в рамках общей аграрной политики и детализируется странами-участниками ЕС в соответствии с местными особенностями состояния компонентов окружающей среды. *GAEC* регулируют воздействие на воду, почву, элементы ландшафта, включая его обитателей.

Наглядно инструменты перекрестного регулирования природоохранной деятельности в рамках CAP представлены на рисунке 2.

По мнению европейских экспертов, механизм применения инструментов *cross-compliance* позволяет координировать на местах общеевропейские и специфические сельскохозяй-

ственные нормы воздействия на окружающую среду. При этом многие фермеры воспринимают *cross-compliance* негативно, как систему санкций, а не поощрения, к тому же перечень требований воспринимается как очень обширный и трудный для восприятия.

Вторая секция инструментов CAP — «Пиллар I» — регулируют прямые платежи фермерам для поддержки аграрных технологий, благоприятных для охраны окружающей среды и способствующих снижению выбросов парниковых газов. Прямые выплаты фермерам могут быть увеличены с целью поддержки «зеленых» мер, таких как диверсификация их посевов, защита пастбищ или создание «экологически сфокусированных зон» (*EFA*), где земля не обрабатыва-

ется в период между уборкой урожая и подготовкой к севу в следующем сезоне. Несмотря на то, что практика поддержки EFA началась относительно недавно (в 2015–2016 гг.), эти меры по озеленению уже показали свои экологические преимущества для сохранения биоразнообразия, повышения качества воды и почвы, связывания углерода.

Третья секция инструментов CAP — «Пиллар II», или меры по развитию сельских районов, усиленные другими инструментами. Программы развития сельских территорий играют важную роль в борьбе за повышение устойчивости развития сельских территорий и сельского хозяйства. Они составляются на уровне государств-членов или регионов и должны решать в сельском и лесном хозяйствах задачи восстановления, сохранения и укрепления экосистем, повышения эффективности использования ресурсов, поддержки перехода к низкоуглеродной и климатически устойчивой экономике в сельском хозяйстве, пищевой и лесной промышленности. Поддержка развития сельских территорий в рамках «Пиллар-II» оказывается более чем по 20 направлениям, включая меры по сохранению сельских поселений, восстановлению производственного потенциала сельского хозяйства после стихийных бедствий, распространению знаний и оказанию консультационных услуг, повышению качества продовольственной продукции, созданию органических ферм и т.д. Фактически, инструменты «Пиллар-II» предназначены для достижения в сельском хозяйстве и на сельских территориях целей устойчивого развития.

Нельзя не отметить и тот факт, что в промышленно развитых странах поддержка аграрного сектора (законодательно — правовая, информационная, консультационно-обучающая) осуществляется на весьма высоком уровне [22]. В целом на поддержку сельского хозяйства ЕС направляется около трети общеевропейского бюджета — в среднем около 50 млрд евро; если добавить национальное софинансирование, то объем общей поддержки составляет порядка 100 млрд евро. На 2014–2020 гг. бюджет ЕС на поддержку сельского хозяйства составлял порядка 373 млрд евро. В то же время страны, которые косвенно облагали фермеров налогами посредством искусственного занижения цен, сократили доходы фермерских хозяйств на 73 млрд евро в год. Кроме того, в 2019 г. Европейская комиссия представила проект «Зеленая сделка», направленный на достижение ресурсоэффективной и конкурентоспособной экономики в странах ЕС. По оценкам Еврокомиссии, достижение климатических задач — 2030 потребует инвестиций в размере 260 млрд евро в год. В этих целях правительства стран ЕС планируют выделять по 45 млрд евро ежегодно в период с 2021 по 2027 гг.

Таким образом, общая аграрная политика ЕС демонстрирует инклюзивную модель развития и объединяет социальные, экономические и экологические подходы на пути к достижению устойчивого развития сельского хозяйства.

Обращаясь к российским реалиям, выявим возможные направления использования опыта ЕС в достижении ЦУР в аграрном секторе. Например, если обратиться к законодательным документам, то прямо или косвенно задачи реализации целей устойчивого развития заявлены в Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельско-

хозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. (от 14.07.2012 г. № 717, с изменениями на 31.03.2020 г.), Государственной программе «Комплексное развитие сельских территорий» (от 31.05.2019 г. № 696), Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г. (от 13.02.2019 г. № 207-р) и ряде других. Однако следует отметить пока еще достаточно медленный процесс имплементации ЦУР в различные программные документы, и в том числе стратегии и программы развития агропромышленного комплекса. Поэтому назрела острая необходимость адаптации международного опыта встраивания ЦУР в систему национального стратегического планирования, в действующие и новые государственные программы развития и бизнес-стратегии, для чего потребуются развитие методологии, теоретических положений и категориального аппарата функционирования механизма достижения целей устойчивого развития. В целом уровень прогресса Российской Федерации по всем целям устойчивого развития пока невысок: по итогам оценки компании *SDSN* и немецкого Фонда Бертельсмана, Россия находится лишь на 55 месте (лидерами являются Дания, Швеция и Финляндия).

В этой связи уместно отметить, что объявленное ООН в начале 2020 г. «Десятилетие действий для достижения глобальных целей» предоставляет России возможность пересмотреть свою социальную, экологическую, экономическую политику, а также наладить открытый диалог между государством и гражданским обществом России о перспективах устойчивого развития. Важным является и тот факт, что Российской Федерацией впервые доложила о ходе достижения ЦУР на Политическом форуме высокого уровня при ООН в 2020 г., представив Добровольный национальный обзор. При подготовке обзора было выявлено, что среди наиболее успешных можно выделить ЦУР 1 (Ликвидация нищеты), ЦУР 4 (Качественное образование), ЦУР 8 (Достойная работа и экономический рост). В то же время сохраняются задачи, решение которых требует активизации совместных усилий государства, бизнеса и общества. Например, устойчивое развитие агропродовольственных систем связывается с успешным достижением ЦУР 2 и реализацией комплексных отраслевых стратегических программ в рамках ЦУР 15. По мнению авторов статьи, «наибольшее количество задач, актуальных для агропродовольственного сектора, будет решаться в рамках ЦУР 2 (Ликвидация голода и устойчивое сельское хозяйство), ЦУР 8 (Достойная работа и экономический рост), ЦУР 12 (Ответственное потребление и производство), ЦУР 14 (Сохранение морских экосистем) и ЦУР 15 (Сохранение экосистем суши)» и других [23].

На наш взгляд, в ходе разработки механизма реализации ЦУР в аграрном секторе экономики Российской Федерации возможно применять отдельные элементы общей аграрной политики ЕС, рассмотренные выше, такие как создание свода стандартов, адаптирующих для сельского хозяйства положения общенационального законодательства в области охраны окружающей среды, безопасности продовольствия, здоровья животных и растений, а также меры по поддержке развития сельских территорий.

Кроме того, учитывая международный опыт достижения целей устойчивого развития в аграрном секторе и солидаризируясь с мнением

отечественных исследователей [13], парадигму устойчивого развития в горизонте ближайшего десятилетия будет определять воздействие таких трендов, как переход на новый технологический уклад в рамках экономики знаний; рост влияния крупных компаний-интеграторов, берущих под контроль все большие участки продовольственных систем; смещение спроса от традиционного продовольственного сырья к употреблению уже готовой пищи; обеспечения безопасности продукции. Нельзя не учитывать и тот факт, что современные мировые агропродовольственные системы выходят на новый этап технологического развития (*Agriculture 4.0*) и основаны на внедрении «умной» робототехники, «точного» земледелия, биотехнологий, что также актуализируют необходимость развития их потенциала с учетом концепции ЦУР ООН [13]. В целом устойчивое развитие сельского хозяйства следует связывать также с инклюзивной моделью, особенностью которой «должна стать ориентация на интересы человека, на достижение не только самодостаточности продовольственного обеспечения, но и физической и экономической доступности продовольствия всем слоям населения» [24]. Именно с этих позиций, на наш взгляд, следует оценивать прогресс устойчивого развития в аграрном секторе экономики.

## Заключение

Авторский подход к идее широкого использования опыта объединенной Европы в аспекте формирования механизма достижения ЦУР в сельском хозяйстве основан на следующих основных выводах.

1. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. создала идеальный контекст и механизм для переформатирования агропродовольственных систем в целях повышения их экономической, экологической и социальной устойчивости и невосприимчивости к изменениям климата. В настоящее время ЦУР жизненно необходимы для имплементации таких программ восстановления, которые позволят создать более «зеленые» и инклюзивные экономики. В свою очередь, реализация принципиально нового этапа технологического развития агропродовольственных систем «Сельское хозяйство 4.0» (*Agriculture 4.0*) должна быть сопряжена с защитой и улучшением условий жизни в сельской местности и социальным благополучием, равно как и приоритетами ресурсосбережения, мерами по сохранению, защите и укреплению природных экологических систем.

2. Важнейшими общеевропейскими целями CAP являются поддержка интеллектуального («умного») и устойчивого к кризисам аграрного сектора, усиление работы по сохранению окружающей среды и защите экосистем, укреплению социально-экономической структуры сельских территорий. К настоящему времени в Европейском союзе, как объединении государств, имеющих разнообразные природные и социально-экономические условия функционирования аграрной сферы и реализующих общую аграрную политику, сложился комплекс мер по достижению ЦУР, осуществляемый взаимосвязано с мерами регулирования рынка продовольствия в целом. Данный комплекс мер включает, с одной стороны, общеевропейские и национальные инструменты поддержки фермеров и сельских территорий, а с другой стороны — систему зафиксированных в общеевропейских и национальных нормативных документах требований, касающихся без-



опасности пищевых продуктов, охраны окружающей среды, благосостояния животных, а также поддержания земель в хорошем экологическом и сельскохозяйственном состоянии.

3. Ключевой идеей трансформации CAP после 2020 г. является предоставление государствам-членам ЕС большей свободы для принятия решений, касающихся выбора направлений вложения средств в рамках общей аграрной политики для достижения общеевропейских целей в сфере экологии, борьбы с изменениями климата и обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства. Новым моментом в практике ЕС будет разработка каждой страной-участницей своего собственного стратегического плана, подлежащего одобрению Европейской комиссией, в котором излагаются подходы и меры по достижению этих целей, а также комплексное решение на национальном уровне задач роста производства продовольствия, социальных проблем сельских территорий, охраны окружающей среды, предотвращения изменения климата, снижения энергозатрат и восстановления ресурсного потенциала.

4. Общемировые тенденции устойчивого развития сельского хозяйства в значительной степени актуальны и для России. В стране является острой необходимостью использования опыта ЕС по решению целого комплекса задач, связанных не только с развитием высокотехнологичного производства агропродовольственной продукции, повышением ее качества и конкурентоспособности, ростом экспорта, и особенно в части продукции с высокой добавленной стоимостью, но и с сохранением ландшафтов, биоразнообразия, защитой окружающей среды и принятием неотложных мер по предотвращению изменений климата.

#### Литература

1. Бобылев С.Н. Устойчивое развитие: новое видение будущего? // Вопросы политической экономики. 2020. № 1. С. 67-83.
2. Rethinking Impact to Finance the SDGs. A Position Paper and Call to Action prepared by the Positive Impact

Initiative (2018). *UNEP Finance Initiative*. Available at: <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2018/11/Rethinking-Impact-to-Finance-the-SDGs.pdf> (accessed: 25.11.2020).

3. Bierman F., Kanie N., Kim R.E. (2017). Global Governance by Goalsetting: the Novel Approach of the UN Sustainable Development Goals. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 26-27, pp. 26-31.

4. Guppy L., Mehta P., Qadir M. (2019). Sustainable development goal 6: Two gaps in the race for indicators. *Sustainability Science*, pp. 1-13.

5. Monkelbaan, J. (2019). Governance Pillars and Competences: Power, Knowledge and Norms as Cross-Cutting Issues in Governance for the SDGs. In: *Governance for the Sustainable Development Goals*. Springer. doi: 10.1007/978-981-13-0475-0\_5

6. Allen, C., Metternicht, G., Wiedmann, T. (2018). Initial progress in implementing the Sustainable Development Goals (SDGs): a review of evidence from countries. *Sustainability Science*, vol. 13, no. 5, pp. 1453-1467.

7. Бобылев С.Н. Новые модели экономики и индикаторы устойчивого развития // Экономическое возрождение России. 2019. № 3 (61). С. 26-33.

8. Сахаров С.Н., Соловьева С.В., Палт М.В., Ховакко И.Ю. Индикаторы цифровой экономики в целях устойчивого развития для России // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2019. № 4. С. 24-41.

9. Сахаров А.Г., Коллар О.И. Перспективы реализации Целей устойчивого развития ООН в России // Вестник международных организаций. 2019. Т. 14. № 1. С. 189-206.

10. Завьялова Е.Б., Старикова Е.А. Современные тенденции участия бизнеса в реализации социально-ориентированных целей устойчивого развития // Право и управление. XXI век. 2018. № 3 (48). С. 107-120.

11. Valentini, R., Sievenpiper, J., Antonelli, M., Dembska K. (2019). Achieving the Sustainable Development Goals Through Sustainable Food Systems. *Springer*, Cham. doi: 10.1007/978-3-030-23969-5

12. Clark, M.A., Springmann, M., Hill, J., Tilman, D. (2019). Multiple health and environmental impacts of foods. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 116 (46), pp. 23357-23362.

13. Орлова Н.В., Серова Е.В., Николаев Д.В. и др. Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России. *Agriculture 4.0: доклад к XXI Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества*. М.: ИД Высшей школы экономики, 2020. 128 с.

14. Петриков А.В. Экономические и социальные проблемы современного этапа развития агропродовольственной системы России // Научные труды Вольного экономического общества России. 2019. Т. 218. № 4. С. 219-226.

15. Викторова Е.В., Петренко Д.А. Реализация целей устойчивого развития: европейский и российский опыт: сборник научных статей по материалам конференции / под ред. канд. экон. наук Е.В. Викторовой. СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2019. 250 с. С. 17-29.

16. Шугуров М.В. «Организация знаний»: деятельность ФАО в сфере содействия международной передаче инновационных сельскохозяйственных технологий // Вестник Саратовской государственной юридической академии. 2018. № 6. С. 230-241.

17. Ланьшина Т.А., Барнинова В.А., Логинова А.Д., Лавровский Е.П., Понедельник И.В. Опыт локализации и внедрения Целей устойчивого развития в странах — лидерах в данной сфере // Вестник международных организаций. 2019. Т. 14. № 1. С. 207-224.

18. Кузнецов Л.М., Янковская А.А. Цели устойчивого развития и экологическая составляющая их взаимосвязей // Реализация целей устойчивого развития: европейский и российский опыт: сборник научных статей по материалам конференции / под ред. канд. экон. наук Е.В. Викторовой. СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2019. 250 с. С. 57-70.

19. Добрунова А.И. Европейские приоритеты в управлении развитием сельских территорий до 2020 г. // Экономика и бизнес. 2017. № 4. С. 34-39.

20. Кестхели К. Особенности государственного регулирования (институциональная основа) развития сельского хозяйства и сельских территорий Венгрии // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13. № 1. С. 231-243.

21. Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т., Поташева О.В., Зимин Д.А. Оценка влияния развития экономики на загрязнение воздушной среды // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13. № 2. С. 125-142.

22. Денисов В.И., Потравный И.М. Возможности сохранения сельскохозяйственных земель вблизи городов и на промышленно освоенных территориях // АПК: экономика, управление. 2020. № 5. С. 32-40.

23. Чередищенко О.А., Довгоцько Н.А., Яшалова Н.Н. Устойчивое развитие агропродовольственного сектора: российские приоритеты и направления адаптации Повестки дня-2030 // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2018. Т. 11. № 6. С. 89-108.

24. Киреева Н.А. Социальная инклюзия как императив современной агропродовольственной политики // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2020. № 3 (82). С. 80-85.

Об авторах:

**Довгоцько Наталья Анатольевна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономической теории, маркетинга и агроэкономики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8456-867X>, Researcher ID: B-1570-2018, [ndovgotko@yandex.ru](mailto:ndovgotko@yandex.ru)

**Андрющенко Сергей Анатольевич**, доктор экономических наук, профессор, заведующий лабораторией инновационного развития производственного потенциала агропромышленного комплекса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4542-4336>, Scopus ID: 35110864200, Researcher ID: P-4831-2018, [andrapk@yandex.ru](mailto:andrapk@yandex.ru)

**Чередищенко Ольга Александровна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономической теории, маркетинга и агроэкономики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4060-8910>, Researcher ID: R-9204-2018, [chered72@mail.ru](mailto:chered72@mail.ru)

**Скиперская Елизавета Викторовна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономической теории, маркетинга и агроэкономики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5168-9616>, Researcher ID: U-7955-2018, [skiperskaja@mail.ru](mailto:skiperskaja@mail.ru)

## EXPERIENCE OF THE EUROPEAN UNION FOR THE IMPLEMENTATION OF THE OBJECTIVES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN AGRICULTURE AND THE POSSIBILITY OF ITS APPLICATION IN RUSSIA

*The reported study was funded by RFBR, project number 20-010-00375 (project "Formation methodology and development of organizational and economic mechanism for achieving sustainable development goals in the national agri-food system")*

**N.A. Dovgotko<sup>1</sup>, S.A. Andryushchenko<sup>2</sup>, O.A. Cherednichenko<sup>1</sup>, E.V. Skiperskaya<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

<sup>2</sup>Institute of Agrarian Problems of the Russian Academy of Science, Saratov, Russia

The article deals with the socio-economic and environmental approaches in the formation of a mechanism for achieving sustainable development goals (SDGs) in agriculture on the basis of a common agricultural policy of the European Union (EU). We investigated the nature and texture of international experience in the implementation of the





SDGs in the agricultural sector, combining innovation as the key trends of its development, and the new system of social and economic interaction in the aspect of sustainability. The essence, goals, objectives and priorities of the EU agrarian policy were considered, as well as the instruments for the implementation of the SDGs. Identified regulatory EU agricultural policy measures countries in order to address problems associated with the increase in food production, social problems in rural areas, environmental protection and climate change mitigation. The scientific conclusions of the authors of this article are based on the idea that in the formation of the mechanism for the implementation of the SDGs in agriculture, individual elements of the common agricultural policy of the EU can be used, such as the creation of a set of standards adapting for agriculture the provisions of national legislation in the field of environmental protection, food safety, animal and plant health, and measures to support rural development. The methodological and evaluative nature of the article is based on the study of theoretical and scientific-practical works of domestic and foreign researchers, as well as the use of system reports and developments of the UN, OECD, WTO and other international organizations published as part of the implementation of the Agenda-2030. The conclusions of the authors of the article form a methodological basis for further scientific research in the problem field of the formation of a mechanism for achieving the SDGs in the agricultural sector of the economy.

**Keywords:** sustainable development goals, European Union, common agricultural policy, agricultural sector, agriculture, rural areas, natural resources, food security.

## References

1. Bobylev, S.N. (2020). Ustoichivoe razvitiye: novoe videnie budushchego? [Sustainable development: a new vision for the future?]. *Voprosy politicheskoi ehkonomii* [Questions of political economy], no. 1, pp. 67-83.
2. Rethinking Impact to Finance the SDGs. A Position Paper and Call to Action prepared by the Positive Impact Initiative (2018). *UNEP Finance Initiative*. Available at: <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2018/11/Rethinking-Impact-to-Finance-the-SDGs.pdf> (accessed: 25.11.2020).
3. Bierman F., Kanie N., Kim R.E. (2017). Global Governance by Goalsetting: the Novel Approach of the UN Sustainable Development Goals. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 26-27, pp. 26-31.
4. Guppy L., Mehta P., Qadir M. (2019). Sustainable development goal 6: Two gaps in the race for indicators. *Sustainability Science*, pp. 1-13.
5. Monkelbaan, J. (2019). Governance Pillars and Competences: Power, Knowledge and Norms as Cross-Secting Issues in Governance for the SDGs. In: *Governance for the Sustainable Development Goals*. Springer. doi: 10.1007/978-981-13-0475-0\_5
6. Allen, C., Metternicht, G., Wiedmann, T. (2018). Initial progress in implementing the Sustainable Development Goals (SDGs): a review of evidence from countries. *Sustainability Science*, vol. 13, no. 5, pp. 1453-1467.
7. Bobylev, S.N. (2019). Novye modeli ehkonomiki i indikatorov ustoichivogo razvitiya [New economic models and indicators of sustainable development]. *Ehkonomicheskoe vozrozhdenie Rossii* [Economic revival of Russia], no. 3 (61), pp. 26-33.
8. Bobylev, S.N., Solov'eva, S.V., Palt, M.V., Khovavko, I.Yu. (2019). Indikatory tsifrovoi ehkonomiki v Tsel'yakh ustoichivogo razvitiya dlya Rossii [Indicators of the digital economy in the Sustainable Goals for Russia]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ehkonomika* [Moscow university bulletin. Series 6: Economy], no. 4, pp. 24-41.
9. Sakharov, A.G., Kolmar, O.I. (2019). Perspektivy realizatsii Tselei ustoichivogo razvitiya OON v Rossii [Prospects for the implementation of the UN Sustainable Development Goals in Russia]. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsii* [International organisations research journal], vol. 14, no. 1, pp. 189-206.
10. Zav'yalova, E.B., Starikova, E.A. (2018). Sovremennye tendentsii uchastiya biznesa v realizatsii sotsial'no-orientovannykh tselei ustoichivogo razvitiya [Modern trends in the development of the implementation of socially oriented development goals]. *Pravo i upravlenie. XXI vek* [Journal of law and administration], no. 3 (48), pp. 107-120.
11. Valentini, R., Sievenpiper, J., Antonelli, M., Dembska K. (2019). Achieving the Sustainable Development Goals Through Sustainable Food Systems. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-030-23969-5
12. Clark, M.A., Springmann, M., Hill, J., Tilman, D. (2019). Multiple health and environmental impacts of foods. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 116 (46), pp. 23357-23362.
13. Orlova, N.V., Serova, E.V., Nikolaev, D.V. i dr. (2020). *Innovatsionnoe razvitiye agropromyshlennogo kompleksa v Rossii. Agriculture 4.0: doklad k XXI Aprel'skoi mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii po problemam razvitiya ehkonomiki i obschestva* [Innovative development of the agro-industrial complex in Russia. Agriculture 4.0: report by XXI April international scientific conference on the problems of economic and social development]. Moscow, Higher school of economics publishing house, 128 p.
14. Petrikov, A.V. (2019). Ehkonomicheskie i sotsial'nye problemy sovremennogo etapa razvitiya agroproduktivnoy sistemy Rossii [Economic and social problems of the current stage of development of the agri-food system of Russia]. *Nauchnye trudy Vol'nogo ehkonomicheskogo obschestva Rossii* [Transactions of the Free economic society of Russia], vol. 218, no. 4, pp. 219-226.
15. Viktorova, E.V., Petrenko, D.A. (2019). *Realizatsiya tselei ustoichivogo razvitiya: evropeiskii i rossiiskii opyt: sbornik nauchnykh statei po materialam konferentsii* [Implementation of sustainable development goals: European and Russian experience: collection of scientific articles]. Saint-Petersburg, Publishing house of SPbSUE, 250 p., pp. 17-29.
16. Shugurov, M.V. (2018). «Organizatsiya znanii: deyatelnost' FAO v sfere sodeystviya mezhdunarodnoi peregode innovatsionnykh sel'skokhozyaistvennykh tekhnologiy» ["Knowledge organization": FAO's activities in the field of international transfer of innovative agricultural technologies]. *Vestnik Saratovskoi gosudarstvennoi yuridicheskoi akademii* [Bulletin of the Saratov state law academy], no. 6, pp. 230-241.
17. Lan'shina, T.A., Barinova, V.A., Loginova, A.D., Lavrovskii, E.P., Ponedel'nik, I.V. (2019). Opyt lokalizatsii i vnedreniya Tselei ustoichivogo razvitiya v stranakh — liderakh v dannoi sfere [Experience of localization and implementation of the Sustainable Development Goals in the leading countries in this area]. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsii* [International organisations research journal], vol. 14, no. 1, pp. 207-224.
18. Kuznetsov, L.M., Yankovskaya, A.A. (2019). Tseli ustoichivogo razvitiya i ehkologicheskaya sostavlyayushchaya ikh vzaimosvyazei [Sustainable development goals and the ecological component of their relationship]. In: *Realizatsiya tselei ustoichivogo razvitiya: evropeiskii i rossiiskii opyt: sbornik nauchnykh statei po materialam konferentsii* [Implementation of Sustainable development goals: European and Russian experience: collection of scientific articles]. Saint-Petersburg, Publishing house of SPbSUE, 250 p., pp. 57-70.
19. Dobrunova, A.I. (2017). Evropeiskie priorityety v upravlenii razvitiem sel'skikh territorii do 2020 g. [European priorities in the development of the administrative area until 2020]. *Ehkonomika i biznes* [Economy and business], no. 4, pp. 34-39.
20. Kestkheli, K. (2020). Osobennosti gosudarstvennogo regulirovaniya (institutstional'naya osnova) razvitiya sel'skogo khozyaistva i sel'skikh territorii Vengrii [Features of state regulation (institutional basis) of the development of agriculture and the region of Hungary]. *Ehkonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast], vol. 13, no. 1, pp. 231-243.
21. Druzhinin, P.V., Shkiperova, G.T., Potasheva, O.V., Zimin, D.A. (2020). Otsenka vliyaniya razvitiya ehkonomiki na zagryaznenie vozdushnoi sredy [Assessment of the impact of economic development on air pollution]. *Ehkonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast], vol. 13, no. 2, pp. 125-142.
22. Denisov, V.I., Potravnyi, I.M. (2020). Vozmozhnosti sokhraneniya sel'skokhozyaistvennykh zemel' vblizi gorodov i na promyshlenno osvoennykh territoriyakh [Possibilities for the restoration of agricultural land in cities and in industrially developed territories]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 5, pp. 32-40.
23. Cherednichenko, O.A., Dovgotko, N.A., Yashalova, N.N. (2018). Ustoichivoe razvitiye agroproduktivnoy sektora: rossiiskie priorityety i napravleniya adaptatsii Povestki dnya-2030 [Sustainable development of the agri-food sector: Russia's priorities and directions to adapt Agenda 2030 to Russian conditions]. *Ehkonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast], vol. 11, no. 6, pp. 89-108.
24. Kireeva, N.A. (2020). Sotsial'naya inkluziya kak imperativ sovremennoi agroproduktivnoy politiki [Social inclusion as an imperative of modern agri-food policy]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ehkonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Saratov state social and economic university], no. 3 (82), pp. 80-85.

## About the authors:

**Natalya A. Dovgotko**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of economic theory, marketing and agroecomics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8456-867X>, Researcher ID: B-1570-2018, [ndovgotko@yandex.ru](mailto:ndovgotko@yandex.ru)

**Sergey A. Andryushchenko**, doctor of economic sciences, professor, head of the laboratory of innovative development of agricultural production potential, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4542-4336>, Scopus ID: 35110864200, Researcher ID: P-4831-2018, [andrapp@yandex.ru](mailto:andrapp@yandex.ru)

**Olga A. Cherednichenko**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of economic theory, marketing and agroecomics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4060-8910>, Researcher ID: R-9204-2018, [chered72@mail.ru](mailto:chered72@mail.ru)

**Elizaveta V. Skiperskaya**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of economic theory, marketing and agroecomics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5168-9616>, Researcher ID: U-7955-2018, [skiperskaja@mail.ru](mailto:skiperskaja@mail.ru)





## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИЗБЫТОЧНОЙ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ

Н.И. Аканова, М.М. Визирская

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии  
имени Д.Н. Прянишникова», г. Москва, Россия

Доказывается преимущество удобрения азотно-известнякового (УАИ), которое состоит в том, что это универсальная форма азотного удобрения, имеющая нейтральную реакцию и создающая оптимальные условия для питания растений азотом в зоне его внесения, где располагается основная масса корней растений. Для растений также очень важно то, что в зоне внесения этой формы азотного удобрения находятся необходимые для их роста и развития кальций и магний. В результате исследований на посевах сои и посадках картофеля установлено бесспорное положение, что физиологически кислые формы азотных удобрений при систематическом применении их на почвах, не насыщенных основаниями, дают значительно меньший эффект, чем физиологически нейтральные формы азотных удобрений. Применение УАИ на слабокислом типичном черноземе обеспечивало достоверную прибавку урожая зерна сои в сравнении с аммиачной селитрой. Наименьшая урожайность получена в условиях применения аммиачной селитры в дозе  $N_{68}$  — 2,13 т/га. Применение УАИ в дозе  $N_{54}$  обеспечивало прибавку урожайности 0,20 т/га, или 9,4%. Увеличение дозы УАИ ( $N_{68}$ ) способствовало получению прибавки урожая 0,32 т/га, или 15,0%. Использование УАИ ( $N_{100}$ ) на серых лесных среднекислых почвах в посадках картофеля способствовало формированию наибольшей надземной массы — 540,3 г, что на 128,1 г больше в сравнении с вариантом с применением аммиачной селитры. Создание оптимальных для картофеля условий в период вегетации сопровождалось увеличением числа клубней, соответственно на 10,1, 21,2, 37,9 и 24,1% в сравнении с вариантом с применением аммиачной селитры. Наибольшая урожайность — 41,9 т/га была отмечена при применении УАИ ( $N_{100}$ ), что больше в сравнении с вариантами при использовании аммиачной селитры на 37,4%. В условиях применения УАИ формировалось больше клубней средней и крупной фракции. Лучшие показатели были получены на варианте УАИ ( $N_{100}$ ). Количество клубней крупной фракции увеличивалось в среднем в 1,2-1,3 раза в сравнении с вариантами при использовании аммиачной селитры.

**Ключевые слова:** картофель, соя, урожайность, кислотность почвы, удобрение азотно-известняковое, качество зерна, качество клубней, кальций, магний.

### Введение

Важнейшей задачей отечественного сельского хозяйства в современных условиях остается повышение его продуктивности. Применение азотных удобрений — один из главных факторов высокопродуктивного земледелия. Еще академик Д.Н. Прянишников, проводивший основные исследования по изучению приемов наиболее эффективного использования источников азота, отмечал, что «вся история земледелия в Западной Европе свидетельствует о том, что главным условием, определяющим среднюю высоту урожая в разные эпохи, была степень обеспеченности сельскохозяйственных культур азотом» [1].

Следует отметить, что уровень применения минеральных удобрений в настоящее время в России остается низким. Кроме того, более 35 млн га почв пахотных угодий имеют избыточно кислую реакцию среды и недостаток содержания кальция и магния [2]. Поэтому в условиях прекращения известкования кислых почв актуальным является производство таких форм азотных удобрений, которые наряду с обеспечением растений азотом не подкисляют среду в почве и снабжают растения кальцием и магнием [3, 4]. Такой формой является удобрение азотно-известняковое (УАИ), производимое ООО «ЕвроХим Трейдинг Рус». Это единственное высокоэффективное универсальное азотное удобрение, пригодное для применения на всех почвах и под все сельскохозяйственные культурные растения, поэтому потребитель будет отдавать предпочтение нейтральной форме азотного удобрения [5]. Преимущество такой формы азотных удобрений состоит также в улучшении магниевого питания растений [6].

При внесении физиологически кислых удобрений даже на известкованных почвах неизбежно будет происходить усиление выщелачивания почвы, обеднение ее кальцием и повторное возникновение обменной кислотности [7]. Поэтому в большинстве западноевропейских стран, даже на известкованных почвах, для того чтобы предотвратить ухудшение их кислотно-основных свойств применяют азотные удобрения в нейтральных и щелочных формах или вносят в сравнительно небольших дозах известь в севообороте [8].

### Методика проведения опытов

Исследования по оценке эффективности УАИ на посевах сои проводились на территории опытного поля ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» в Белгородском районе Белгородской области. Предшественником являлась озимая пшеница. Почва опытного участка чернозем типичный тяжелосуглинистый слабосмытый, содержание гумуса — 4,8-5,0%, гидролитическая кислотность почвы — 2,7-3,0 мг-экв/100 г почвы, рН<sub>сол.</sub> — 5,4-5,6, содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) — 55 и 105 мг/кг почвы соответственно. В полевом опыте высевали семена сои сорта Белгородская 8 (раннеспелый).

Исследования по эффективности УАИ в посадках картофеля проводили на экспериментальном полигоне ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина». В качестве объекта исследований был картофель сорта Кондор (среднеранний, столового назначения). Глубина заделки клубней при посадке 6-15 см. Сажали картофель по схеме 70 см х 35 см картофелесажалкой КС-2.

Предшествующая культура — озимая пшеница. Почвенный покров опытного участка представлен типичной для темно-серой лесной среднесуглинистой по механическому составу глееватой почвой: рН<sub>сол.</sub> — 5,0, содержание гумуса — 3,8%, азота — 4,2 мг/100 г почвы, подвижного фосфора — 12,9 мг/100 г, обменного калия — 15,9 мг/100 г. Полученные результаты исследований подвергались математической обработке по методу Б.А. Доспехова [9].

### Результаты исследований

Удобрение азотно-известняковое, в состав которого входит 40-50% CaCO<sub>3</sub> и 50-60% NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, физиологически нейтральное, поэтому должно иметь значительное преимущество перед физиологически кислой аммиачной селитрой при систематическом применении этих удобрений на почвах с избыточной кислотностью [10]. Исследование эффективности удобрения азотно-известнякового в посевах сои проводили по следующей схеме:

1. Аммиачная селитра  $N_{68}$  — 200 кг/га в физ. массе при посеве;
2. УАИ ( $N_{54}$ ) — 200 кг/га в физ. массе при посеве;
3. УАИ ( $N_{68}$ ) — 250 кг/га в физ. массе при посеве;
4. Аммиачная селитра в дозе  $N_{68}$  — 200 кг/га в физ. массе при посеве + ВРУ (ВРУ — водорастворимые удобрения. Опыт закладывали в 4-кратной повторности):  
1-3 тройчатых листа — ВРУ 13-40-13 — 3 кг/га;  
Бутонизация-начало цветения — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га;  
Налив бобов — ВРУ 6-14-35 — 3 кг/га.  
Применяемые удобрения не оказывали влияния на время наступления фенологических фаз.

Таблица 1

## Формирование элементов структуры урожая сои

Варианты опыта	Высота растений, см	Количество, шт. на 1 растение		Масса, г	
		бобов	зерен	зерна с 1 растения	1000 зерен
1	77,0	9,1	21,2	2,5	116,4
2	91,7	10,1	23,1	2,7	117,0
3	95,9	10,4	23,9	2,8	118,8
4	96,7	10,4	25,6	3,1	119,8
НСР <sub>05</sub>	7,5	0,7	1,2	0,2	8,6

В результате подсчета густоты стояния растений сои после всходов и перед уборкой урожая не установлено различий по этому показателю между вариантами опыта, во всех вариантах — 92 шт./м<sup>2</sup>.

При внесении УАИ нейтральная реакция среды в пахотном слое почвы позволяет на 20-30% более полно использовать азот удобрений. Наличие кальция и магния в ранние фазы развития растений позволяет в дальнейшем с меньшим ущербом переносить избыточную почвенную кислотность почвы [11]. Возможно, созданные более благоприятные условия при применении УАИ достоверно способствовали росту растений, увеличению количества бобов и зерен с одного растения, а также массы зерна (табл. 1).

Высокую эффективность проявили водорастворимые удобрения (вариант 4). В сравнении с равной дозой аммиачной селитры (вариант 1) их использование способствовало существенному увеличению всех показателей: высоты растений — на 25,6%, количества бобов и зерен — на 14,3 и 20,8% соответственно, массы зерен — на 24,0%. Все применяемые приемы в сравнении с применением аммиачной селитры обусловили положительную тенденцию увеличения массы 1000 зерен.

Сравнительный анализ эффективности удобрений на формирование элементов структуры урожая и качество зерна сои показал, что наименьшая урожайность получена в варианте 1 с применением аммиачной селитры в дозе N<sub>68</sub> при посеве и составила 2,13 т/га (табл. 2).

Применение УАИ в дозе N<sub>54</sub> обеспечивало прибавку урожайности 0,20 т/га, или 9,4%. Увеличение дозы УАИ (N<sub>68</sub>) способствовало получению прибавки урожая 0,32 т/га, или 15,0%. Наибольшая урожайность в опыте составила 2,63 т/га и получена в варианте с внесением аммиачной селитры в дозе (N<sub>68</sub>) и применением листовых подкормок водорастворимыми удобрениями (ВРУ) в фазах: 1-3 тройчатых листа — ВРУ 13-40-13 — 3 кг/га; бутонизация-начало цветения — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га; налив бобов — ВРУ 6-14-35 — 3 кг/га. Прибавка урожая от использования ВРУ составила 0,5 т/га, или 23,5%.

Даже при однократном применении аммиачной селитры была менее эффективная по влиянию на урожайность сои в сравнении с УАИ. Но есть все основания прогнозировать, что при систематическом применении УАИ снижение потенциальной кислотности почв может оказать более существенное влияние на урожайность культуры.

Оценка качества зерна сои показала, что содержание жира, хотя достоверно не изменилось, но выявлена тенденция его увеличения при использовании УАИ. Аналогичные закономерности установлены при определении содержания сырого протеина в зерне (табл. 2).

Таким образом, применение УАИ на слабокислом типичном черноземе обеспечивало

достоверную прибавку урожая зерна сои в сравнении с аммиачной селитрой. Применение водорастворимых удобрений способствует повышению урожайности сои, несмотря на равные дозы аммиачной селитры. Наилучшие результаты получены в варианте с внесением аммиачной селитры в дозе N<sub>68</sub> и применением листовых подкормок ВРУ в фазах: 1-3 тройчатых листа — ВРУ 13-40-13 — 3 кг/га; бутонизация-начало цветения — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га; налив бобов — ВРУ 6-14-35 — 3 кг/га.

В условиях крайне низких темпов известкования почвы ее кислотность непрерывно возрастает, и это, прежде всего, сказывается на более чувствительных к кислотности культурах, таких как соя, свекла, клевер, пшеница, а при дальнейшем систематическом применении физиологически кислых удобрений их отрицательное влияние может проявляться и на менее чувствительных культурах, таких как картофель [12].

Исследования по эффективности УАИ в посадках картофеля проводили по схеме, состоящей из 5 вариантов:

1. Фон — N<sub>40</sub>P<sub>104</sub>K<sub>105</sub> (NPK 10-26-26 — 400 кг) + подкормка N<sub>100</sub> (300 кг — аммиачная селитра (дробно));
2. Фон — N<sub>70</sub>P<sub>70</sub>K<sub>115</sub> (NPK 14-14-23 — 500 кг) + подкормка N<sub>100</sub> (300 кг — аммиачная селитра (дробно));

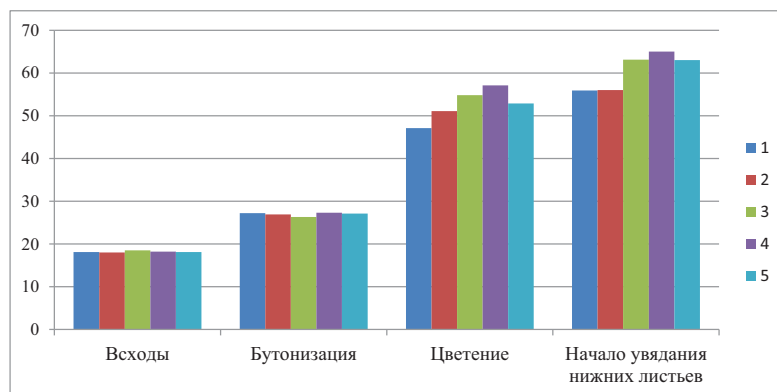


Рис. Влияние УАИ на высоту растений картофеля во время вегетации

Таблица 2

## Урожай и качество зерна сои

Варианты опыта	Урожайность	Прибавка		Содержание, %	
		т/га	%	жира	сырого протеина
1	2,13	-	-	19,86	38,40
2	2,33	0,20	9,4	19,93	38,99
3	2,45	0,32	15,0	20,19	38,79
4	2,63	0,50	23,5	19,98	39,58
НСР <sub>05</sub>	0,18			0,61	0,98

3. Фон — N<sub>70</sub>P<sub>70</sub>K<sub>115</sub> (NPK 14-14-23 — 500 кг) + подкормка N<sub>80</sub> (300 кг — УАИ (дробно));
4. Фон — N<sub>70</sub>P<sub>70</sub>K<sub>115</sub> (NPK 14-14-23 — 500 кг) + подкормка N<sub>100</sub> (370 кг — УАИ (дробно));
5. Фон — N<sub>70</sub>P<sub>70</sub>K<sub>115</sub> (NPK 14-14-23 — 500 кг) + подкормка N<sub>100</sub> (300 кг — аммиачная селитра (дробно)) + листовые подкормки совместно с СЗР (средства защиты растений):
  1. Всходы 5-15 см — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га;
  2. Ботва 15-30 см — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га;
  3. Бутонизация — ВРУ 13-40-13 — 3 кг/га;
  4. 3-4 недели до уборки — ВРУ 3-11-38 — 3 кг/га.

Применение различных форм азотного удобрения оказало слабое влияние на ускорение прохождения фенологических фаз растениями картофеля. Отмечено незначительное ускорение прохождения фенологических фаз растениями на 1-4 дня при внесении УАИ в сравнении с аммиачной селитрой.

Измерение высоты растений показало, что применение УАИ оказало достоверное влияние на величину этого показателя (рис.). В фазе начала увядания нижних листьев разница в высоте между вариантом 1 с использованием аммиачной селитры составила 7,2 и 9,1 см.

Оценка воздействия удобрения свидетельствует о том, что в опытных вариантах с применением УАИ в фазе начала увядания нижних листьев сформировалась наибольшая надземная масса (табл. 3).

Таблица 3

## Влияние УАИ на формирование продуктивности картофеля

Варианты опыта	Масса, г			Число клубней в кусте, шт.	Урожайность, т/га	Прибавка урожая	
	стеблей	листьев	клубней			т/га	%
1	150,5	263,7	452,3	7,9	30,5	-	
2	171,8	278,3	488,1	8,7	33,8	3,3	10,8
3	191,9	301,9	501,5	9,6	38,5	8,0	26,3
4	203,5	336,8	521,7	10,9	41,9	11,4	37,4
5	188,1	285,4	509,1	9,8	39,1	8,6	28,2
НСР <sub>05</sub>	9,7	11,8	24,0	1,4	10,4		



Таблица 4

Степень поражения растений картофеля болезнями

Варианты опыта	Пораженность болезнями, %	
	фитофтороз	альтернариоз
1. $N_{40}P_{104}K_{104}$ + подкормка $N_{100}$ (аммиачная селитра)	23,2	12,7
2. $N_{70}P_{70}K_{115}$ + подкормка $N_{100}$ (аммиачная селитра)	19,5	10,5
3. $N_{70}P_{70}K_{115}$ + подкормка $N_{80}$ (УАИ)	16,2	10,0
4. $N_{70}P_{70}K_{115}$ + подкормка $N_{100}$ (УАИ)	13,1	9,8
5. $N_{70}P_{70}K_{115}$ + подкормка $N_{100}$ (аммиачная селитра) + листовые подкормки: 1. Всходы 5-15 см — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га 2. Ботва 15-30 см — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га 3. Бутонизация — ВРУ 13-40-13 — 3 кг/га 4. 3-4 недели до уборки — ВРУ 3-11-38 — 3 кг/га	16,5	10,3

Наибольшая надземная масса картофеля (стебли + листья) была сформирована в варианте 4 с применением УАИ ( $N_{100}$ ) — 540,3 г, что больше на 126,1 г в сравнении с вариантом 1, где использовали аммиачную селитру, при снижении дозы УАИ до  $N_{80}$  также получили прибавку надземной массы растений — 79,6 г. Применение ВРУ (вариант 5) при равной дозе аммиачной селитры позволило получить дополнительно 59,3 г массы растения.

Реакция растений картофеля, выращиваемых на различных уровнях минерального питания, выразилась формированием разного количества клубней в кусте по вариантам опыта. Между числом и массой клубней, с одной стороны, и величиной урожайности, с другой стороны, существует тесная зависимость, которую необходимо учитывать при возделывании картофеля для формирования оптимального фракционного состава структуры урожая [13, 14].

В опытных вариантах к фазе цветения произошло увеличение числа и массы клубней в кусте (табл. 3). Это объясняется улучшением режима питания и активизацией фотосинтетических процессов, происходящих в растениях под действием целого комплекса агрохимических и физиологических процессов, обусловленных действием удобрений.

Анализ элементов структуры урожайности картофеля выявил разницу по вариантам опыта таких показателей, как число клубней в кусте и масса клубней на растении. В сравнении с применением аммиачной селитры (вариант 1) создание оптимальных для культуры условий в период вегетации сопровождалось увеличением числа клубней картофеля, соответственно на 10,1, 21,2, 37,9 и 24,1%, масса клубней увеличивалась незначительно — на 7,9, 10,9, 15,3 и 13,1%. Лучшие результаты были получены в варианте 4 при применении УАИ ( $N_{100}$ ).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о наличии взаимосвязи биометрических параметров растений с величиной урожайности, что согласуется с представлениями о донорно-акцепторных связях питающих и запасных органов растений. Сравнительная оценка эффективности удобрения азотно-известнякового в сравнении с традиционным азотным удобрением (аммиачной селитрой) на урожайность картофеля представлена в таблице 3. Наибольшая урожайность — 41,9 т/га была отмечена в варианте 4 при применении УАИ ( $N_{100}$ ):  $N_{70}P_{70}K_{115}$  (NPK 14-14-23 — 500 кг — перед посадкой) + подкормка  $N_{100}$  (370 кг — УАИ дробно), что больше в сравнении с вариантами при использовании традиционного азотного удобрения (аммиачной селитры) на 37,4%. Снижение дозы

УАИ (вариант 3), хотя и обеспечило получение достоверной прибавки урожая клубней, но она составила 23,9%. Использование ВРУ было высокоэффективным приемом и способствовало при равной дозе аммиачной селитры получить дополнительно 8,6 т/га, или 28,2%.

Во время вегетации на посадках картофеля были отмечены такие болезни, как фитофтороз и альтернариоз. Листовые подкормки совместно со средствами защиты растений показали положительный эффект в повышении устойчивости растений к патогенам, что может быть связано с влиянием известкового эффекта (табл. 4).

При применении УАИ ( $N_{100}$ ) на растениях картофеля отмечена низкая поражаемость фитофторозом — 13,1%, что меньше в сравнении с вариантом с аммиачной селитрой на 10,1%; доз УАИ ( $N_{80}$ ) — на 3,4%.

Улучшение товарных качеств выращиваемого картофеля наряду с повышением его урожайности является одной из важнейших задач в области современного картофелеводства [15, 16]. При использовании УАИ формировалось больше клубней средней и крупной фракции. Лучшие показатели были получены на варианте УАИ ( $N_{100}$ ). Количество клубней крупной фракции увеличивалось в среднем в 1,2-1,3 раза в сравнении с вариантами при использовании традиционного азотного удобрения (аммиачной селитры) (табл. 5).

Улучшение условий минерального питания растений картофеля оказало влияние на содержание сухого вещества, крахмала, а также уровень нитратов в клубнях картофеля (табл. 6).

Сравнительная оценка эффективности удобрения азотно-известнякового в сравнении с традиционным азотным удобрением (аммиачной селитрой) на качество клубней картофеля показала высокий положительный эффект УАИ. Отмечено увеличение сухого вещества (0,5-0,8%), аскорбиновой кислоты (0,9-1,2%) и крахмала (0,6-0,9%) в клубнях картофеля.

Таблица 6

Влияние УАИ на качество клубней картофеля

Варианты опыта	Содержание			
	сухого вещества, %	аскорбиновой кислоты, мг %	крахмала, %	нитратов, мг/кг
1	20,7	3,24	12,9	120
2	22,8	2,99	13,1	122
3	23,9	3,58	14,1	95
4	23,9	3,60	14,1	91
5	22,9	3,33	13,3	98

Таблица 5

Варианты опыта	Содержание фракций, %		
	Крупная, >80 г	Средняя, 50-80 г	Мелкая, <50 г
1. $N_{40}P_{104}K_{104} + N_{100}$ (аммиачная селитра)	43,5	38,7	17,8
2. $N_{70}P_{70}K_{115} + N_{100}$ (аммиачная селитра)	52,1	38,1	9,8
3. $N_{70}P_{70}K_{115} + N_{80}$ (УАИ)	55,9	39,1	5,0
4. $N_{70}P_{70}K_{115} + N_{100}$ (УАИ)	57,2	37,6	5,2
5. $N_{70}P_{70}K_{115} + N_{100}$ (аммиачная селитра) + листовые подкормки: 1. Всходы 5-15 см — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га 2. Ботва 15-30 см — ВРУ 18-18-18 — 3 кг/га 3. Бутонизация — ВРУ 13-40-13 — 3 кг/га 4. 3-4 недели до уборки — ВРУ 3-11-38 — 3 кг/га	52,7	38,2	9,1

## Выводы

Таким образом, при использовании удобрения азотно-известнякового ( $N_{100}$ ) была сформирована наибольшая надземная масса — 540,3 г, что больше на 128,1 г в сравнении с вариантом с применением аммиачной селитры, а при применении УАИ ( $N_{80}$ ) — на 90,2 г. Листовые подкормки совместно со средствами защиты растений оказали положительный эффект в устойчивости растений к патогенам, что может быть связано с влиянием известкового эффекта. Низкая пораженность фитофторозом отмечена на растениях картофеля при применении УАИ ( $N_{100}$ ) — 13,1%, что меньше в сравнении с аммиачной селитрой на 10,1%. Наибольшая урожайность — 41,9 т/га получена при применении УАИ ( $N_{100}$ ), что больше в сравнении с вариантами при использовании аммиачной селитры на 37,4%. Применение УАИ способствовало формированию клубней средней и крупной фракции, лучшие показатели получены на варианте УАИ ( $N_{100}$ ), при этом отмечено улучшение качества клубней: увеличение сухого вещества (0,5-0,8%), аскорбиновой кислоты (0,9-1,2%) и крахмала (0,6-0,9%) в клубнях картофеля.

## Литература

1. Турчин Ф.В. Азотное питание растений и применение азотных удобрений. Избранные труды. М.: Колос, 1972. 336 с.
2. Некрасов Р.В., Аканова Н.И. Перспективы химической мелиорации кислых почв в земледелии Российской Федерации // Плодородие почв России: состояние и возможности (к 100-летию со дня рождения Т.Н. Кулаковской). М.: ВНИИА, 2019. С. 87-99.
3. Аканова Н.И., Шильников И.А., Ефремова С.Ю., Сунгина Е.Д. Потери кальция и магния из почвы в зависимости от интенсивности химической мелиорации // X Международный симпозиум НП «Содружество ученых агрохимиков и агроэкологов» — «Совершенствование методологии агрохимического обеспечения современного земледелия». М.: ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2017. С. 117-132.
4. Надежкин С.М., Лебедева Т.Б., Арефьева М.В. Влияние известкования и применения удобрений на плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность зернопропашного севооборота // Агрохимия. 2006. № 10. С. 5-14.
5. Аканова Н.И., Визирская М.М. Эффективные агрохимические средства повышения рентабельности растениеводства // Плодородие. 2019. № 2 (107). С. 57-60.
6. Koch, M., Naumann, M., Pawerzik, E., Gransee, A., Thiel, H. (2019). The Importance of Nutrient Management for Potato Production. Part I: Plant Nutrition and Yield. *Potato Research*, pp. 1-23.
7. Шильников И.А., Сычев В.Г., Шеуджен А.Х., Аканова Н.И. Потери питательных элементов растений: монография. Deutschland: Lambert Academic Publishing, OmniScriptum GmbH, Co.KG, 2015. 502 с.





8. Балакина С.В. Продуктивность ранних сортов картофеля в зависимости от условий возделывания. В сб.: Материалы международного агробиотехнологического симпозиума, посвященного 80-летию член-корр. РАН Сошнева В.В. — 150 инноваций совершенствования ветеринарного обеспечения сельских и городских территорий / ВПО ФГБОУ «Нижегородская ГСХА», 2016. С. 186-191.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.

10. Аканова Н.И., Визирская М.М. Применение удобрения азотно-известкового в сельскохозяйственном производстве. Научно-практическое руководство. М.: ВНИИА, 2019. 28 с.

11. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых бобовых культур. Краснодар: КубГАУ, 2012. 56 с.

12. Коршунов А.В. Управление урожаем и качеством картофеля. М.: ВНИИКХ, 2001. 369 с.

13. Докшин Я.В. Продуктивность сортов картофеля в зависимости от доз и способов внесения различных форм минеральных удобрений в условиях Нечерноземной зоны: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2016. 20 с.

14. Коршунов А.В., Симаков Е.А., Лысенко Ю.Н., Анисимов Б.В., Митюшкин А.В., Гайтов М.Ю. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 3. С. 12-20.

15. Шабанов А.Э., Киселев А.И., Зебрин С.Н., Корвин А.С. Эффективные агроприемы на картофеле // Картофель и овощи. 2015. № 5. С. 27-28.

16. Гамзиков Г.П., Шотт П.Р., Литвинцев П.А. Продуктивность сои в зависимости от источников азотного питания // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2007. № 7. С. 21-28.

Об авторах:

**Аканова Наталья Ивановна**, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории агрохимии органических и известковых удобрений, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, [n\\_akanova@mail.ru](mailto:n_akanova@mail.ru)

**Визирская Мария Михайловна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4030-846X>, [mvizir@gmail.com](mailto:mvizir@gmail.com)

## THE EFFECTIVENESS OF DIFFERENT FORMS OF NITROGEN FERTILIZERS IN CONDITIONS OF HIGH SOIL ACIDITY

N.I. Akanova, M.M. Vizirskaya

All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, Moscow, Russia

The advantage of calcium ammonium nitrate (CAN) is proved, it is a the most popular form of nitrogen fertilizer, which has a neutral influence on soil pH and creates optimal conditions for the nitrogen uptake by plants in fertilizers application zone, where the main part of plant roots is located. CAN additionally contains calcium (6,5%) and magnesium (4%), these elements are very important for growth and development. The results of experiments on soybean and potato crops have shown that physiologically acidic forms of nitrogen fertilizers, when applied systematically on soils that are not saturated with bases, have a significantly lower effect than physiologically neutral forms of nitrogen fertilizers. The application of CAN on low-acid black (chernozem) soils provided a reliable yield increase of soybean grain in comparison with ammonium nitrate. The lowest yield is obtained with application of ammonium nitrate in the dose of  $N_{88} \text{ kg} - 2.13 \text{ t/ha}$ . The application of CAN in the dosage of  $N_{64}$  provided the yield increase of 0.20 tons per hectare, or 9.4%. The increase in the dosage of CAN ( $N_{88}$ ) contributed to the yield increase in 0.32 tons per hectare, or 15.0%. The application of CAN ( $N_{100}$ ) on gray forest medium-acid soils in potato led to the formation of the highest above-ground mass — 540.3 g, which 128.1 g higher compared to the variant with the application of ammonia nitrate. The optimal soil conditions for potato which was formed by the CAN application led to increase in the number of tubers, respectively, by 10.1, 21.2, 37.9, 24.1% compared to the variant with the use of ammonium nitrate. The highest yield — 41.9 t/ha was noted with the use of CAN ( $N_{100}$ ), which is more in comparison with the variants with ammonium nitrate by 37.4%. The CAN application led to formation higher amount, of tubers of medium and large size (marketable yield). The best results (yield amount and quality) were obtained on the variant of CAN ( $N_{100}$ ). The number of marketable tubers increased, on average, by 1.2-1.3 times in comparison with variants with ammonium nitrate.

**Keywords:** potato, soybean, yield, soil acidity, calcium ammonium nitrate, grain quality, tuber quality, calcium, magnesium.

### References

1. Turchin, F.V. (1972). *Azotnoe pitaniye rasteniy i primeneniye azotnykh udobreniy. Izbrannyye trudy* [Nitrogen plant nutrition and the use of nitrogen fertilizers. Selected works]. Moscow, Kolos Publ., 336 p.

2. Nekrasov, R.V., Akanova, N.I. (2019). Perspektivy khimicheskoy melioratsii kisluykh pochv v zemledelii Rossiyskoy Federatsii [Prospects for chemical reclamation of acidic soils in the agriculture of the Russian Federation]. In: *Plodorodie pochv Rossii: sostoyaniye i vozmozhnosti (k 100-letiyu so dnya rozhdeniya T.N. Kulakovskoy)* [Fertility of Russian soils: state and opportunity (by the 100th anniversary of the birth of T.N. Kulakovskaya)]. Moscow, VNIIA, pp. 87-99.

3. Akanova, N.I., Shil'nikov, I.A., Efremova, S.Yu., Sunsin, E.D. (2017). Poteri kal'tsiya i magniya iz pochvy v zavisimosti ot intensivnosti khimicheskoy melioratsii [Loss of calcium and magnesium from the soil depending on the intensity of chemical reclamation]. *X Mezhdunarodnyy simpozium NP «Sovershenstvovaniye metodologii agrokhimicheskogo obespecheniya sovremennogo zemledeliya»* [X International Symposium of "Agrochemists and agro-scientists" — "Improving the methodology of agrochemicals"]. Moscow, D.N. Pryanishnikov agrochimii institute, pp. 117-132.

4. Nadezhkin, S.M., Lebedeva, T.B., Aref'eva, M.V. (2006). Vliyeniye izvestkovaniya i primeneniya udobreniy na plodorodie chernozema vyshchelochennogo i produktivnost' zernopropashnogo sevooborota [Influence of lime and application of fertilizers on the fertility of black earth leached and productivity of grain-sprayed crop rotation]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 10, pp. 5-14.

5. Akanova, N.I., Vizirskaya, M.M. (2019). Effektivnyye agrokhimicheskiye sredstva povysheniya rentabel'nosti rasteniyevodstva [Effective agrochemical means to increase the profitability of crop production]. *Plodorodie* [Fertility], no. 2 (107), pp. 57-60.

6. Koch, M., Naumann, M., Pawerzik, E., Gransee, A., Thiel, H. (2019). The Importance of Nutrient Management for Potato Production. Part I: Plant Nutrition and Yield. *Potato Research*, pp. 1-23.

7. Shil'nikov, I.A., Sychev, V.G., Sheudzen, A.Kh., Akanova, N.I. (2015). *Poteri pitatel'nykh ehlementov rasteniy: monografiya* [Loss of plant nutrients: monograph]. Deutschland, Lambert Academic Publishing, OmniScriptum GmbH, Co.KG, 502 p.

8. Balakina, S.V. (2016). Produktivnost' rannikh sortov kartofelya v zavisimosti ot usloviiy vozdeliyvaniya [Productivity of early potato varieties depending on the conditions of cultivation]. In: *Materialy mezhdunarodnogo agrobiotekhnologicheskogo simpoziuma, posvyashchennogo 80-letiyu chlenkorr. RAN Soшнеva V.V. — 150 innovatsii sovershenstvovaniya veterinarnogo obespecheniya sel'skikh i gorodskikh territoriy* [Materials of the international. agrobiotechnological symposium dedicated to the 80th anniversary of the member-corr. RAS Soшнеva V.V. — 150 innovations in improving the veterinary provision of rural and urban areas of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy], pp. 186-191.

9. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Field Experience Technique (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 336 p.

10. Akanova, N.I., Vizirskaya, M.M. (2019). *Primeneniye udobreniya azotno-izvestnyakovogo v sel'skokhozyaystvennom*

*proizvodstve. Nauchno-prakticheskoe rukovodstvo* [Application of nitrogen-limestone fertilizer in agricultural production. Scientific and practical guidance]. Moscow, VNIIA, 28 p.

11. Sheudzen, A.Kh. (2012). *Pitaniye i udobreniye zernovykh bobovykh kul'tur* [Food and fertilizer grain legumes]. Krasnodar, Kuban State Agrarian University, 56 p.

12. Korshunov, A.V. (2001). *Upravleniye urozhayem i kachestvom kartofelya* [Management of crop and quality of potatoes]. Moscow, VNIKH, 369 p.

13. Dokshin, Ya.V. (2016). *Produktivnost' sortov kartofelya v zavisimosti ot doz i sposobov vnesheniya razlichnykh form mineral'nykh udobreniy v usloviyakh Nечernozemnoy zony* [Productivity of potato varieties depending on the doses and methods of application of various forms of mineral fertilizers in the non-black zone], Cand. agricultural sci. diss. Abstr. Moscow, 20 p.

14. Korshunov, A.V., Simakov, E.A., Lysenko, Yu.N., Anisimov, B.V., Mityushkin, A.V., Gaitov, M.Yu. (2018). Aktual'nye problemy i prioritetye napravleniya razvitiya kartofelevodstva [Actual problems and priority areas of potato development]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 32, no. 3, pp. 12-20.

15. Shabanov, A.Eh., Kiselev, A.I., Zebrin, S.N., Korovin, A.S. (2015). Effektivnyye agropriemy na kartofele [Effective agro-receivers on potatoes]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potatoes and vegetables], no. 5, pp. 27-28.

16. Gamzikov, G.P., Shott, P.R., Litvintsev, P.A. (2007). Produktivnost' soi v zavisimosti ot istochnikov azotnogo pitaniya [Productivity of soybeans depending on the sources of nitrogen food]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Siberian herald of agricultural science], no. 7, pp. 21-28.

About the authors:

**Natalia I. Akanova**, doctor of biological sciences, professor, chief researcher of the laboratory of agrochemistry and organic lime fertilizer, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, [n\\_akanova@mail.ru](mailto:n_akanova@mail.ru)

**Mariya M. Vizirskaya**, candidate of biological sciences, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4030-846X>, [mvizir@gmail.com](mailto:mvizir@gmail.com)

[mvizir@gmail.com](mailto:mvizir@gmail.com)