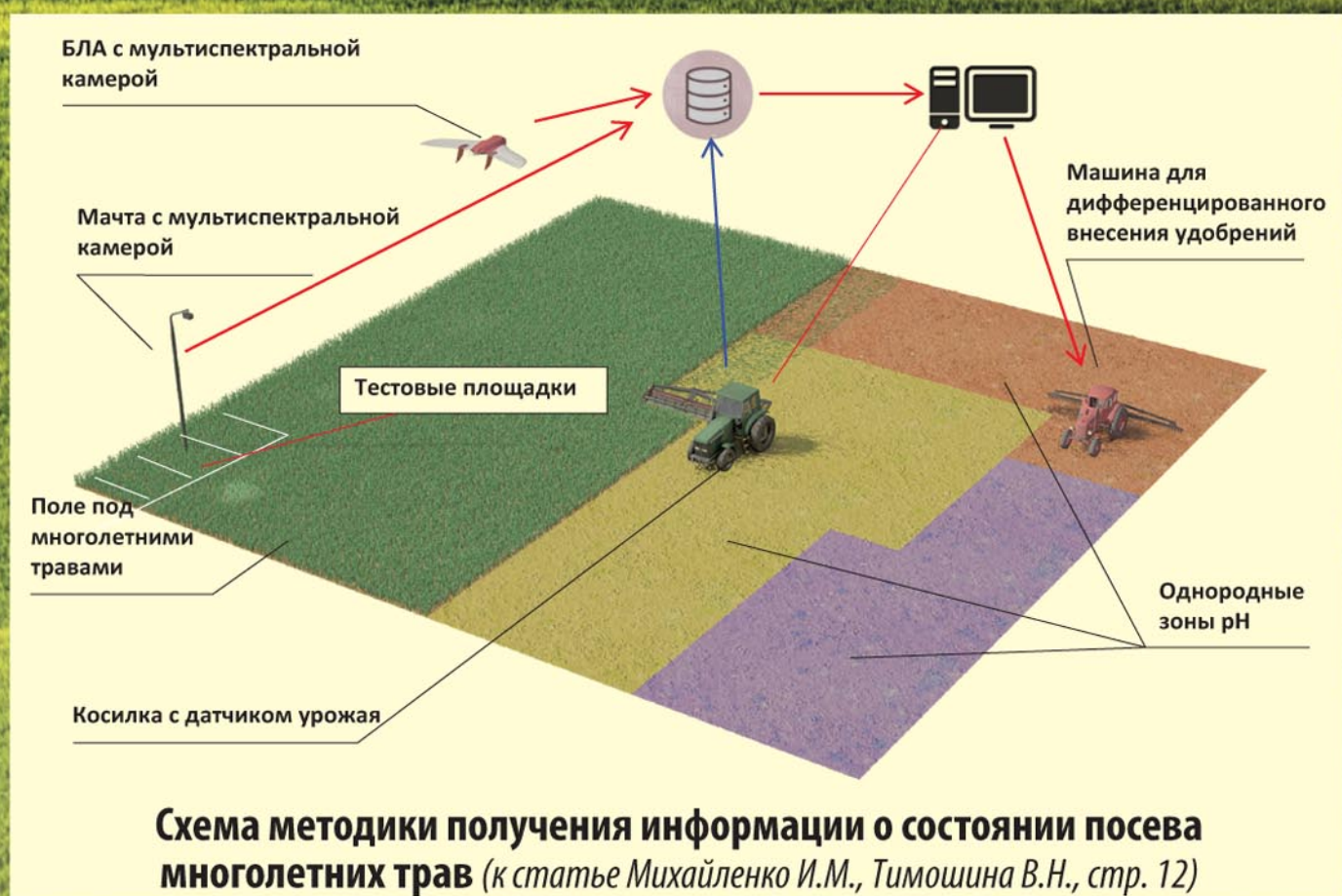


Научно-теоретический журнал

Вестник российской сельскохозяйственной науки

3 май—июнь
2019



Рисунки к статье М.А. Раченко «Особенности плодоношения яблони в стланцевой культуре в условиях южного Предбайкалья» (стр. 52)



Фото 1. Плодоношение яблони сорта *Стаканчик* (2009).



Фото 2. Плодоношение сорта *Афродита* в условиях Южного Предбайкалья (2015) и Европейской части России (<https://vniispk.ru/varieties/afrodita>).



Фото 3. Плодоношение сорта *Соковое-3* в условиях Южного Предбайкалья (2014) и Южного Урала (<http://sados.ru/product/1/33#prettyPhoto>).

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

SCIENTIFIC-THEORETICAL JOURNAL
VESTNIK OF THE RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE

№3 ————— Май-Июнь ————— 2019
May-June

Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций

Свидетельство ПИ № ФС77-63276 от 06 октября 2015 г.
Учредитель: Российская академия наук
Издается с января 1992 года. Выходит 6 раз в год
ISSN 2500-2082

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
академик РАН Г.А. Романенко

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
академики РАН

Авидзба А.М. (Национальный НИИ винограда и вина «Магарач»), **Горлов И.Ф.** (Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции), **Долгушкин Н.К.** (заместитель главного редактора) РАН, **Иванов А.Л.** (Почвенный институт имени В.В. Докучаева), **Измайлов А.Ю.** (Федеральный научный агроинженерный центр РАН), **Каракотов С.Д.** (АО «Щелково Агрохим»), **Кашеваров Н.И.** (Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН), **Кулик К.Н.** (Федеральный научный центр агроэкологии РАН), **Ван Мансвелт Ян** (Нидерланды), **Петров А.Н.** (Всероссийский НИИ технологий консервирования), **Попов В.Д.** (Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства), **Савченко И.В.** (Всероссийский НИИ лекарственных и ароматических растений), **Самуйленко А.Я.** (Всероссийский НИ и ТИ биологической промышленности), **Синеговская В.Т.** (Всероссийский НИИ сои), **Фисинин В.И.** (Федеральный научный центр «ВНИТИП» РАН), **Якушев В.П.** (Агрофизический НИИ)

член-корреспондент РАН

Багиров В.А. (Департамент координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Министерства науки и высшего образования РФ)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР – **Р.П. Сенина**

Журнал в виде отдельной базы данных Russian Science Citation Index (RSCI) размещен на платформе Web of Science. Зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) и в Международной информационной системе Agris, а также включен в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации трудов соискателей ученых степеней кандидата и доктора наук.

Полные тексты статей размещаются на сайте научной электронной библиотеки: elibrary.ru

Адрес: 119334, Москва, Ленинский проспект, д. 32 А,
Отделение сельскохозяйственных наук РАН, оф. 1006
Тел.: 8 (495) 938-17-51, 8 (985) 445-94-24, 8 (916) 504-79-50
E-mail: vrsn@vestnik-rsn.ru
Website: www.vestnik-rsn.ru

The journal is registered by Federal Agency
of supervision of legislation observance of mass
communications sphere and cultural heritage protection

Certificate ПИ № ФС77-63276 from October, 6th, 2015
Founder: Russian Academy of Sciences
Published January 1992/ Published 6 times a year
ISSN 2500-2082

EDITOR
Academician of RAS G.A. Romanenko

EDITORIAL BOARD:
Academician of RAS

Avidzba A.M. (National Institute of Vine and Wine “Magarach”), **Gorlov I.F.** (Povolzhskiy (Volga) Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products), **Dolgushkin N.K.** (Russian Academy of Sciences), **Ivanov A.L.** (Soil Institute named after V. V. Dokuchayev), **Izmajlov A.Ju.** (Federal Scientific Agro-engineering center RAS), **Karakotov S.D.** (JSC “Shchelkovo Agrokhim”), **Kashevarov N.I.** (Siberian Federal Scientific center of Agrobiotechnology of RAS), **Kulik K.N.** (Federal Scientific center of Agroecology RAS), **Mansvelt, Jan Diek van** (Netherlands), **Petrov A.N.** (All-Russian Research Institute of Canning Technology), **Popov V.D.** (Institute of Agroengineering and environmental problems of agricultural production), **Savchenko I.V.** (All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants), **Samujlenko A.Ja.** (All-Russian Research and Technological Institute of Biological Industry), **Sinegovskaja V.T.** (All-Russian Research Institute of Soy), **Fisinin V.I.** (Federal Scientific Center “VNITIP” RAS), **Jakushev V.P.** (Agrophysical Research Institute)

Corresponding member of RAS

Bagirov V.A. (Department of coordination of organizations in the field of agricultural Sciences of the Ministry of science and higher education of the Russian Federation)

EXECUTIVE EDITOR – **R.P. Senina**

The journal to a separate database of RSCI posted on the Web of Science platform. Registered in the Russian science citation index (RSCI) and the International information system Agris.

Full texts of articles are placed on the website of electronic library: elibrary.ru

Address: 119334, Moscow, Leninsky prospekt, 32 A,
Department of Agricultural Sciences
Tel.: +7 (495) 938 17-51, +7 (985) 445-94-24, +7 (916) 504-79-50
E-mail: vrsn@vestnik-rsn.ru
Website: www.vestnik-rsn.ru

Содержание / Contents

● ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ / ECONOMICS AND MANAGEMENT

- 4** Семкин А.Г. / Semkin A.G.
Стратегическое пространственное развитие управления в сфере регионального АПК / Strategic spatial development of management in the sphere of regional agroindustrial complex
- 8** Чочаев А.Х. / Chochaev A.Kh.
О трансформации экономики лесного сектора / On Forest Economics transformation

● АГРОНОМИЯ / AGRONOMY

- 12** Михайленко И.М., Тимошин В.Н. / Mikhaylenko I.M., Timoshin V.N.
Экспертные системы управления агротехнологиями в облачных информационных технологиях / Expert management systems of agrotechnologies in cloud information technology
- 18** Бурлуцкий В.А., Мазуров В.Н., Семешкина П.С. и др. / Burlutskiy V.A., Mazurov V.N., Semeshkina P.S. et al.
Формирование луговых агрофитоценозов на постагрогенных землях с комплексной инвазией / Meadow agrophytocenosis formation on postagrogenic lands with complex invasion
- 22** Шевченко В.А., Соловьев А.М., Матюк Н.С. / Shevchenko V.A., Solov'yev A.M., Matyuk N.S.
Оптимизация агрофизических показателей плодородия мелиорированных земель Верхневолжья с помощью основной обработки почвы при возделывании кукурузы / Optimization of reclaimed land fertility agrophysical indicators of the Verkhnevolzhie through basic tillage in corn cultivation
- 26** Иванов Д.А., Рублюк М.В. / Ivanov D.A., Rublyuk M.V.
Водно-физические свойства почв под разновозрастными травостоями в пределах мелиорированного агроландшафта / Hydrophysical soil features under mixed age plant formation in reclaimed agrolandscape
- 29** Синеговская В.Т., Душко О.С. / Sinegovskaya V.T., Dushko O.S.
Влияние квантов света на биохимический состав семян в условиях гербицидной нагрузки / Influence of light quantum on seed biochemical composition under herbicide load
- 33** Грабовец А.И., Кадушкина В.П., Коваленко С.А. / Grabovets A.I., Kadushkina V.P., Kovalenko S.A.
Совершенствование методологии селекции яровой твердой пшеницы в условиях меняющегося климата / Improvement of spring durum wheat selection methodologies under climate change conditions
- 36** Клименко В.П., Косолапов В.М., Косолапова В.Г., Юртаева К.Е. / Klimenko V.P., Kosolapov V.M., Kosolapova V.G., Yurtaeva K.E.
Новый биологический препарат для силосования люцерны / New biological preparation for alfalfa silage making
- 40** Левакова О.В., Барковская Т.А. / Levakova O.V., Barkovskaya T.A.
Оптимизация сроков посева и норм высева при адаптивном управлении технологией возделывания озимой пшеницы сорта Виола / Optimisation of sowing time and seeding rate with adaptive management of winter wheat Viola variety cultivation technology

- 42** Седов Е.Н., Макаркина М.А., Серова З.М., Янчук Т.В. / Sedov E.N., Makarkina M.A., Serova Z.M., Yanchuk T.V.
Результаты селекции яблони на улучшение биохимического состава плодов / Results of apple-tree breeding for fruits biochemical composition improvement
- 47** Кашуков М.В., Калов А.А., Кошукоев Х.М. / Kashukoev M.V., Kalov A.A., Koshukoev Kh.M.
Продуктивность новых гибридов кукурузы на выщелоченных черноземах предгорной зоны Кабардино-Балкарии в зависимости от доз внесения удобрений / Productivity of new corn hybrids on leached chernozem of the foothill zone of Kabardino-Balkaria depending on the rates of fertilizers application
- 49** Вевецев В.З., Захарова М.Н., Рожкова Л.В. / Venetsev V.Z., Zakharova M.N., Rozhkova L.V.
Эффективность дробного внесения гербицидов бетанальной группы в посевах сахарной свеклы / Effectiveness of dosing application of benatal group herbicides in sugar beet sowing
- 52** Раченко М.А. / Rachenko M.A.
Особенности плодоношения яблони в стланцевой культуре в условиях Южного Предбайкалья / Peculiarities of apple- tree fruit- bearing in groveling crop in the Southern Predbaikalia conditions

Биотехнология / Biotechnology

- 56** Серб Е.М., Таджибова П.Ю., Римарева Л.В. и др. / Serba E.M., Tadzhibova P.Yu., Rimareva L.V. et al.
Биотехнологические аспекты создания белково-полисахаридного обогатителя кормов на основе вторичного сырья пищевых производств / Biotechnological aspects of the creation of a protein-polysaccharide feed enricher based on secondary food production
- 59** Осипов М.В., Кондратьев Н.Б., Казанцев Е.В. и др. / Osipov M.V., Kondratev N.B., Kazantsev E.V. et al.
Влияние модифицированного крахмала на влагоудерживающую способность начинок в пряниках / Effect of modified starch on the water-holding capacity of gingerbread fillings

● ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ / VETERINARY AND ZOOTECHNICS

- 63** Кабанов В.Д., Тищенко П.И., Тимошенко Ю.И. и др. / Kabanov V.D., Tishenkov P.I., Timoshenko Yu. I. Et al.
Изменение аминокислотного состава говядины при концентратном откорме крупного рогатого скота / Change in amino acids compositions of beef with concentrated fattening of cattle

● ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ / PROCESSES AND MACHINES OF AGROENGINEER SYSTEMS

- 68** Ольгаренко Г.В., Гордон Б.С. / Olgarenko G.V., Gordon B.S.
Параметры дождя дождевальных машин и показатели распределения слоя осадков / Parameters for rain sprinkler machines and rainfall distribution indicators

А.Г. Семкин, доктор экономических наук

Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий –
 Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства
 РФ, 123007, Москва, Хорошевское шоссе, 35, корп. 2
 E-mail: vera_306@mail.ru

УДК 338.436.33

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/4-7

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ УПРАВЛЕНИЯ В СФЕРЕ РЕГИОНАЛЬНОГО АПК

Совершенствование системы управления на основе стратегических направлений пространственного развития регионального АПК в сфере размещения производства играет огромную роль в проведении модернизации управления и аграрного производства. В предложенных методологических и практических подходах даны конкретные рекомендации по реализации программных мероприятий развития цифровой экономики и перспективных направлений на основе обоснованных методов и форм, способствующих пространственному развитию производства и экономики подотрасли и сельских территорий. Одним из путей совершенствования системы управления региональным АПК в сфере размещения производства должен стать стратегический подход, связанный с трансформацией экономических отношений органов регионального управления и местного самоуправления с субъектами аграрного бизнеса на основе информационно-электронных взаимоотношений, где применение цифровых технологий становится основным фактором роста аграрного производства и развития конкурентоспособности. Развитие цифровизации должно происходить в государственных органах власти, необходимо построение эффективных структур управления региональным АПК в информационном пространстве. Эффективность систем управления при размещении производства в АПК, как и в любой другой отрасли, зависит от уровня освоения цифровых технологий и доли затрат на цифровую экономику страны в объемах ВВП. Процессы управления пространственным развитием размещения производства регионального АПК необходимо строить на базе создания новых форм стратегии: вертикально-ориентированные способы и методы взаимодействия государственного управления и аграрного бизнеса. Но при этом одним из главных направлений развития данных отношений должно быть эффективное взаимодействие муниципальных образований и представителей хозяйственно-экономического управления с использованием преимуществ территориально-отраслевого разделения. Применение элементов цифровой экономики в системе регионального АПК на базе приоритетности управления при размещении аграрного производства и построения взаимообусловленных связей хозяйственно-экономического и государственного управления будут способствовать экономическому росту и социальному развитию аграрных товаропроизводителей и сельских территорий, находящихся непосредственно в их взаимодействии.

Ключевые слова: региональный АПК, стратегические направления, государственное управление, цифровая экономика, система управления, размещение производства, информационные технологии.

A.G. Semkin, Grand PhD in Economical sciences

Federal Research Center for Agrarian Economy and Social Development of Rural Areas—all-Russian Research
 Institute of agricultural Economics
 RF, 123007, Moskva, Xoroshevskoeshosse, 35 korp. 2
 E-mail: vera_306@mail.ru

STRATEGIC SPATIAL DEVELOPMENT OF MANAGEMENT IN THE SPHERE OF REGIONAL AGROINDUSTRIAL COMPLEX

Improving the management system based on the strategic directions of the regional agricultural sector spatial development in the production distribution area plays a huge role in the management and agricultural production modernization. In the proposed methodological and practical approaches specific recommendations are given on the implementation of program activities for the development of the digital economy and perspective areas based on sound methods and forms that contribute to the spatial development of production and the economy in the sub-industry and rural areas. One of the ways to improve the management system of regional agriculture in the production field should be a strategic approach associated with the transformation of the economic relations of regional authorities and local self-governments with the agricultural business subjects on the basis of information and electronic relationships, where digital technologies the using becomes the main factor of growth of agricultural production competitiveness development. The digitalization development should occur in state authorities, it is necessary to build effective management structures for regional agro-industrial complex in the information space. The effectiveness of management systems when locating production in the agro-industrial complex, as in any other industry, depends on the level of digital technologies mastering and the share of expenditures on the country's digital economy in GDP. The managing processes of the spatial development of the location of the regional agricultural production should be built on the basis of creating new strategy forms: vertically-oriented ways and methods of interaction between the government and the agrarian business. But at the same time one of the main directions of development of these relations should be the effective interaction of municipalities and economic management representatives with the use of the advantages of territorial and sectoral division. The application of the digital economy elements in the regional agro-industrial complex based on the priority of management in locating agricultural production and building interdependent relations of economic and state management will contribute to economic growth and social development of agricultural producers and rural areas directly interacting with them.

Key words: regional agro-industrial complex, strategic directions, public administration, digital economy, management system, production location, information technologies.

Анализ состояния органов управления агропромышленным комплексом на региональном уровне показал, что постоянные реорганизации привели к

резкому снижению качества управления пространственным развитием и взаимодействием в сфере размещения производства АПК. Поэтому совер-

Таблица 1.

Расходы на цифровую экономику от объемов ВВП в 2017 году, %

Страна	Расходы государства на цифровую экономику	Инвестиции бизнеса в цифровую экономику	Расходы населения в цифровой сфере	Экспорт ИКТ	Импорт ИКТ	Размер цифровой экономики
США	1,3	5,0	5,3	1,4	-2,1	10,9
Китай	0,4	1,8	4,8	5,8	-2,7	10,0
Великобритания, Германия, Италия, Франция, Швеция (в среднем)	1,0	3,9	3,7	2,5	-2,9	8,2
Индия	0,6	2,7	3,2	5,9	-6,1	6,3
Бразилия	2,7	3,6	2,7	0,1	-1,0	6,2
Чехия	0,5	2,0	2,2	2,9	-2,1	5,5
Россия	0,5	2,2	2,6	0,5	-1,8	3,9

Источник: данные CrunchBase Unicorn Leaderboards, Thomas Reuters (составлено автором).

шенствование существующего управления на региональном и муниципальном уровнях должно стать одним из главных направлений его развития, без которого нельзя обеспечить успешное и эффективное функционирование аграрных товаропроизводителей в непростых экономических и производственных сферах деятельности, особенно в условиях санкций и антисанкций, где совершенствование управления должно опираться на комплексное сочетание государственного, хозяйственно-экономического управления и местного самоуправления в информационном пространстве цифровой экономики. [1] Решение данных проблем обеспечит оптимальные условия для развития подотраслей АПК на региональном уровне, а также будет способствовать выполнению программных мероприятий по устойчивому и пространственному развитию сельских территорий.

Формирование более совершенной системы управления региональным АПК в условиях внедрения цифровой экономики должно базироваться на объективной информации представляемой аграрными товаропроизводителями. Поэтому ее сбор, обработка и накопление с возможностью последующего использования требуют тесного взаимодействия государственного, хозяйственно-экономического управления и местного самоуправления. Внедрение цифровой экономики будет способствовать наиболее эффективному принятию управленческих решений в системе инновационно-информационных технологий, а также получению оперативных данных, позволяющих быстро реагировать на своевременное выполнение организационно-экономических мероприятий как для государства, так и для субъектов аграрного бизнеса.

Одним из путей совершенствования системы управления стратегией пространственного развития регионального АПК должен стать стратегический подход, связанный с трансформацией экономических отношений органов регионального управления и местного самоуправления с субъектами аграрного бизнеса на основе информационно-электронных взаимоотношений, где применение цифровых технологий становится основным фактором роста аграрного производства и развития конкурентоспособности. Цифровизация в системе управления региональным АПК может осуществляться на основе взаимодействия государственных органов и аграрных товаропроизводителей по сбору, обработке, передаче и использованию информационного ресурса, который будет способствовать снижению транзакционных издержек и совершенствованию межрегионального обмена в подотраслях АПК, все это в конечном итоге повысит экономическую эффективность всей отрасли в целом.

Основное развитие цифровизации должно происходить в государственных органах власти, где необходимо построение эффективных структур управления региональным АПК в информационном пространстве. Эффективность систем управления в АПК, как и в любой другой отрасли, зависит от уровня освоения цифровых технологий и количества затрат на цифровую экономику страны от объемов ВВП. [2] В таблице 1 приведены данные расходов государства, бизнеса и населения на цифровую экономику, а также доля экспорта и импорта информационно-коммуникационных технологий в процентах от ВВП некоторых стран в 2017 году.

На основании проведенного анализа установлено, что расходы населения и бизнеса в России на развитие цифровой экономики хотя и самые низкие

среди других стран, но они близки к показателям развитых государств Европы. Но, несмотря на это, на фоне низкого экспорта информационно-коммуникационных технологий в ВВП страны (0,5%) и импорта (-1,8%), формируется самый низкий уровень развития цифровой экономики в России по сравнению с другими странами. Поэтому именно органы государственной власти на всех иерархических уровнях должны быть заинтересованы в эффективном развитии цифровой национальной экономики. [5]

Процессы управления пространственным развитием размещения производства регионального АПК необходимо строить на новых формах стратегии: вертикально-ориентированные способы и методы взаимодействия государственного управления и аграрного бизнеса. Но при этом одним из главных направлений развития данных отношений должно быть эффективное взаимодействие муниципальных образований и представителей хозяйственно-экономического управления. Поэтому, с учетом тенденций формирования как региональной, так и национальной цифровой экономики, оказание государственной поддержки, а также взаимодействие с сельскими территориями и населением того или иного муниципального образования или субъектами аграрного бизнеса могло бы осуществляться с внедрением цифровых технологий.

В сфере цифровой экономики необходимо формирование управленческих систем на уровне муниципальных образований с взаимодействием государственного и хозяйственно-экономического управления, которые будут способствовать оптимизации аграрного производства, интеграции экономических процессов и межхозяйственных связей, при одновременном хранении, накоплении и управлении информационными потоками в подотраслях АПК. Для совершенствования эффективности прямой и обратной связи предусмотрена система управления экономическими процессами, в которую вошли следующие модели: стратегическая – оптимизация отраслевой структуры управления с размещением аграрного производства; экономико-математическая – с интерактивной системой формирования адаптивных инновационных техно-

Таблица 2.

Проблемы и способы решения направлений пространственного развития регионального АПК на государственном и хозяйственно-экономическом уровне

Основные проблемы	Способы решения
Оторванность системы управления развитием АПК от траектории социально-экономического развития сельских территорий и ее населения	Синхронизация деятельности органов управления развитием АПК с последовательной закономерностью развития муниципальных образований и сельских территорий
Снижение роли государственного управления (прямого) в агропромышленном производстве на иерархических уровнях	Усиление роли местного самоуправления в организационно-экономическом развитии на уровне регионального агропромышленного комплекса
Отсутствие эффективного механизма взаимодействия между государственными, муниципальными структурами управления и аграрным бизнесом	Формирование доверительных, стабильных партнерских отношений на основе прозрачности, уважительности и профессионализма, обеспечивающих элементами цифровой экономики
Снижение роли местного ресурсного потенциала находящегося в ведении аграрных товаропроизводителей и агробизнеса	Развитие приоритетных направлений в IT-технологиях и научных разработках по преодолению зависимости от территориального ресурсного потенциала в муниципальных образованиях
Десинхронизация функциональной нагрузки, ответственности и полномочий муниципальных образований в сфере развития регионального АПК	Приведение в соответствие требований современного периода государственного, муниципального и хозяйственно-экономического управления с использованием цифровой экономики
Отсутствие четкого разграничения компетенций государственных и муниципальных органов управления в региональном АПК	Определение полномочий и границ территориальных органов местного самоуправления в сфере функционирования и развития регионального АПК
Необоснованно увеличен штат и многоуровневость систем управления, кроме управления развитием региональным и муниципальным АПК	Решение вопроса подчиненности, функциональности и функционирования АПК местным органам самоуправления на законодательном уровне
Отсутствие единых целевых установок, предусматривающих одновременную выгоду аграрному производству, сельским территориям, населению и местному самоуправлению	Ведение разнопланового синергетического подхода в эффективном развитии АПК и сельских территорий, благосостояние агробизнеса и сельского населения, государственной и муниципальной власти
Отсутствие четко определенных показателей эффективности деятельности системы хозяйственно-экономического управления АПК на региональном уровне	Необходимо адаптировать систему показателей эффективности работы хозяйственно-экономического управления АПК, исходя из опыта государственного управления в сфере регионального АПК
Снижение роли плановой экономики в функционировании регионального агропромышленного производства	Оптимизация и эффективное размещения аграрного производства, а также планирование наиболее рентабельных сортов сельскохозяйственной продукции
Снижение роли муниципальных образований и контроля за соблюдением экологических требований и норм ведения аграрного производства	Формирование системы управления контролем качества аграрной продукции и используемого сырья на уровне местного самоуправления системой государственных органов
Увеличение отраслевого дисбаланса в сфере хозяйственно-экономического управления	Контроль за развитием АПК и аграрного бизнеса на основе научно-обоснованных подходов, методов и способов
Минимизация государственного управления в обеспечении нормативно-правовой помощи субъектам аграрного бизнеса на всех уровнях	Формирование механизма взаимодействия хозяйственно-экономического и государственного управления по защите прав, полномочий, оказания юридической и финансовой помощи и т.д. аграрному бизнесу
Снижение доверия к властным структурам в сфере АПК, в том числе на региональном и муниципальном уровнях	Формирование управленческих структур по эффективному функционированию АПК и сельских территорий, их инфраструктуры, а также развитию предпринимательства и занятости на селе
Отсутствие возможности ведения не сельскохозяйственных производств и национальных ремесел на уровне региона.	Создание условий для формирования и функционирования малого бизнеса в различных отраслях экономики и возрождение национальных ремесел и других направлений в сельской местности.

логий; прогнозных балансов аграрной продукции, сырья и продовольствия, а также планируемого сценарного развития подотраслей АПК; модель индикативного планирования и прогнозирования системы производственно-финансового и технико-технологического обеспечения аграрных субъектов с оценкой их финансово-производственного функционирования и развития (см. рисунок).

Применение элементов цифровой экономики в системе регионального АПК на базе приоритетности управления размещением аграрного производства и построения взаимообусловленных связей хозяйственно-экономического и государственного управления будут способствовать экономическому росту и социальному развитию аграрных товаропроизводителей и сельских территорий, находящихся непосредственно в их взаимодействии. [3, 4]

Вместе с тем, построение эффективных систем управления пространственным развитием и размещением регионального АПК возможно при ми-

нимизации воздействия негативных и проблемных процессов как в самом агропромышленном комплексе, так и в его управленческих структурах (табл. 2).

Таким образом, необходимы два основных фактора для управления пространственным развитием регионального АПК: 1 – постоянное технико-технологическое обеспечение, в том числе в направлении цифровизации в подотраслях, взаимодействующих с агробизнесом, с целью снижения уровня аналоговых отношений; 2 – создание инновационно-инвестиционной ориентированной среды с развитием информационных технологий в аграрном производстве для дистанционного и автоматизированного управления в региональных структурах АПК. [6]

Главные принципы развития цифровой инфраструктуры – обеспечение ее доступности, внедрение в цифровой сектор экономики, поощрение субъектов аграрного бизнеса, использующих совре-



Схема совершенствования управления региональным АПК в условиях цифровизации

менные цифровые технологии, а также улучшение институциональных условий функционирования подотрасли.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алтухов, А.И. Российский АПК: современное состояние и проблемы развития / А.И. Алтухов, В.А. Кундиус. – М.: ФГУП «ВО Минсельхоза России», 2004. – 602 с.
2. Алпатов, А.В. Построение эффективных систем управления развитием АПК России в пространстве цифровой экономики /А.В. Алпатов // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2018. – № 3. – С. 60–66.
3. Воронин, Е.А. Направления и базовые технологии информатизации и управления АПК / Е.А. Воронин, А.Г. Семкин // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: (материалы IX Международной научно-практической конференции «ИнформАгро-2017»). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – С. 380–383.
4. Семкин, А.Г. Взаимодействие систем управления муниципального АПК в информационном пространстве цифровой экономики /А.Г. Семкин, Е.А. Воронин, В.Г. Быков // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 3. – С. 16–19.
5. Семкин, А.Г. Аспекты совершенствования управления сельским хозяйством Российской Федерации / А.Г. Семкин. – М.: ООО «Угрешская типография». – 2014. – 324 с.
6. Семкин, А.Г. Управление сельским хозяйством региона / А.Г. Семкин. – М.: Издательство «Центр информации и технико-экономических исследований в АПК

Федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства». – 2015. – 192 с.

LIST OF SOURCES

1. Altuxov, A.I. Rossijskij APK: sovremennoe sostoyanie i problemy` razvitiya / A.I. Altuxov, V.A. Kundius. – M.:FGUP «VO Minsel`xozza Rossii». – 2004. – 602 s.
2. Alpatov, A.V. Postroenie e`ffektivny`x sistem upravleniya razvitiem APK Rossii v pro-stranstve cifrovoj e`konomiki /A.V. Alpatov // E`konomika, trud, upravlenie v sel'skom khozajstve. – 2018. – № 3. – S. 60–66.
3. Voronin, E.A. Napravleniya i bazovy`e tehnologii informatizacii i upravleniya APK / E.A. Voronin, A.G. Semkin // Nauchno-informacionnoe obespechenie innovacionnogo razvitiya APK: (materialy` IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «InformAgro-2017»). – M.: FG-BNU «Rosinformagrotex», 2017. – S. 380–383.
4. Semkin, A.G. Vzaimodejstvie sistem upravleniya municipal`nogo APK v informacionnom prostranstve cifrovoj e`konomiki /A.G. Semkin, E.A. Voronin, V.G. By`kov // Vestnik rossijskoj sel`skoxozyajstvennoj nauki. – 2018. – № 3. – S. 16–19.
5. Semkin, A.G. Aspekty` sovershenstvovaniya upravleniya sel'skim khozajstvom Rossijskoj Federacii /A.G. Semkin. – M.: ООО «Ugreshskaya tipografiya». – 2014. – 324 s.
6. Semkin, A.G. Upravlenie sel'skim khozajstvom regiona / A.G. Semkin. – M.: Izdatel`stvo «Centr informacii i tehniko-e`konomicheskix issledovanij v APK Federal`nogo gosudar-stvennogo byudzhethnogo nauchnogo uchrezhdeniya Vserossijskij nauchno-issledovatel`skij institut e`konomiki sel'skogo khozajstva». – 2015. – 192 s.

А.Х. Чочаев, доктор экономических наук, профессор

ORCID:0000-0001-6285-021X

Почвенный институт имени В.В. Докучаева
РФ, 119017, Москва, Пыжевский пер. 7 стр. 2
E-mail: akademavtotrans@yandex.ru

УДК 630*30→658

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/8-11

О ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ ЛЕСНОГО СЕКТОРА

В статье проанализированы проблемы развития лесного комплекса России, связанные с социальными, экологическим и инфраструктурными вопросами, решение которых невозможно без государственного участия. Рассмотрены причины плохой приспособленности рыночной экономики лесного комплекса к длительным периодам развития, а также к экологическим последствиям экономической деятельности, включая загрязнение окружающей среды, истощение природных ресурсов, утрату биологического разнообразия, вред здоровью населения. Анализ особенностей рыночной экономики лесного комплекса выполнен на отечественных и зарубежных примерах, серьезным недостатком которых является оторванность процесса окупаемости инвестиций от выбранного направления экономического развития. Омоложение лесов таким образом приводит к снижению или даже утрате биосферных свойств лесов по регулированию поверхностного стока атмосферных осадков и формированию запасов грунтовых вод. Известно, что в лесах Европейской части России скопились большие запасы низкотоварной древесины хвойных и лиственных пород. Показано, что для вовлечения ее в использование необходимо поменять принципы расчетов годичного пользования и фактически заново разработать нормативную базу промежуточного пользования лесными древесными ресурсами. Выделено четыре блока управления лесами в рыночной экономике лесного комплекса: государственное лесоустройство и выполнение среднесрочного и долгосрочного планирования всех видов работ в лесах, с учетом материалов государственной инвентаризации лесов и оценки состояния и тенденций развития внутреннего и внешних рынков лесоматериалов; охрана и защита лесов от пожаров и других неблагоприятных природных факторов (насекомые, грибы, загрязнение); проведение плановых лесозаготовок с дифференцированным использованием всех видов древесины и организация лесовосстановления с учетом разнообразия условий произрастания и возможностей использования земель государственного лесного фонда России. Целесообразно создание экономических механизмов стимулирования деятельности всех предприятий и учреждений лесного комплекса России по переходу на новые экологически обоснованные технологии работ в лесу. Необходим гибкий экономический механизм включения в стоимость заготовленной древесины затрат на управление лесами для восстановления экологических, экономических, социальных и культурных свойств лесов.

Ключевые слова: экономика лесного сектора, лесное хозяйство, рыночная экономика, новое направление лесной экономики, лесной капитал, экономический механизм стоимости, окупаемость инвестиций лесов.

A.Kh. Chochaev, Grand PhD in Economical sciences, Professor

ORCID:0000-0001-6285-021X

V.V. Dokuchaev Soil Institute
RF, 119017, Moskva, Pyzhevskij per. 7 str. 2
E-mail: akademavtotrans@yandex.ru

ON FOREST ECONOMICS TRANSFORMATION

The article analyzes problems of the Russia forest complex development related to social, environmental and infrastructure issues, the solution of which is impossible without state participation. The reasons of the poor adaptation of the forest complex market economy to long development periods, as well as the environmental consequences of economic activity, including environmental pollution, depletion of natural resources, loss of biodiversity and damage to public health, are considered. The analysis of the forest complex market economy features is made on domestic and foreign examples, a serious shortcoming of which is the isolation of the investment payback process from the chosen economic development direction. Forest rejuvenation in this way leads to a decrease or even loss of the forests biospheric properties to regulate the surface runoff of atmospheric precipitation and the formation of groundwater reserves. It is known, that in the forests of the European part of Russia have been accumulated large reserves of semi-subsistence conifer and hard wood. It is shown that to involve it in use it is necessary to change the principles of annual use calculations and to actually re-develop the regulatory framework for the intermediate use of forest wood resources. Four forest management units in the forest economy of the forest complex were identified: state forest management and implementation of medium-term and long-term planning of all types of work in forests, taking into account materials of the state forest inventory and assessing the state and trends in the development of domestic and foreign timber markets; protection and protection of forests from fires and other adverse natural factors (insects, fungi, pollution); carrying out planned logging with the differentiated use of all types of wood and the organization of reforestation taking into account the diversity of growing conditions and the possibilities of using the lands of the state forest fund of Russia. It is advisable to create economic mechanisms to stimulate the activities of all enterprises and institutions of the Russia forest complex for the transition to new environmentally sound technologies in the forest. A flexible economic mechanism is needed to include forest management costs in the cost of harvested wood in order to restore the ecological, economic, social and cultural properties of forests.

Key words: forest economics, forestry, market economy, new direction of forest economy, forest capital, economic mechanism of value, forest investment payback.

Ни в одной стране мира еще не создана достаточно устойчивая лесная экономика, опирающаяся на действие только рыночных сил. Главные проблемы, которые не может решить рыночная экономика лесного комплекса без государственного участия, связаны с социальными, экологическими

и инфраструктурными вопросами экономического развития, особенно, если требуются длительные периоды времени, специальные научные знания и существенные инвестиции.

Мировое бизнес-сообщество предложило экологический ущерб от экономической деятельности

компенсировать денежными выплатами или штрафами. Ясно, что принцип «загрязнитель — платит» не ликвидировал причину (загрязнение), что, конечно, никого не устраивает.

Изначально рыночная экономика развивалась не как глобальная система, а как локальная и национальная, когда главная задача была — максимизировать прибыль. В ней демонстрировались преимущества краткосрочных интересов — окупаемость инвестиций за 10–20 лет. Но в этом и заключается серьезный недостаток рыночной экономики: инвестиции-то окупятся, а направление экономического развития выбрано или ошибочно или пагубно для населения, то есть для потребителей.

Приведем характерный пример — обеспечение сырьем целлюлозно-бумажного комбината (ЦБК) где-нибудь в населенной части нашей страны с развитой инфраструктурой. Так, вы распланировали короткий оборот рубки (40 лет) и вскоре вдруг остались без источников водоснабжения, причем не только для производства, но и населения. Потому что именно старый (спелый) лес — это тот самый биотический лесной насос, который определяет круговорот воды на суше и регулирует поверхностный сток атмосферных осадков. Без воды целлюлозы из древесины не получить. А если очищать отработанную воду и повторно использовать (замкнутый цикл), то себестоимость целлюлозы зашкалит и выбросит вас с этого рынка. По аналогичным причинам сворачивается целлюлозно-бумажное производство в высокоразвитых странах (Евросоюз, Канада, США). Спрос на целлюлозу непрерывно растет, но из Бразилии и Индонезии она дешевле, а своя вода чище.

Поэтому рыночная экономика в лесном комплексе нашей страны должна сопровождаться системой мер государственного регулирования, особенно при решении стратегических задач, свойственных лесному хозяйству и всему лесному комплексу, когда следует планировать на 20–50–100 лет.

Известно, что во времена бывшего Советского Союза существовала система централизованного долгосрочного планирования и называлась она Госплан. Правда, экологические последствия не учитывались. Но ведь в плановой экономической системе было разработано немало эффективных направлений, которые нашли развитие в других странах, в частности в США и в Евросоюзе, но не получили творческого развития в новой России.

Во многих странах мира локальные и региональные экологические проблемы лесного комплекса успешно решаются путем централизованного принятия решений на основе среднесрочных и долгосрочных планов развития территорий. В нашей стране доминирование земель государственного лесного фонда (далее ГЛФ), занимающих 65% площади всей суши в структуре выделяемых категорий земель России [1, 2], обуславливает необходимость государства, в лице федеральных органов власти и органов власти субъектов РФ, организовать эффективную охрану и защиту лесов от пожаров и других природных неблагоприятных факторов (насекомые, грибы, микроорганизмы). Также необходимо планировать все работы в лесном комплексе страны на реальные сроки жизни леса, а не на пятилетия или десятилетия. Среднесрочное и долгосрочное планирование управления лесами — предмет деятельности государственного лесоустройства, использующего также и материалы государственной инвентаризации лесов. Государство, будучи собственником

ГЛФ, заинтересовано и в получении лесного дохода, и в устойчивом развитии экономики без ущерба для окружающей среды. Здесь законы рынка суровы: эффективность управления собственностью определяется величиной прибыли. При этом совсем неважно кто собственник лесов — частная компания или государство. Главное — эффективное управление, а значит — высокий лесной доход, сполна окупающий все затраты на управление этой собственностью. Поэтому государство просто обязано иметь информационную систему отслеживания состояния внутреннего и внешних рынков лесоматериалов. [3, 4] Соотнесение состояния этих рынков с производственными возможностями лесных экосистем, в зависимости от их географического положения и соответствующих транспортных расходов по вывозке для последующей переработки, определяет направления и темпы модернизации частных предприятий лесопромышленного комплекса.

В настоящее время в ГЛФ на Европейской части России сохраняются последствия многолетних промышленных крупномасштабных лесозаготовок хвойной древесины, проводившихся как в послевоенные годы, так и в последние десятилетия. В лесах скопились большие запасы низкотоварной древесины хвойных и лиственных пород, которую не используют в силу разных причин. Но с учетом практически неограниченного европейского спроса на древесное биотопливо в форме гранул (пеллеты) и брикетов, изготавливаемых из самых разнообразных древесных отходов, обусловленного реализацией Энергетической стратегии Евросоюза, существует возможность утилизации этих запасов в течение ближайших 15 лет. Исследования российских лесоводов совместно с Европейским институтом леса в Йоенсуу (Финляндия) в 1995–2001 годах показали, что есть и другой лесной ресурс — ежегодный естественный отпад древесины в ходе роста и развития лесов, стоимость которого оценена 350...400 млн м³/год. [2] Необходимо включить в состав работ по лесной таксации инструментальный учет объемов ежегодного естественного отпада древесины. Следует поменять принципы расчетов годичного и заново разработать нормативную базу промежуточного пользования лесными древесными ресурсами.

В рыночной экономике лесного комплекса целесообразно не забывать о неизменных и неизбежных видах работ по управлению лесами как собственностью государства: государственное лесоустройство и выполнение среднесрочного и долгосрочного планирования всех видов работ в ГЛФ (с учетом материалов государственной инвентаризации лесов, оценки состояния и тенденций развития внутреннего и внешних рынков лесоматериалов); охрана и защита лесов от пожаров и других неблагоприятных факторов; проведение плановых лесозаготовок с дифференцированным использованием всех видов древесины; организация лесовосстановления с учетом всего разнообразия условий произрастания и возможностей использования земель ГЛФ [3].

Опыт развития лесного комплекса России показывает, что освоение лесных ресурсов без государственного финансирования строительства транспортной, жилищной и социальной инфраструктуры, не имеет коммерческой выгоды для частного капитала, а из-за недостатка экономически независимых людей, которые могли бы заниматься предпринимательством без государственного участия, успешно развиваются только крупные лесопромышленные компании.

Вместе с тем, многолетний зарубежный опыт показывает, что в рыночной экономике существует необходимость государственного регулирования, прежде всего, основных направлений развития экономики, без чего невозможно решить экологические проблемы экономического развития, сохранить леса для будущих поколений.

В современном лесном законодательстве России для частного предпринимательства практически все ограничения на лесозаготовки сняты, кроме произвола чиновников на местах, также совершенно не учтена инерционность лесоводства и лесного хозяйства в целом.

Причина в том, что древесные ресурсы служат постоянным коммерчески привлекательным свойством лесов и, при правильно организованном ведении лесного хозяйства, они становятся возобновляемым природным капиталом. Причем площадь таких лесов не так велика в России, как можно было бы предположить, исходя из общей площади ГЛФ или даже площади земель покрытых лесной растительностью. [2]

Тем не менее, около 50 субъектов Российской Федерации имеют существенный доход от лесного комплекса страны, и в этих регионах лучше всего понимают, что проблемы накопились на стыке интересов трех важных участников лесных отношений:

частного предпринимательства и местного населения — получить в пользование на условиях аренды и купли насаждений в рубку лесные ресурсы, в объеме, достаточном для длительного получения прибыли от использования государственного имущества — лесов, и предоставить хорошо оплачиваемую работу местному населению;

субъектов Российской Федерации в области переданных им полномочий по управлению государственной собственностью — лесным фондом, получить свою долю прибыли от распоряжения государственным имуществом;

собственников лесов — государства, в лице федеральных органов исполнительной власти, уполномоченных на управление федеральной собственностью — государственным лесным фондом, сделать лесное хозяйство бездотационным.

На современном этапе нет оснований ожидать сколько-нибудь серьезных изменений в структуре федеральных органов исполнительной власти, потому что это увеличит государственные затраты на систему управления имуществом — лесами. Не следует ожидать и кардинальных изменений в лесном и в экологическом законодательстве страны. Поэтому Федеральное агентство лесного хозяйства России еще долгое время будет выполнять роль уполномоченного наблюдателя за происходящими процессами в лесах, а органы государственного управления лесным хозяйством в субъектах Российской Федерации будут обосновывать увеличение субвенций на исполнение переданных им государственных полномочий в области лесных отношений, поскольку другой заинтересованности у них нет в соответствии с действующим Лесным кодексом. [3]

Возможности мобилизации финансовых ресурсов из разнообразных источников для инвестирования в лесной комплекс России зависят от взаимопонимания между потенциальными инвесторами и предприятиями лесного комплекса. Выделим для средней полосы главные условия: стоимость лесной продукции и услуг; соответствующая политика поощрения инвестиций, которую должны вырабатывать государственные структуры, руководствуясь только научными знаниями, а не примитивным ба-

лансом сиюминутных затрат и дохода; понимание, что лес требует, кроме пространства, еще и времени для роста и развития порядка 120 лет для полного цикла воспроизводства.

Было бы очень правильно предусмотреть закрепление в лесном законодательстве исполнение стандартов рубок леса, трелевки, раскряжевки, погрузки, вывозки, транспортировки древесины, лесовосстановления, охраны и защиты. Для обеспечения этих положений необходимо разработать методические подходы к оптимизации механизма принятия решений о применении следующих технологий:

рубок леса, в том числе для различных способов лесовосстановления, лесозаготовительных операций (рубка, трелевка, раскряжевка, погрузка, вывозка, транспортировка), древесных пород, включая сплошные рубки, для сохранения биоразнообразия и устойчивого развития лесных экосистем;

учета заготовленной древесины, в том числе на всех этапах ее заготовки, сортировки, вывозки, транспортировки;

лесовосстановления по видам рубок, породам, источникам посадочного материала, способам проведения, организации ухода и защиты от неблагоприятных факторов;

обнаружения, локализации и ликвидации лесных пожаров, очагов массового размножения экономически опасных древоядных насекомых и патогенов;

обнаружения, регистрации и учета незаконной лесозаготовки древесины, включая процедуры взаимодействия с органами правопорядка.

Исторический опыт управления лесами в России, а также опыт зарубежного экономического развития показывают, что концепция управления, в основе которой лежит только максимизация лесного дохода, без учета поддержания экосистемных сервисов лесов, может привести к коренному изменению ландшафтов и видовой состава лесов, к общему обеднению природной среды, уменьшению биологического разнообразия и резкому снижению биологической устойчивости лесов. Необходимы долгосрочные программы лесной политики, направленные на рыночные механизмы, которые должны соответствовать мерам правительственно-регулирующего, включая планы лесопользования, экономические стимулы и санкции, а также законодательные акты. В России, учитывая и ее федеративное устройство и многообразие укладов жизни, большое практическое значение имеет инвариантность стратегии многокурсового управления лесами с учетом организации перспективного земельного баланса субъектов Российской Федерации. Создание типовых моделей ведения лесного хозяйства, рекомендуемых для конкретных лесохозяйственных районов, вполне реально в настоящее время. В качестве примера можно взять формат системы лесохозяйственных стандартов в Канаде и в других северных странах. [5]

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов, А.Л. Единый Государственный реестр почвенных ресурсов (коллективная монография) / А.Л. Иванов, С.А. Шоба, А.Х. Чочаев и др. — 2014. — Тула. — Издательство ЗАО «ГрифиК».
2. Писаренко, А.И. Лесное хозяйство России: национальное и глобальное значение/А.И. Писаренко, В.В. Страхов // ФГБОУ МГУЛ, Издательство МГУЛ. — 2011. — 600 с.
3. Писаренко, А.И. О лесной политике России (2-е изд., переработанное и дополненное / А.И. Писаренко,

- В.В. Страхов. – М:// Издательский Дом «Юриспруденция», – 2012. – 600 с.
4. Чочаев, А.Х. Мониторинг состояния сельскохозяйственных земель методом геолокационного зондирования/А.Х. Чочаев, Э.Т. Пягай // Вестник РАСХН. – 2011. – № 6. – С. 9–10.
 5. Чочаев, А.Х. Стратегическое планирование и межотраслевой лесной баланс, как основа совершенствования организационно-экономического механизма устойчивого управления ЛПК /А.Х. Чочаев // Изд. МГУЛ «Лесной вестник». – 2002. – С. 17.
- LIST OF SOURCES**
1. Ivanov, A.L. Edinyj Gosudarstvennyj reestr pochvennyx resursov (kollektivnaya monografiya) / A.L. Ivanov, S.A. Shoba, A.X. Chochoev i dr. // 2014. – Tula. – Izdatel'stvo ZAO «GrifiK».
 2. Pisarenko, A.I. Lesnoe khozyajstvo Rossii: nacional'noe i global'noe znachenie/A.I. Pisarenko, V.V. Straxov // FGBOU MGUL, Izdatel'stvo MGUL. – 2011. – 600 s.
 3. Pisarenko, A.I. O lesnoj politike Rossii (2-e izd., pererabotannoe i dopolnennoe) / A.I. Pisarenko, V.V. Straxov. – M:// Izdatel'skij Dom «Yurisprudenciya», – 2012. – 600 s.
 4. Chochoev, A.X. Monitoring sostoyaniya sel'skoxozyajstvennyx zemel' metodom geolokacionnogo zondirovaniya / A.X. Chochoev, E.T. Pyagaj // Vestnik RASXN. – 2011. – № 6. – S. 9–10.
 5. Chochoev, A.X. Strategicheskoe planirovanie i mezhotraslevoj lesnoj balans, kak osnova sovershenstvovaniya organizacionno-ekonomicheskogo mexanizma ustojchivogo upravleniya LPK /A.X. Chochoev // Izd. MGUL «Lesnoj vestnik». – 2002. – S. 17.

К сведению авторов!

При подготовке статей для журнала «Вестник российской сельскохозяйственной науки» рекомендуем руководствоваться следующими правилами:

Направлять в редакцию материалы по эл. почте – Senina43@yandex.ru или на website: www.vestnik-rsn.ru с решением Ученого совета института (учреждения) о возможности опубликования представленной НИР.

Статья не должна превышать 15–20 стр. компьютерного набора через два интервала (Word 2000) с рисунками и таблицами. В статье необходимо указать ученые степени авторов, адрес института с индексом.

Рисунки (графический материал) и фотографии следует выполнять на электронном носителе («CorelDraw», «PhotoShop», «AdobeIllustrator»).

Формулы, символы в текст необходимо вписывать четко, в электронном виде (редактор формул версия 3.01), избегайте громоздких обозначений.

К научной статье желательно определить ее индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК).

Необходим перевод на английский язык ученых степеней авторов, названия института, организации, адреса.

Список литературных источников (не более 15 наименований) помещайте в конце статьи по алфавиту на русском языке сначала – отечественных, затем – зарубежных авторов, с соответствующими ссылками в тексте, через две косые фамилии авторов и название статьи – транслитерировать. Фамилию и инициалы первого автора разделите запятой, затем укажите название книги или статьи, работы и через косую инициалы и фамилии первого и остальных авторов, через две косые название журнала или другого периодического издания, год, номер, страницы; для книг – полное название, издательство, год издания, число страниц. Ссылки на рукописные работы не допускаются.

К статье напишите реферат объемом 1000–2000 знаков (200–250 слов) на русском и на английском языках.

Обязательное наличие ключевых слов на русском и английском языках.

Просьба указывать в контактах почтовый и электронный адреса, телефоны.

И.М. Михайленко, доктор технических наук
В.Н. Тимошин, кандидат технических наук
 Агрофизический научно-исследовательский институт
 РФ, 195220, Санкт-Петербург, Гражданский проспект, 14
 E-mail: ilya.mihailenko@yandex.ru

УДК 631.58:551.5

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/12-17

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АГРОТЕХНОЛОГИЯМИ В ОБЛАЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ*

Переход к «интеллектуальному» сельскому хозяйству является основным вектором модернизации аграрного сектора экономики. Он основан на комплексной автоматизации и роботизации производства, использовании автоматизированных систем принятий решений. Это неизбежно сопровождается существенным увеличением потока данных от датчиков, мониторинговых установок, метеорологических станций, дронов, спутников и других внешних систем. У менеджмента хозяйств появляется возможность использовать различные онлайн-приложения для точных рекомендаций и принятия различного рода управляющих решений. В этом плане наиболее эффективно использование облачных информационных технологий, позволяющих реализовать самый сложный информационно-технический уровень систем автоматизации управления агротехнологиями. Цель настоящей работы заключается в апробации подхода к созданию экспертных систем поддержки принятия управленческих решений (СППР) через базы знаний (БЗ), формируемых в облачной информационной системе. Для этого рассматривается пример построения СППР для выбора оптимальной даты заготовки кормов из многолетних трав. Приводится полная теоретическая и алгоритмическая база аналитической СППР, реализуемой в центре обработки данных облачной информационной системы. На ее основе формируется БЗ для множества различных условий принятия решений. Эта БЗ передается на локальную СППР. Для принятия решений об оптимальных датах заготовки локальной СППР используются два варианта алгоритмов. Первый вариант основан на моделях управления, а второй – на методе распознавания образов. Апробацию алгоритмов проводили по БЗ из 50 случаев. По ее результатам более точным показал себя метод распознавания образов, который обеспечивает гибкую подстройку ситуации на локальной СППР под подобную ситуацию в БЗ. Рассматриваемая методика может быть распространена и на другие сельскохозяйственные культуры.

Ключевые слова: облачные информационные технологии, экспертные системы, поддержка решений, математические модели, распознавание образов, многолетние травы.

I.M. Mikhaylenko, Grand PhD in Engineering sciences
V.N. Timoshin, PhD in Engineering sciences
 Agrophysical Research Institute
 RF, 195220, Sankt-Peterburg, Grazhdanskij prospekt, 14
 E-mail: ilya.mihailenko@yandex.ru

EXPERT MANAGEMENT SYSTEMS OF AGROTECHNOLOGIES IN CLOUD INFORMATION TECHNOLOGY

The transition to «intellectual» agriculture is the main vector of modernization of the agricultural sector of the economy. It is based on integrated automation and robotization of production, the use of automated decision-making systems. This is inevitably accompanied by a significant increase in data flow from sensors, monitoring systems, meteorological stations, drones, satellites and other external systems. Farm management has the opportunity to use various online applications for accurate recommendations and making various kinds of management decisions. In this regard, the most effective use of cloud information technologies, allowing implementing the most complex information and technical level of automation systems for management of agricultural technologies. The purpose of this work is to test the approach to creating expert management decision support systems (DSS) through the knowledge base (KB), formed in the cloud information system. For this, we consider an example of constructing a DSS for choosing the optimal date for preparing forage from perennial grasses. A complete theoretical and algorithmic database of the analytical DSS implemented in the data processing center of the cloud information system is given. On its basis, a KB is formed for a variety of different decision-making conditions. This knowledge base is transmitted to the local DSS. To make decisions about the optimal dates for the preparation of the local DSS, two variants of algorithms are used. The first option is based on management models, and the second uses the pattern recognition method. The approbation of the algorithms was carried out according to the BZ from 50 cases. According to the results of testing, the method of pattern recognition proved to be more accurate, which provides a more flexible adjustment of the situation on the local DSS to a similar situation in the KB. The considered technique can be extended to other crops.

Key words: cloud information technologies, expert decision support systems, mathematical models, pattern recognition, perennial grasses.

ВВЕДЕНИЕ

За последние 30 лет компьютеры, а вместе с ними и информационные технологии прочно вошли в жизнь общества, включая производственные и непроизводственные сферы экономики. [1, 2] Не стало исключением и сельское хозяйство, которое сталки-

вается с множеством трудностей и проблем. В основе модернизации аграрного сектора лежит переход к «интеллектуальному» сельскому хозяйству, основанному на комплексной автоматизации и роботизации производства, использовании автоматизированных систем принятий решений, современных технологий моделирования и проектирования экосистем.

* Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект № 18-016-00008)./ The work has been conducted partially support by Russian Foundation for Basic Research (project № 18-016-00008).

Интеллектуализация превращает сельское хозяйство в сектор с очень интенсивным потоком данных. Информация поступает от различных устройств, расположенных в поле, на ферме, от датчиков агротехники, метеорологических станций, дронов, спутников, внешних систем, партнерских платформ, поставщиков. Общие данные от различных участников производственной цепочки, собранные в одном месте, позволяют получать информацию нового качества, находить закономерности, создавать добавочную стоимость для всех вовлеченных участников, применять современные научные методы обработки (data science) и на их основе принимать правильные решения, минимизирующие риски, улучшающие бизнес производителей и клиентский опыт.

В работе [8] рассмотрено одно из направлений интеллектуализации управления агротехнологиями, основанное на использовании облачных информационных технологий. Особое внимание уделено возможности практической реализации систем автоматизированного управления с учетом кадровой проблемы. Показано, что высокий научно-технический уровень систем и простота их использования обеспечивается путем создания экспертных систем управления, в которых базы знаний (БЗ) формируются посредством алгоритмов аналитических систем управления, реализующих современную теорию управления в полном объеме.

Цель работы – апробация предлагаемой методики на примере построения экспертной системы, ориентированной на использование облачных технологий.

АЛГОРИТМ АНАЛИТИЧЕСКОЙ СППР ПО ДАТЕ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ

Среди управляющих решений, принимаемых менеджментом хозяйств, наиболее важные и ответственные – решения о сроках уборки урожая сельскохозяйственных культур. Особенно они актуальны в управлении процессами заготовки кормов из многолетних трав в течение вегетационного периода. Выбор удобного и актуального критерия служит отправным пунктом решения данной задачи. Такой критерий должен отражать баланс между количественными и качественными показателями травостоя. Качественные показатели готового корма влияют на его переваримость (усваиваемость) животными. Этот показатель наиболее распространен в молочном животноводстве, он оценивается в процентах и может быть определен следующей регрессионной зависимостью [10]:

$$\pi(k, p) = b_0 + b_1 k + b_2 p + b_3 k p, \quad (1)$$

где: p, k – содержание протеина и клетчатки в сухом веществе травостоя, %; $b_0 - b_3$ – параметры модели.

Для обоснования критерия оптимальности принятия решений при заготовке кормов необходимо иметь в виду, что цель всей системы кормозаготовки – получение заданной урожайности травостоя с заданными параметрами качества. С учетом ранее принятых обозначений, формализованный вариант критерия, использующий показатель переваримости кормов, имеет следующий вид [10]:

$$I(T) = g_1(m(T) - m^*)^2 + g_2(\pi(k, p|T) - \pi^*(k, p))^2, \quad (2)$$

где $m(T), m^*$ – прогнозное и заданное значение величины биомассы травостоя (урожайности), кг/м²; $\pi(k, p|T), \pi^*(k, p)$ – прогнозное и заданное значение

показателя переваримости биомассы травостоя (функция от %-ого содержания в сухом веществе клетчатки и протеина) g_1, g_2 – весовые множители, посредством которых устанавливается требуемый баланс между массовыми и качественными компонентами критерия и его безразмерный характер.

Критерий (2) имеет явно выраженный минимум, что соответствует балансу его компонентов, то есть отражает компромисс между количеством и качеством убираемой биомассы. Обозначим решающее правило о сроках заготовки кормов, с учетом баланса составляющих критерия:

$$T = T^* \text{ (укоc)}, T^* = \operatorname{argmin} I(T).$$

Для оценки параметров состояния травостоя, входящих в критерий (2), необходимы математические модели, отражающие динамику величины биомассы и ее качественных показателей, а также модели, определяющие связь параметров состояния биомассы с показателями оптического отражения в системах ДЗЗ.

Решая поставленную задачу, мы используем два основных блока математических моделей: структуры биомассы и ее качественных показателей. Каждый из них имеет канонический векторно-матричный вид [6, 10].

Блок структуры биомассы в развернутой форме

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_{1m} \\ \dot{x}_{2m} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}_m \begin{bmatrix} x(t)_{1m} \\ x(t)_{2m} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \end{bmatrix}_m \begin{bmatrix} f_1(t) \\ f_2(t) \\ f_3(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}_m \begin{bmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \end{bmatrix}, \quad t \in (T_i, T_{i+1}), \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} x_{1m}(0) \\ x_{2m}(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}_m \begin{bmatrix} w_1(0) \\ w_2(0) \\ w_3(0) \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} y_{1m}(t) \\ y_{2m}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \frac{100}{y_{1m}(t)} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1m}(t) \\ x_{2m}(t) \end{bmatrix}; \quad (4)$$

или в символической векторно-матричной

$$\dot{X}_m = A_m X_m + C_m F(t) + B_m U(t), \quad (5)$$

$$X_m(0) = D_{m1} W(0),$$

$$Y_m(t) = H_m(t) X_m(t). \quad (6)$$

Блок качественных показателей биомассы в развернутой форме

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_{1k} \\ \dot{x}_{2k} \\ \dot{x}_{3k} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}_k \begin{bmatrix} x(t)_{1k} \\ x(t)_{2k} \\ x(t)_{3k} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix}_k \begin{bmatrix} f_1(t) \\ f_2(t) \\ f_3(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}_k \begin{bmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \end{bmatrix}, \quad t \in (T_i, T_{i+1}),$$

$$\begin{bmatrix} x_{1k}(0) \\ x_{2k}(0) \\ x_{3k}(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} \\ d_{31} & d_{32} & d_{33} \end{bmatrix}_k \begin{bmatrix} w_1(0) \\ w_2(0) \\ w_3(0) \end{bmatrix}, \quad (7)$$

$$\begin{bmatrix} y_{1k}(t) \\ y_{2k}(t) \\ y_{3k}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{100}{y_{1m}(t)} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{100}{y_{1m}(t)} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{100}{y_{1m}(t)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1k}(t) \\ x_{2k}(t) \\ x_{3k}(t) \end{bmatrix}, \quad (8)$$

$$\begin{bmatrix} x_{1k}(t) \\ x_{2k}(t) \\ x_{3k}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 \\ k_2 \\ k_3 \end{bmatrix} [x_{1m}(t)],$$

или в символической векторно-матричной

$$\dot{X}_k = AX_k + C_k F(t) + B_k U(t), \quad (9)$$

$$X_k(0) = D_{k1} W(0),$$

$$Y_k(t) = H_k(t)X_k(t). \quad (10)$$

За состояния принимаем: в блоке структуры биомассы — x_{1m}, x_{2m} — сухую и сырую надземную массу растений, кг/м², в блоке качественных показателей — x_{1k}, x_{2k} и x_{3k} — массу клетчатки, легко-растворимых углеводов и сырого протеина в сухой массе растений, кг/м². Внешние возмущения в обоих блоках: f_1 — среднесуточная температура воздушной среды, °C; f_2 — среднесуточный уровень радиации, Вт/(м² · ч.); f_3 — среднесуточный уровень осадков, мм, f_4 — влагосодержание почвы. Возмущения начальных условий в обоих блоках модели: содержание (г/кг) доступного азота в почве w_1 ; доступного калия w_2 ; доступного фосфора w_3 . Непосредственно наблюдаемыми величинами в блоке структуры биомассы были приняты: y_{1m} — общая надземная биомасса растений, кг/м²; y_{2m} — процентное содержание сухого вещества в общей биомассе, а в блоке качественных показателей y_{1k}, y_{2k} и y_{3k} — процентное содержание клетчатки, легко-растворимых углеводов и сырого протеина в сухом веществе соответственно. Факторы управления в моделях (4), (8): u_1 — содержание в почве доступного азота, г/м²; u_2 — влагосодержание почвы, мм. **Параметры модели структуры биомассы:** $a_{11,m} - a_{22,m}$ — динамические, $c_{11,m} - c_{23,m}$ — передачи внешних возмущений, $b_{11,m} - b_{22,m}$ — передачи управлений, $d_{11,m} - d_{13,m}$ — модели начальных условий; X_m — вектор параметров состояния модели, Y_m — вектор наблюдаемых величин; A_m, C_m, B_m, D_m — соответственно динамическая матрица, матрицы передачи возмущений, управлений и начальных условий в векторно-матричной форме модели структуры биомассы. **Параметры модели блока качественных показателей биомассы:** $a_{11,k} - a_{33,k}$ — динамические, $c_{11,k} - c_{33,k}$ — передачи внешних возмущений, $b_{11,k} - b_{22,k}$ — передачи управлений, $d_{11,k} - d_{33,k}$ — модели начальных условий, X_k — вектор параметров состояния модели, Y_k — вектор наблюдаемых величин, A_k, C_k, B_k, D_k — соответственно динамическая матрица, матрицы передачи возмущений, управлений и начальных условий в векторно-матричной форме модели; k_1, k_2, k_3 — параметры связи массовых и качественных параметров биомассы. Общие для обоих блоков модели векторы внешних возмущений, управлений и возмущений начальных условий — F, U, W соответственно.

С учетом переменных приведенных моделей критерий принятия решений (3) будет иметь следующий вид:

$$I(T) = [(g_1(x_{1m}(T) + x_{2m}(T)) - m^*)^2 + g_2 [\pi(y_{1k}, y_{3k}|T) - \pi^*(y_{1k}, y_{3k})]^2]. \quad (11)$$

Теперь нам необходимо показать, каким образом осуществляется дистанционное зондирование посева многолетних трав. С точки зрения современной информативной теории такой метод характеризуется, как восстановление информации о состоянии объекта по косвенным наблюдениям. [4, 5, 11] В этом случае на основе закона отражения света от неоднородной шероховатой поверхности (поверхность посева) может использоваться модель [5, 11]:

$$z_1 = p_1 e^{-p_2(x_{1m} + x_{2m})} + x_1, \quad (12)$$

$$z_2 = p_3 e^{-p_4 x_{2m}} + x_2, \quad (13)$$

где: z_1, z_2 — параметры отражения системы ДЗЗ в инфракрасном и видимом диапазонах, $p_1 - p_4$ — параметры моделей, x_1, x_2 — случайные ошибки моделирования — нулевые средние значения и дисперсии d_1, d_2 .

Экспоненциальная форма моделей ДЗЗ неустойчива к идентификации, поэтому целесообразно разложить функции в степенные ряды:

$$z_1 = p_{11} + p_{12}x_{1m} + p_{13}x_{2m} + p_{14}x_{1m}^2 + p_{15}x_{2m}^2 + p_{16}x_{1m}^3 + p_{17}x_{2m}^3 + x_1 \quad (14)$$

$$z_2 = p_{21} + p_{22}x_{1m} + p_{23}x_{2m} + p_{24}x_{1m}^2 + p_{25}x_{2m}^2 + p_{26}x_{1m}^3 + p_{27}x_{2m}^3 + x_2. \quad (15)$$

Вводя векторы и матрицу параметров, преобразуем модель в векторно-матричную форму:

$$Z = P^T W(X_m) + X \quad (16)$$

Таким образом, мы получили аналитическое представление критерия и решающего правила принятия решений на его основе, а также математические модели, позволяющие оценивать и прогнозировать его величину.

Наличие моделей динамики биомассы травостоя (5) и модели оптических измерений ДЗЗ (16) позволяет оптимально оценивать структуру биомассы, используя методику оптимальной фильтрации. [3, 4, 7, 9]

$$\dot{\hat{X}}_m = A\hat{X}_m(t) + C_m F(t) + B_m U(t) +$$

$$R(t) \frac{\partial W^T(\hat{X}_m)}{\partial \hat{X}_m} S^{-1} (Z(t) - W(\hat{X}_m))$$

$$\dot{R} = R(t)A_m^T + A_m R(t) - R(t) \frac{\partial W^T(P, \hat{X}_m)}{\partial \hat{X}_m} S^{-1} \frac{\partial W(P, \hat{X}_m)}{\partial \hat{X}_m} R(t),$$

$$\hat{X}_m(0) = \hat{X}_{0m}, P(0) = \text{cov}[\hat{X}_{0m}], S = \text{cov}[\Xi], \quad (17)$$

где: \hat{X}_m — оптимальная средняя по площади поля оценка вектора параметров состояния биомассы травостоя, R — матрица ковариаций априорных ошибок оценивания, $\text{cov}[\hat{X}_{0m}]$ — матрица ковариаций начальных условий в модели динамики состояния биомассы травостоя; $\text{cov}[\Xi]$ — матрица ковариаций ошибок измерения оптических параметров.

Для реализации алгоритма (17) — центрального информационного ядра всей системы поддержки принятия решений о сроках уборки многолетних трав, необходимы наземные измерения химического состояния почвы (вектор управления $U(t)$) внешних метеоусловий (вектор $F(t)$), начальных условий (вектор \hat{X}_{0m}) и данных ДЗЗ (вектор $Z(t)$). На рисунке (см. первую стр. обл.) отражена методика получения информации о состоянии посева многолетних трав,

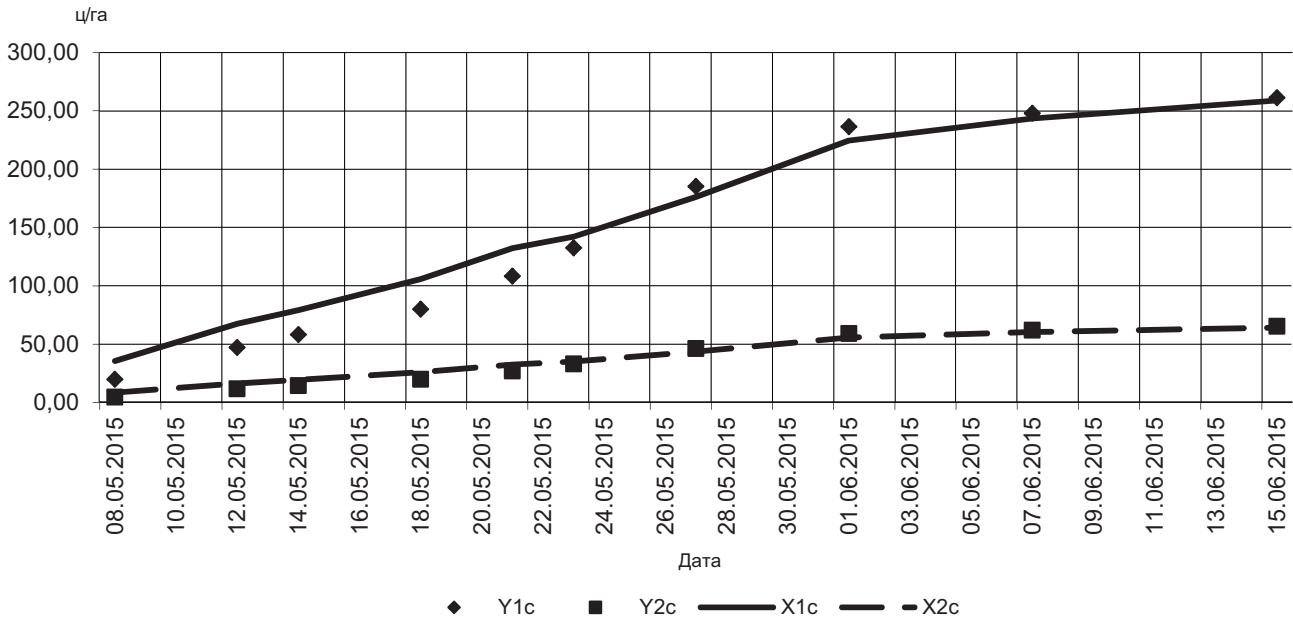


Рис. 1. Процесс оценивания состояния биомассы травостоя.

используемая для идентификации математических моделей и их адаптации в реальном времени. [7, 9, 10] На основном поле с многолетними травами выделены 10–15 тестовых площадок по 20...25 м². Так как тестовые площадки занимают часть основного поля, то они имеют такие же физические характеристики почв и на них посеяны такие же многолетние травы, как и на основном поле. Различия между самими площадками и основным полем заключаются в дозах внесения минеральных удобрений и увлажнении почвы. Над тестовыми площадками установлена мачта с камерой приземного дистанционного зондирования, которая служит источником информации о состоянии посевов в реальном времени. Камера дистанционного зондирования имеет два оптических канала (видимый и инфракрасный), что позволило с достаточной точностью и надежностью решать задачу оценивания параметров биомассы травостоя многолетних трав. Аналогичной камерой в настоящее время оборудованы и беспилотные летательные аппараты, используемые нами в системе мониторинга сельскохозяйственных полей. Такая же информация доступна и на отечественных спутниковых системах мониторинга («Ресурс» и «Ресурс П»).

После первых 5-6 шагов идентификации математических моделей, переходят к режиму принятия решений. Для этого посредством системы ДЗЗ,

базирующейся на беспилотном или космическом летательном аппарате, в момент времени t осуществляют съемку посева травостоя на основном поле, для которого необходимо принимать решение о дате уборки. В результате этого формируют среднее по площади поля значение вектора показателей отражения $Z(t)$, на основании которого по алгоритму (18) строится средний вектор оценок параметров биомассы $\hat{X}_m(t)$, он и принимается в качестве начальных условий для краткосрочного (на 2-5 сут.) прогнозирования состояния биомассы. Используя соотношения (9) связи массовых и качественных показателей травостоя определяют начальные условия для прогнозирования параметров $\hat{y}_{1k}(t), \hat{y}_{2k}(t), \hat{y}_{3k}(t)$ и $\hat{x}_{1k}(t), \hat{x}_{2k}(t), \hat{x}_{3k}(t)$. В процессе оценивания параметров состояния биомассы по данным ДЗЗ, как и при идентификации математических моделей, величина ошибок не превышает 10%-й уровень (рис. 1).

С помощью моделей (6),(10) прогнозируют состояние биомассы и ее качественных показателей, а также значения критерия (12) до тех пор, пока не будет выполнено условие $T^* = \text{argmin } I(T)$ (укос). На рисунке 2 представлен график прогнозных значений критерия (11), где показано, что решение о проведении укоса принимают на 14-е сутки с начала первого межукосного периода вегетации многолетних трав.

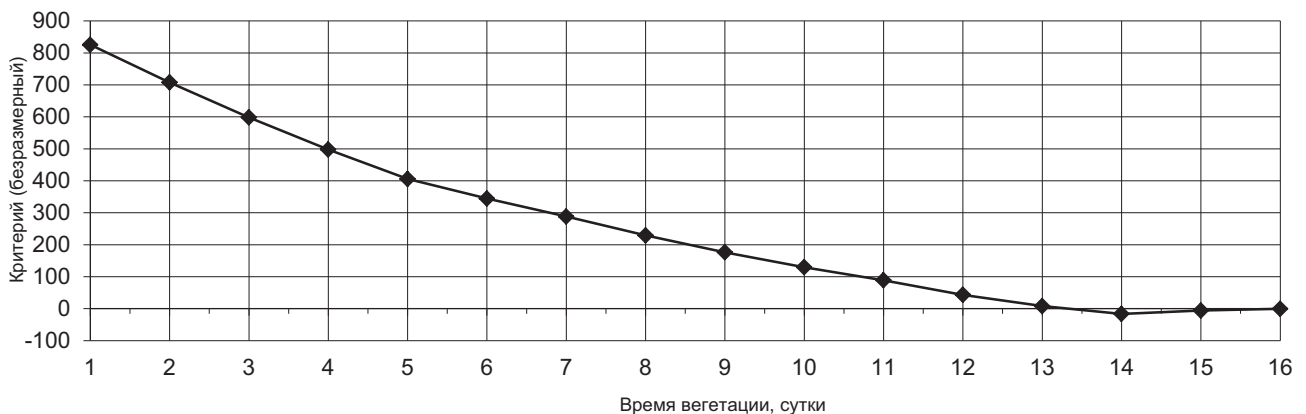


Рис. 2. Прогнозирование критерия принятия решения о дате уборки биомассы трав.

Заданные значения урожайности биомассы – 150 ц/га, а показателя переваримости – 89%. Прогнозные значения, для решения о дате укоса: урожайность биомассы – 148 ц/га, показатель переваримости – 85%. Весовые множители критерия принятия решений: $g_1 = 0,07$; $g_2 = 3,0$.

ПОСТРОЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СППР

В соответствии с блок-схемой экспертной СППР (рис. 3) с обучением от центра обработки данных (ЦОД) на локальные системы посредством облачной технологии передаются БЗ и алгоритм принятия управляющих решений. Формируется БЗ в ЦОД путем аналитического решения задачи для различных условий. Каждый набор таких условий и полученных решений выполняется элементарной записью БЗ. Для рассматриваемой задачи, с учетом принятых обозначений переменных, такая запись имеет вид: $\{X_m, X_k, Y_m, Y_k, F, U, T, I\}$. Входные параметры: векторы массовых X_m и качественных параметров X_k биомассы, наблюдаемые величины этих параметров Y_m, Y_k , вектор параметров метеоусловий F и управляемых факторов U , время прогнозирования T ; выходной параметр – критерий принятия управляющего решения I .

При использовании моделей управления, необходимо учитывать тот факт, что решение о дате уборки урожая (укос) принимается по прогнозу минимума критерия $I(T)$, поэтому необходимо располагать столькими моделями принятия решений, сколько суток включает в себя интервал прогнозирования

$$I(T) = K_T Z(T), \quad (18)$$

где: $Z(T)$ – объединенный вектор входных данных БЗ, K_T – матрица-строка параметров локальных моделей для T – х суток.

С учетом введенных моделей можно выразить решение о дате уборки:

$$T^* = \operatorname{argmin} \{K_T Z(T)\}. \quad (19)$$

При использовании подхода распознавания образов целесообразно применять метод «ближайшего соседа», когда принадлежность к классу оценивается по минимальному расстоянию между векторами.

$$\rho_i(T) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_{ji}(T) - y_j(T))^2}, \quad j = \overline{1, J}, \quad (20)$$

где: y_j – факторы для принятия решений на локальной СППР, $j = 1, 2, \dots, J$ – индексы и общее число компонентов объединенного вектора факторов принятия решений.

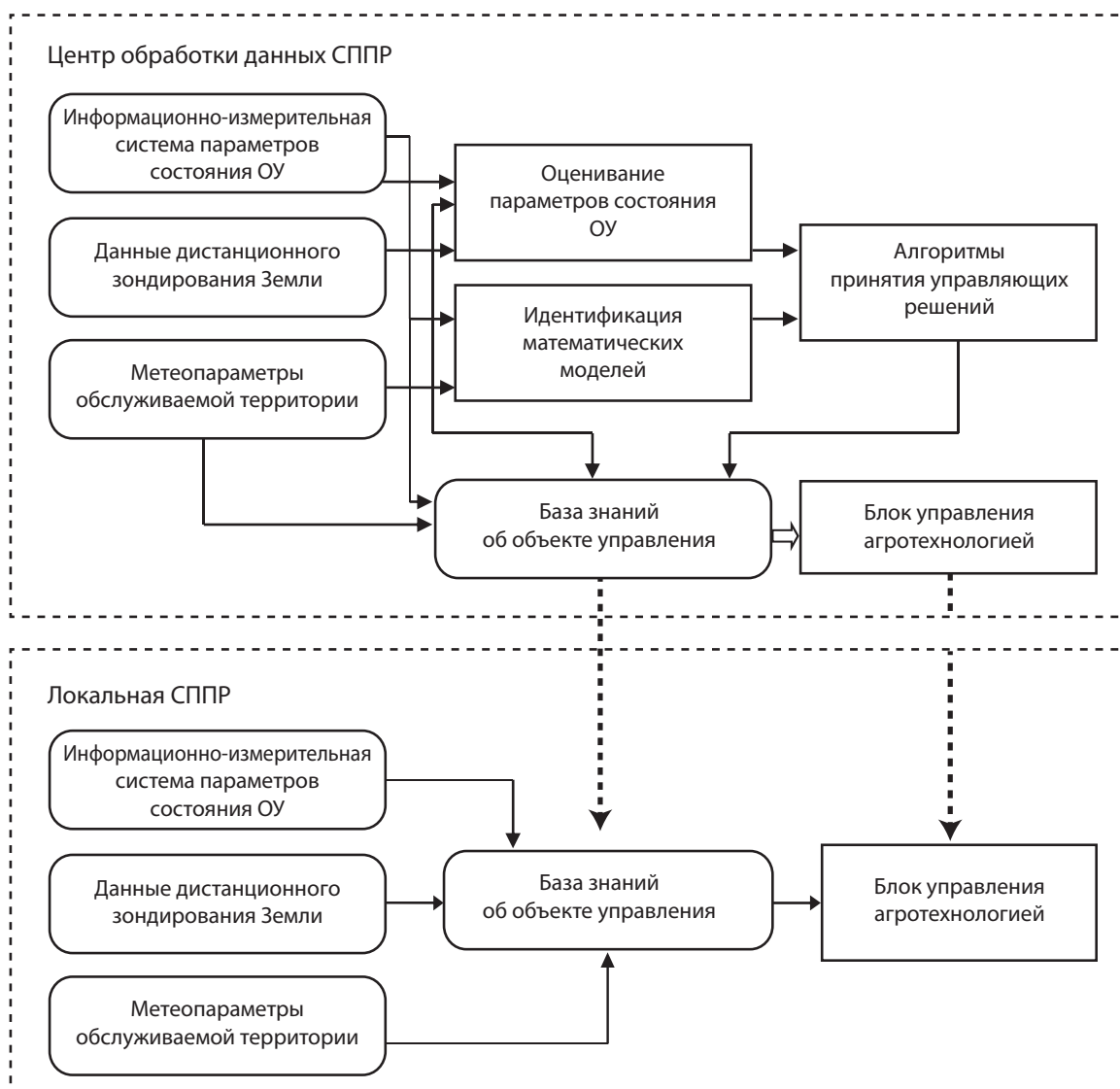


Рис. 3. Блок-схема системы СППР с обучением от центра обработки данных.

Таблица 1.
Результаты апробации локальной СППР по методу модели принятия решений

№ п/п	Прогноз критерия принятия решений		Решения о дате уборки, сут.		Ошибка принятия решений, сут.
	Аналитическое	Локальная СППР	Аналитическое	Локальная СППР	
1	21,39	52,24	7	5	+2
2	46,38	30,54	5	3	+2
3	45,86	32,15	7	6	+1
4	12,57	19,36	5	6	-1
5	44,74	36,13	3	5	-2
6	53,94	46,54	2	4	-2
7	5,47	16,62	3	2	+1
8	37,49	64,78	3	5	-2

Таблица 2.
Результаты апробации локальной СППР по методу распознавания образов

№ п/п	Прогноз критерия принятия решений		Решения о дате уборки, сут.		Ошибка принятия решений, сут.
	Аналитическое	Локальная СППР	Аналитическое	Локальная СППР	
1	21,39	41,30	7	6	+1
2	46,38	40,39	5	4	+1
3	45,86	28,05	7	7	0
4	12,57	49,14	5	5	0
5	44,74	28,63	3	4	-1
6	53,94	28,60	2	3	-1
7	5,47	64,11	3	2	+1
8	37,49	75,68	3	4	-1

Решение о принадлежности вектора измеренных факторов принятия решений на локальной СППР принимается по условию

$$T^* = \arg \min_i \rho_i(T) \quad (21)$$

Приведены результаты апробации локальной СППР по модели принятия решений (табл. 1), и по методу распознавания образов (табл. 2). Для апробации посредством аналитической СППР была сформирована БЗ из 50 случаев для различных входных данных с указанными выше параметрами.

Решения по выбору оптимальной даты укоса травостоев принимали для произвольного набора входных данных локальной СППР, которая располагала БЗ, полученной из облака центра обработки. В локальных СППР возможны ошибки в принятии решений по оптимальным датам уборки в пределах ± 2 сут., что обусловлено погрешностями аппроксимации и идентификации этих моделей. Метод распознавания образов обладает большей гибкостью, и его потенциальная точность существенно возрастает при увеличении числа случаев в БЗ. Это связано с существенным ростом вероятности появления случаев, близких к реальным условиям локальной СППР.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аверьянов, М.А. Цифровое общество: Новые вызовы/ М.А. Аверьянов, С.Н. Евтушенко, Е.Ю. Кочеткова // Экономические стратегии. – 2016 г. – № 7 (141). – С. 90–91.
2. Добрынин, А.П. Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий / А.П. Добрынин, К.Ю. Черних, В.П. Куприяновский // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – № 1 (4). – С. 4–10.
3. Де Гроот М. Оптимальные статистические решения (De Groot M. Optimal'nyye statisticheskiye resheniya). М.: Мир. – 1974. – 491 с.

4. Казаков, И.Е. Методы оптимизации стохастических систем// И.Е. Казаков – М.: 1987. –Наука. – 349 с.
5. Кочубей, С.М. Спектральные свойства растений как основа методов дистанционной диагностики/С.М. Кочубей, Т.М. Шадчина, Н.И. Кобец. – Киев: Наукова думка. – 1990. – 134 с.
6. Михайленко, И.М. Математическое моделирование системы «почва – растение – атмосфера» на примере многолетних трав/И.М. Михайленко, В.Н. Тимошин, Т.Н. Данилова // Доклады РАСХН. – 2009. – № 4. – С. 61–64.
7. Михайленко, И.М. Основные задачи оценивания состояния посевов и почвенной среды по данным космического зондирования/ И.М. Михайленко // Экологические системы и приборы. – № 8. – 2011. – С. 17–25.
8. Михайленко, И.М. Интеллектуализация управления агротехнологиями/И.М. Михайленко //Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 2. – С. 24–28.
9. Михайленко, И.М. Теоретические основы и техническая реализация управления агротехнологиями/И.М. Михайленко – Изд. СПбГТУ. – 2017. – 250 с.
10. Михайленко, И.М. Принятие решений о дате заготовки кормов на основе данных дистанционного зондирования Земли и подстраиваемых математических моделей// И.М. Михайленко, В.Н. Тимошин / Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15. – № 1. – С. 164–175.
11. Рачкулик, В.И. Отражательные свойства и состояние растительного покрова/В.И. Рачкулик, М.В. Ситникова – Л.: Гидрометеиздат. – 1981. – 287 с.

LIST OF SOURCES

1. Aver'yanov, M.A. Cifrovoye obshchestvo: Novy'e vy'zovy'/ M.A. Aver'yanov, S.N. Evtushenko, E.Yu. Kochetkova // E'konomicheskie strategii. – 2016 g. – № 7 (141). – С. 90–91.
2. Dobry'nin, A.P. Cifrovaya e'konomika – razlichny'e puti k e'ffektivnomu primeneniyu tekhnologij / A.P. Dobry'nin, K.Yu. Chernix, V.P. Kupriyanovskij // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – № 1 (4). – С. 4–10.
3. De Groot M. Optimal'ny'e statisticheskiye resheniya (De Groot M. Optimal'nyye statisticheskiye resheniya). – М.: Mir. – 1974. – 491 s.
4. Kazakov, I.E. Metody` optimizacii stoxasticheskix sistem// I.E. Kazakov – М.: 1987. –Наука. – 349 s.
5. Kochubej, S.M. Spektral'ny'e svojstva rastenij kak osnova metodov distancionnoj diagnostiki/S.M. Kochubej, T.M. Shadchina, N.I. Kobecz – Kiev: Naukova dumka. – 1990. – 134 s.
6. Mixajlenko, I.M. Matematicheskoe modelirovanie sistemy` «pochva – rastenie – atmosfera» na primere mnogoletnix trav/ I.M. Mixajlenko, V.N. Timoshin, T.N. Danilova // Doklady RASXN. – 2009. – № 4. – С. 61–64.
7. Mixajlenko, I.M. Osnovny'e zadachi ocenivaniya sostoyaniya posevov i pochvennoj sredy` po danny'm kosmicheskogo zondirovaniya/ I.M. Mixajlenko // E'kologicheskiye sistemy` i pribory`. – № 8. – 2011. – С. 17–25.
8. Mixajlenko, I.M. Intellektualizaciya upravleniya agrotexnologiyami/I.M. Mixajlenko //Vestnik rossijskoj sel'skoxozyajstvennoj nauki. – 2019. – № 2. – С. 24–28.
9. Mixajlenko, I.M. Teoreticheskiye osnovy` i texnicheskaya realizaciya upravleniya agrotexnologiyami/I.M. Mixajlenko – Izd. SpbGTU. – 2017. – 250 s.
10. Mixajlenko, I.M. Prinyatie reshenij o date zagotovki kormov na osnove danny'x distancionnogo zondirovaniya Zemli i podstraivaemy`x matematicheskix modelej// I.M. Mixajlenko, V.N. Timoshin / Sovremenny'e problemy` distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – 2018. – Т. 15. – № 1. – С. 164–175.
11. Rachkulik, V.I. Otrazhatel'ny'e svojstva i sostoyanie rastitel'nogo pokrova/V.I. Rachkulik, M.V. Sitnikova – L.: Gidrometeoizdat. – 1981. – 287 s.

В.А. Бурлуцкий, кандидат сельскохозяйственных наук

В.Н. Мазуров, кандидат сельскохозяйственных наук

П.С. Семешкина, кандидат сельскохозяйственных наук

Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

*РФ, 249142, Калужская обл., Перемышльский р-н, село Калужская опытная сельскохозяйственная станция,
ул. Центральная, 2*

А.А. Завалин, академик РАН

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова

РФ, 127550, Москва, ул. Прянишникова, 31а

И.В. Порошин

Национальный парк «Угра»

РФ, 248007, г. Калуга, Пригородное лесничество, 3а

E-mail: knipti.mazurov@mail.ru

УДК 633.2.03

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/18-21

ФОРМИРОВАНИЕ ЛУГОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ НА ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЛЯХ С КОМПЛЕКСНОЙ ИНВАЗИЕЙ

Статья посвящена решению актуальной научно-производственной задачи – эффективному формированию агрофитоценозов многолетних бобовых и злаковых трав при освоении разновозрастных залежей в зависимости от фитоценологических характеристик развившихся на них вторичных фитоценозов. Исследования проведены в 2006–2018 годах на постагrogenных серых лесных среднесуглинистых почвах в полевом опыте. В Калужском НИИСХ изучали эволюцию вторичных фитоценозов для разработки альтернативных технологий ускоренного освоения залежных земель. В центральной части склона на площади более 12,0 га для изучения авто- и аллогенных серий были заложены две параллельные трансекты на расстоянии 50 м друг от друга, с закрепленными на каждой из них десятью постоянными площадками (250 м²) через каждые 100 м. Рядом был размещен участок площадью 1,0 га для изучения залежных земель с целью освоения под сеянные луговые фитоценозы. Изучали группировки аборигенных и инвазионных видов в пределах их границ на площади не менее чем 10 м² в 50-кратной повторности. Дан анализ причин изменений продуктивности и определяющих ее элементов, флористического состава, пространственности группировок, видовой насыщенности, степени инвазии, смены доминант, стратиграфии травостоя при сенокосном использовании в ряду: автогенные – аллогенные – агрогенные фитоценозы. Показано влияние экспансии инвазионных видов растений, обладающих адаптивным потенциалом к эколого-почвенным условиям Мещовского ополя Центра Нечерноземной зоны РФ, на смену аборигенных растительных сообществ.

Ключевые слова: *аэрофотосъемка, залежные земли, серые лесные почвы, фитоценозы, инвазии, многолетние травы, минеральные удобрения, продуктивность, Калужская область.*

V.A. Burlutskiy, PhD in Agricultural sciences

V.N. Mazurov, PhD in Agricultural sciences

P.S. Semeshkina, PhD in Agricultural sciences

Kaluga Reserch Institute of Agriculture

*RF, 249142, Kaluzhskaya obl., Peremyshl'skij r-n, selo Kaluzhskaya Opytnaya Sel'skoxozyajstvennaya Stanciya,
ul. Central'naya, 2*

A.A. Zavalin, Academician of RAS

D.N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry

RF, 127550, Moskva, ul. Pryanishnikova, 31a

I.V. Poroshin

National Park «Ugra»

RF, 248007, g. Kaluga, Prigorodnoe lesnichestvo, 3a

E-mail: knipti.mazurov@mail.ru

MEADOW AGROPHYTOCENOSIS FORMATION ON POSTAGROGENIC LANDS WITH COMPLEX INVASION

The article is devoted to solution priority scientific production task – effectiveness formation of perennial legumes and cereal grasses during the development of mixed-age deposits depending on the phytocenotic characteristics of secondary phytocenoses developed on them. Studies were conducted in 2006–2018 on postagrogenic gray forest medium loamy soils in field experience. In Kaluga Agricultural Research Institute was studied evolution of secondary phytocenoses to develop alternative technologies for the accelerated development of fallow lands. In the central part of the slope area of more than 12.0 hectares for study of auto- and allogenic series were laid two parallel transects 50 m apart from each other, with 10 permanent platforms (250 m²) fixed on each of them every 100 m. Nearby was located a plot of 1.0 hectare for studying fallow lands in order to develop under sown meadow phytocenosis. The groupings of aboriginal and invasive species within their borders at the area not less than 10 m² in 50 fold replications were studied. In the article was given analysis of the causes of changes in productivity and its determining elements, floristic composition, the prevalence of groupings, species richness, invasion degree, dominants changing, grass stand stratigraphy when haymaking use in the series: autogenous – allogenic – agrogenic phytocenoses. The influence of the expansion of invasive plant species with adaptive potential to the ecological and soil conditions of the Meshchovskoe Opolie of the Center of the Nonchernozem Zone of the Russian Federation is shown, to replace the native plant communities.

Key words: *aerial photography, fallow lands, gray forest soils, phytocenosis, invasions, perennial grasses, artificial fertilizers, productivity, Kaluga region.*

Программой «Стратегии социально-экономического развития Калужской области до 2030 года «Человек – центр инвестиций» (постановление Правительства Калужской области от 29.06.2009 г. № 250), предусмотрено формирование агропромышленного кластера с использованием сельскохозяйственных угодий. Особое значение имеет воспроизводство почвенного плодородия в связи с сокращением активной площади на рубеже XX–XXI веков. Наиболее плодородные земли Центрального региона РФ – земли Владимирского, Мещовского, Брянского и других ополей, освоение которых во второй половине XX века достигало 85% и более. [1] В современных условиях доля неиспользуемой пашни в пределах Мещовского ополья составляет более 33%, а в целом по Калужской области – половина сельскохозяйственных угодий. Решению этой проблемы правительством Калужской области совместно с Министерством сельского хозяйства РФ уделяется особое внимание, однако эффективность освоения залежных земель остается еще крайне низкой. В их составе преобладают участки малоплодородные, мелкоконтурные со сложной конфигурацией, относящиеся к овражно-балочно-полевому типу агроландшафта. [3] Потеря аддитивности их компонентов и прогрессия гистерезиса свойств определяют способ освоения. Решающим фактором в его выборе служит конструктивная эмерджентность ландшафта. [8] Известен наиболее доступный способ разработки временно выведенных из активного сельскохозяйственного оборота земель – освоение их под луговые угодья. Выявлены некоторые закономерности развития антропогенных фитоценозов. [4, 5, 6] Но исследований, посвященных формированию агрофитоценозов на залежах в зависимости от флористического состава и степени инвазии автогенных фитоценозов, недостаточно для разработки элементов технологии формирования высокопродуктивных луговых фитоценозов с учетом анализа состава, динамики продуктивности и определяющих ее элементов, а также для восстановительной сукцессии исходных формаций.

Цель работы – выявление зависимости формирования агрофитоценозов многолетних бобовых и злаковых трав на залежных землях от фитоценологических характеристик развившихся вторичных растительных сообществ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2006–2018 годах на постагрогенных серых лесных среднесуглинистых почвах в полевом опыте. В Калужском НИИСХ изучали эволюцию вторичных фитоценозов для разработки альтернативных технологий ускоренного освоения залежных земель. Участок мониторинга расположен на пологосклонном логе третьей надпойменной террасы р. Высса в пределах средне эродированного склона юго-восточной экспозиции, с уклоном до 10° и протяженностью 0,8...1,0 км, относящегося к балочно-полевому типу агроландшафта. Эдафический ряд серых лесных почв представлен степенями от лугостепного до сыро-лугового типа увлажнения, и от олиго- до эвтрофного – делювиального типа активного почвенного богатства. В центральной части склона на площади более 12,0 га для изучения авто- и аллогенных серий были заложены две параллельные трансекты на расстоянии 50 м друг от друга, с прикрепленными к ним десятью постоянными площадками (250 м²) через каждые 100 м. Рядом размещен участок площадью 1,0 га

для изучения залежных земель с целью освоения под сеянные луговые фитоценозы. Агротехнологический комплекс состоял из весеннего дискования развитой дернины на глубину до 12 см в 2-3 следа (БДТ-3,0) и предпосевной обработки комплексом РВК-3,6. Агрофитоценоз был сформирован из районированных сортов многолетних трав *Medicago sativa* L., cv. «Sarga» – «Сарга» (8,0 кг/га), *Trifolium pratense* L. var. *praecox* W, cv. «Delets» – «Делец» (8,0 кг/га), *Phleum pratense* L., cv. «VIK 9» – «ВИК 9» (8,0 кг/га), *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, cv. «Morshanhkskiy 760» – «Моршанский 760» (4,0 кг/га).

Флористическое описание антропогенных фитоценозов, их аллогенных серий проводили на постоянных участках площадью 200 м² в 20 повторениях, заложенных типическим способом, агрофитоценозов – на 20 м² делянках в 5 повторениях. Изучали группировки аборигенных и инвазионных видов в пределах их границ на площади не менее чем 10 м² 50-кратной повторности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На участке постагрогенных земель к 2018 году сформировались опушечно-луговые фитоценозы с различной степенью инвазии. Аэрофотосъемка (квадрокоптер DJI Phantom 3 Professional со штатной камерой 4K F/2.8, 94° FOV) в сотрудничестве с Национальным парком «Угра» позволила картировать ценопопуляционные разности и сопоставить их с наземными флористическими описаниями. В результате чего были выделены основные типы фитоценозов, составлены их характеристики и определены относительные степени распространности.

Пионерные фитоценозы (2-3 года развития) отнесли к классу *Stellarietea mediae* Tx. et al. ex von Rochow 1951, а более поздние стадии – к *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951. [2] Серии, развивающиеся в заповедном режиме из банка диаспор после поверхностной разработки средневозрастной залежи, обладали общим флористическим ядром с предшествующими фитоценозами и представлены преимущественно агробиологическими группами разнотравья (доля в укосной массе составила 55%) и злаковых (<25%), продуктивность бобовых была незначительной (<15%), а группа осокных имела транзитное значение. Аспектирующие ценопопуляционные локусы (с частотой встречаемости $\omega \geq 0,78 \pm 0,05$) состояли из аборигенных и адвентивных видов в различной количественной представленности, среди которых наиболее успешно развивались трансформеры – *E. canadensis*, *L. polyphyllus* и *S. gigantea*, свободно расселяющиеся по территории Калужской области. [7] Вторичные луговые фитоценозы с различной степенью инвазии к 12 году развития были относительно гомогенными и сформированы из 10–12 основных видов, на долю которых приходилась 75% зеленой массы первого укоса, адвентивные виды в целом определяли его продуктивность на 35% и более (табл. 1).

Фитоценозы с доминантной группировкой: *C. Epigeios* + *E. Canadensis* + *L. Polyphyllus* + *S. gigantea* подвергались значительному влиянию экологических условий. Наибольшая степень вариации продуктивности была отмечена в группе аборигенных видов (35,99%) – от 18,66% для доминанты (*C. epigeios*) до 56,31% для ассектатора II (*H. perforatum*). Продуктивность адвентивных видов характеризовалась более низкой вариабельностью – 20,95% (от 19,83% *E. canadensis* до 22,72%

Таблица 1.

Ценопопуляционная структура и свойства инвазионного вторичного лугового фитоценоза (июнь 2014–2018)

Вид / группа видов	Продуктивность, кг/м ²				W, %	S _R
	M±m	max	min	Cv, %		
Фитоценоз в целом	2,08±0,36	2,39	1,68	34,32	100,00	2,89
Главные компоненты:	1,74±0,25	2,01	1,42	28,81	83,84	2,71
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth – Dom	0,39±0,07	0,43	0,33	18,66	18,54	0,00
<i>Erigeron canadensis</i> L. AIN, S-2	0,32±0,03	0,37	0,25	19,83	15,30	-0,31
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl. CiN, S-1	0,21±0,02	0,25	0,18	21,50	10,23	-1,22
<i>Solidago gigantea</i> Ait. ACiN, S-1	0,16±0,02	0,19	0,14	20,31	7,91	-1,70
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	0,15±0,02	0,17	0,12	22,72	7,01	-2,00
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	0,13±0,02	0,15	0,11	33,46	6,09	-2,65
<i>Vicia sepium</i> L.	0,12±0,02	0,14	0,09	34,77	5,71	-2,83
<i>Chamerion angustifolium</i> (L.) Holub	0,11±0,02	0,13	0,08	40,87	5,08	-3,19
<i>Hypericum perforatum</i> L.	0,07±0,02	0,10	0,05	56,31	3,58	-4,20
<i>Equisetum arvense</i> L.	0,06±0,10	0,07	0,04	44,65	2,70	-4,44
<i>Potentilla anserine</i> L.	0,04±0,01	0,04	0,03	37,70	1,67	-5,12

Примечание. ACiN – Accidental & Cultivated alien Invasive Naturalization plants, Alien s. str. – инвазивные натурализовавшиеся непреднамеренно и преднамеренно занесенные виды, S-1 – инвазионный статус трансформера, S-2 – агриофита, по классификации Ричардсона с соавторами [9]; W – массовая доля и S_R – коэффициент стабильности фитоценотической продуктивности ценоэлемента (см. описание в тексте).

S. gigantea). Структура синантропных фитоценозов в статусе *in demutatio squarolis* обуславливалась потенцией отдельных видов в период своего максимального вегетативного развития и стабильностью продуктивности в различные по степени напряженности экологических условий года. Анализировали влияние видов на продуктивность фитоценозов по оценке стабильности фитоценотической продуктивности ценоэлементов, используя предложенную нами формулу:

$$S_R = \ln(M_i \cdot W_i \cdot Cv_D / M_D \cdot W_D \cdot Cv_i),$$

где: S_R – коэффициент стабильности фитоценотической продуктивности ценоэлемента; M_D, Cv_D и W_D – укосная масса доминанты (доминантная группа), степень ее вариации и массовая доля в структуре урожая соответственно; M_i, Cv_i и W_i – соответствующие значения ценоэлементов.

Коэффициент принимает отрицательную степень тогда, когда продуктивность ценоэлемента ниже, а степень его вариации выше, чем соответствующие значения доминанты, или группы доминантных видов. Установлено, что уровень стабиль-

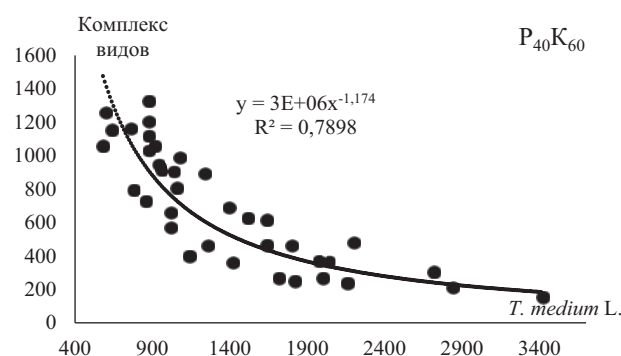
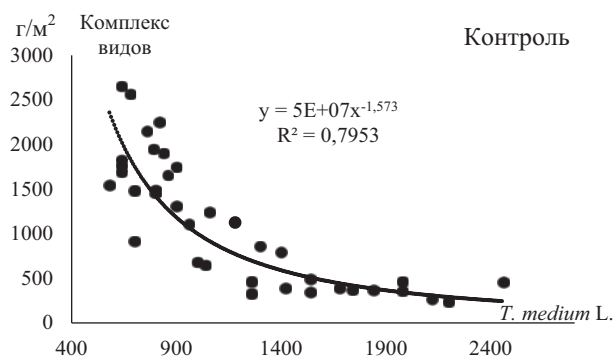
ности продуктивности инвазионтов значительно превышает таковой аборигенных видов. Агриофит *E. canadensis* выступает в роли субдоминанта в синантропных сообществах и формирует инвазионный каркас: *E. canadensis* + *L. Polyphyllus* + *S. gigantea* экспансии, способствующий их скоротечной трансформации – снижению степени видового богатства и упрощению структуры. Более высокие уровни удельной продуктивности и ее относительной стабильности адвентивных видов результат их адаптивного потенциала к эколого-почвенным условиям Мещовского ополья.

Анализ хозяйственной эксплуатации синантропных фитоценозов показал тесные корреляционные зависимости между урожаем фитомассы и продуктивностью доминантных видов ($r = 79,54 \pm 0,21$), удельной площадью их ценопопуляций ($r = 91,21 \pm 0,18$) и встречаемостью ($r = 87,47 \pm 0,19$). Площадь наиболее ценных в кормовом отношении группировок *Trifolium medium* в среднем за 2015–2018 годы составила 11,04% и изменялась от 7,56 до 17,52% на 1 га залежи. Внесение минеральных удобрений (P₄₀K₆₀) весной оказало влияние на увеличение продуктивности ценопопуляций *T. medium* в среднем с 2305 г/м² до 3231 г/м² и их площади на 9,6...17,1%. Удельная продуктивность *T. medium* возросла более чем в 1,5 раза (с 1375 г/м² до 2174 г/м²), доля сопутствующих видов снизилась с 40,35% до 32,71% (см. рисунок).

Посев многолетних трав способствовал повышению продуктивности луговых угодий в 1,9...2,1 раза и снижению ее внутривидовой вариабельности в 2,4 раза по сравнению с фитоценозами *T. medium*. В результате разрушения сеgetального комплекса степень участия малоценных видов в агрофитоценозе снизилась в 3,5 раза (табл. 2).

Внесение минеральных удобрений (P₄₀K₆₀) повышало долю сеянных трав в структуре урожая с 86 до 92% и снижало степень ее вариации в 1,6 раза (с 27,40% до 16,92%), в результате чего продуктивность агрофитоценоза возросла на 30% и более (с 4394 до 5885 г/м²). Подавление комплекса сеgetальных видов обуславливалось снижением уровня их фитоценотической устойчивости, а также ростом общей конкурентоспособности культурного компонента. Коэффициент стабильности фитоценотической продуктивности в среднем для группы инвазионных ценоэлементов *L. polyphyllus* + *S. gigantea* в ряду автогенные – аллогенные – агрогенные фитоценозы составил: S_R = -1,46 – S_R = -6,20 – S_R = -7,71, для группы аборигенных видов *T. vulgare* + *A. vulgaris* + *E. arvense* составил: S_R = -3,03 – S_R = -7,06 – S_R = -8,98 (табл. 3).

Таким образом, в результате применения ресурсосберегающего способа освоения залежных



Продуктивность ценопопуляций *T. medium* L., г/м² (2015–2018).

Таблица 2.
Ценопопуляционная структура и свойства фитоценозов с участием *T. pratense* и *T. medium* (2015–2018)

Вид / группа видов	Продуктивность, кг/м ²				W, %	S _R
	M±m	max	min	Cv, %		
Фитоценоз <i>T. medium</i> L. в целом	2,31±0,88	2,46	0,58	76,42	100,00	0,82
<i>T. medium</i> L. – Dom	1,38±0,43	2,46	0,58	61,84	59,65	0,00
Сопутствующие виды	0,93±0,37	2,67	0,31	79,20	40,35	-1,05
Агрофитоценоз в целом	4,39±0,71	1,16	0,81	32,14	100,00	1,77
Культурный комплекс	3,79±0,33	4,19	3,01	17,40	86,04	2,09
Сегетальный комплекс	0,62±0,19	0,80	0,42	61,33	13,96	-2,81
<i>T. pratense</i> L. – Dom	1,50±0,17	1,73	1,09	22,03	34,05	0,00
<i>M. sativa</i> L.	0,87±0,10	0,95	0,69	20,51	19,82	-1,02
<i>Ph. pratense</i> L.	0,89±0,10	0,94	0,75	21,28	21,28	-0,97
<i>B. inermis</i> (Leys.) Holub	0,53±0,05	0,57	0,48	18,78	12,03	-1,90
<i>Dactylis glomerata</i> L.	0,13±0,02	0,18	0,07	22,73	2,85	-4,71
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	0,11±0,03	0,14	0,08	50,74	2,56	-5,52
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	0,09±0,03	0,12	0,06	63,16	2,12	-6,91
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	0,08±0,03	0,11	0,06	63,33	1,87	-6,91
<i>Solidago gigantea</i> Ait.	0,08±0,02	0,09	0,06	45,85	1,73	-6,88
<i>Equisetum arvense</i> L.	0,07±0,02	0,09	0,05	61,09	1,55	-7,13
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	0,06±0,03	0,07	0,04	57,42	1,28	-7,13

земель, возросли продуктивность луговых фитоценозов от 5,80...24,6 т/га и ее уровень фитоценологической стабильности (S_R=0,82) при участии 35...50% *T. medium* до 49,5...63,3 т/га (S_R=1,58) при участии 55...60% *T. pratense* и *M. sativa* в структуре.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Ахромеев, Л.М. Природа, генезис, история развития и ландшафтная структура ополей Центральной России/ Л.М. Ахромеев // Брянск. – РИО Брянского государственного университета. – 2008. – 182 с.
- Ермаков Н.Б. Продромус высших единиц растительности России // Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. Современное состояние основных концепций науки о растительности. – УФА: АН РБ Гилем. – 2012. – С. 377–483.
- Ковалев, Н.Г. О создании лесных насаждений на непригодных для сельскохозяйственного использования землях/ Н.Г. Ковалев, О.Н. Анциферова, В.Г. Полозова и др. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 1. – С. 4–7.
- Мазуров, В.Н. Продуктивность и устойчивость фитоценозов на временно выбывших из оборота землях/ В.Н. Мазуров, В.А. Бурлуцкий, П.С. Семешкина, А.А. Завалин // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 2. – С. 9–11.
- Оливье, А.Я.И. Освоение закустаренных земель по результатам моделирования в лизиметрах/ А.Я. Оливье, Н.А. Семенов, А.В. Шуравилин // Вестник РУДН. Серия Агрономия и Животноводство. – 2017. – № 12 (1). – С. 58–65.
- Парахневич, Т.М. Изменение структуры растительных сообществ в ходе сукцессии на залежи/ Т.М. Парахневич, А.И. Кирик // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – Вып. 4 (35). – С. 68–73.
- Решетникова Н.М., Майоров С.Р., Скворцов А.К. и др. Калужская флора: аннотированный список сосудистых растений Калужской области. – М.: Т-во научных изданий КМК. – 2010. – 548 с. ил. 212 с. цв. ил.
- Савич, В.И. Энергетическая оценка плодородия почв/ В.И. Савич, В.Г. Сычев, Ю.Н. Никольский и др. – М.: ВНИИА. – 2007. – 520 с.

Таблица 3.
Ценопопуляционная структура и свойства фитоценозов с участием *T. pratense* и *T. medium* на фоне P40K60 (2015–2018)

Вид / группа видов	Продуктивность, кг/м ²				W, %	S _R
	M±m	max	min	Cv, %		
Фитоценоз <i>T. medium</i> L. в целом	3,23±0,96	4,75	0,77	59,45	100,00	0,76
<i>T. medium</i> L. – Dom	2,17±0,60	3,42	0,58	57,28	67,18	0,00
Сопутствующие виды	1,06±0,45	1,33	0,19	84,33	32,82	-1,83
Агрофитоценоз в целом	5,89±0,81	6,33	4,95	27,46	100,00	1,58
Культурный комплекс	5,43±0,46	5,64	4,67	16,92	91,98	1,90
Сегетальный комплекс	0,47±0,22	0,69	0,28	91,79	8,02	-4,71
<i>T. pratense</i> L. – Dom	2,30±0,23	2,40	1,93	20,29	39,02	0,00
<i>M. sativa</i> L.	1,20±0,11	1,24	1,02	18,14	20,30	-1,19
<i>Ph. pratense</i> L.	1,11±0,09	1,14	0,96	16,15	18,78	-1,23
<i>B. inermis</i> (Leys.) Holub	0,82±0,06	0,86	0,76	13,10	13,88	-1,63
<i>Dactylis glomerata</i> L.	0,09±0,04	0,13	0,05	94,45	1,55	-8,11
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	0,09±0,04	0,13	0,06	78,86	1,56	-7,82
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	0,07±0,04	0,11	0,04	98,99	1,21	-8,52
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	0,07±0,03	0,10	0,04	89,42	1,16	-8,52
<i>Solidago gigantea</i> Ait.	0,07±0,01	0,09	0,06	38,37	1,23	-7,60
<i>Equisetum arvense</i> L.	0,04±0,03	0,07	0,02	82,12	0,70	-9,21
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	0,04±0,02	0,06	0,01	85,36	0,06	-9,21

9. Richardson D.M. et al. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // Divers. Distribut. – 2000. – Vol. 6. – № 2. – P. 93–107.

LIST OF SOURCES

- Axromeev, L.M. Priroda, genezis, istoriya razvitiya i landshaftnaya struktura opolij Central'noj Rossii/L.M. Axromeev // Bryansk. – RIO Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2008. – 182 s.
- Ermakov N.B. Prodromus vy'sshix edinic rastitel'nosti Rossii // B.M. Mirkin, L.G. Naumova. Sovremennoe sostoyanie osnovny'x koncepcij nauki o rastitel'nosti. – UFA: AN RB Gilem. – 2012. – S. 377–483.
- Kovalev, N.G. O sozdanii lesny'x nasazhdenij na neprigodny'x dlya sel'skoxozyajstvennogo ispol'zovaniya zemlyax/ N.G. Kovalev, O.N. Anciferova, V.G. Polozova i dr. // Vestnik rossijskoj sel'skoxozyajstvennoj nauki. – 2017. – № 1. – S. 4–7.
- Mazurov, V.N. Produktivnost' i ustojchivost' fitocenozov na vremennno vy'by'vshix iz oborota zemlyax/V.N. Mazurov, V.A. Burluczkij, P.S. Semeshkina, A.A. Zavalin // Vestnik rossijskoj sel'skoxozyajstvennoj nauki. – 2017. – № 2. – S. 9–11.
- Oliv'e, A.Ya.I. Osvoenie zakustareny'x zemel' po rezul'tatam modelirovaniya v lizimetrax/A.Ya. Oliv'e, N.A. Semenov, A.V. Shuravilin // Vestnik RUDN. Seriya Agronomiya i Zhivotnovodstvo. – 2017. – № 12 (1). – S. 58–65.
- Paraxnevich, T.M. Izmenenie struktury rastitel'ny'x soobshhestv v xode sukcesii na zalezhi/T.M. Paraxnevich, A.I. Kirik // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – Vy'p. 4 (35). – S. 68–73.
- Reshetnikova N.M., Majorov S.R., Skvorcov A.K. i dr. Kaluzhskaya flora: annotirovannyj spisok sosudisty'x rastenij Kaluzhskoj oblasti. M.: T-vo nauchny'x izdaniy KMK. – 2010. – 548 s. il. 212 s. cvz. il.
- Savich, V.I. E'nergeticheskaya ocenka plodorodiya pochv/ V.I. Savich, V.G. Sy'chev, Yu.N. Nikol'skij i dr. – M.: VNIIA. – 2007. – 520 s.
- Richardson D.M. et al. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // Divers. Distribut. – 2000. – Vol. 6. – № 2. – P. 93–107.

В.А. Шевченко, доктор сельскохозяйственных наук

А.М. Соловьев, доктор сельскохозяйственных наук

*Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова
РФ, 127550, Москва, ул. Большая Академическая, 44, корп. 2*

Н.С. Матюк, доктор сельскохозяйственных наук

*Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева
РФ, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49*

E-mail: shevchenko.v.a@yandex.ru

УДК 631.51

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/22-25

ОПТИМИЗАЦИЯ АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ С ПОМОЩЬЮ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ

В работе излагаются результаты исследований по влиянию разноглубинной отвальной и безотвальной обработок на агрофизические показатели в системе основной подготовки почвы при возделывании кукурузы на мелиорированных землях Верхневолжья в течение трех ротаций плодосменного 4-польного севооборота. Исследования проводили в 2004–2016 годах на испытательном участке ОАО «Агрофирма Дмитрова Гора» Конаковского района, Тверской области. В качестве объекта исследований использовали гибрид кукурузы ПР-39Б×29, который по классификации ФАО относится к I группе скороспелости и в условиях Верхневолжья стабильно достигает восковой спелости зерна в початках в первой половине сентября. Мощность пахотного слоя 20...22 см; содержание гумуса 1,62...1,78%; легкогидролизуемого азота 72–78 мг; P₂O₅ – 155–182 мг; K₂O – 93–104 мг/кг почвы; рН_{соп} – 5,8–5,9. Установлено, что отвальная вспашка на 30 см существенно улучшает структуру только обрабатываемого слоя почвы, до уровня плужной борозды. Поэтому для коренного улучшения структурного состояния мелиорированных земель при обработке их отвальными орудиями следует применять почвоуглубление. Дисковая обработка и глубокое чизелевание в начале вегетационного периода кукурузы обеспечивают максимальный запас продуктивной влаги во всех слоях почвы по сравнению с вспашкой на глубину 20 (контроль) и 30 см, но в начале вегетации полевых культур запасы продуктивной влаги соответствовали оптимальному значению при всех приемах основной обработки почвы.

Ключевые слова: кукуруза, вспашка, чизелевание, дисковая обработка, плодосменный севооборот, структура почвенных агрегатов, коэффициент структурности, водопрочные агрегаты, продуктивная влага.

V.A. Shevchenko, Grand PhD in Agricultural sciences

A. M. Solov'yev, Grand PhD in Agricultural sciences

*A.N. Kostyakov All-Russian Research Institute of Hydraulic engineering and Land Reclamation
RF, 127550, Moskva, ul. Bol'shaya Akademicheskaya, 44, korp. 2*

N.S. Matyuk, Grand PhD in Agricultural sciences

*K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University
RF, 127550, Moskva, ul. Timiryazevskaya, 49*

E-mail: shevchenko.v.a@yandex.ru

OPTIMIZATION OF RECLAIMED LAND FERTILITY AGROPHYSICAL INDICATORS OF THE VERKHNEVOLZHE THROUGH BASIC TILLAGE IN CORN CULTIVATION

The paper presents the results of research on the influence of not uniform depth of moldboard and boardless cultivation on agrophysical indicators in the basic soil preparation system in the corn cultivation on the reclaimed lands of the Upper Volga region during three rotations of the 4-field crop rotation. Investigations were carried out in 2004–2016 in the test site of Agrofirm «Dmitrova Gora», OJSC, Konakovsky District Tver Region. As an object of analysis the corn hybrid PR-39B×29 was used, it belongs to the first group of early maturity in accordance with the FAO classification, and in the Upper Volga region condition stably reaches middle dough stage of the corn on the cob in the first half of September. The thickness of the arable layer is 20 ... 22 cm; humus content 1.62–1.78%; easily hydrolyzed nitrogen 72–78 mg; P₂O₅ – 155–182 mg; K₂O – 93–104 mg/kg of soil; рН_{soil extract} – 5.8–5.9. It has been established that moldboard plowing at 30 cm significantly improves the structure of the topsoil only, up to the level of a plowed furrow. Therefore, in order to fundamentally improve the reclaimed land structural condition during moldboard implements cultivation should be used subsoil plowing. Disk plowing and deep chisel plowing at the beginning of the corn growing season ensure the maximum supply of productive moisture in all soil layers compared to plowing to a depth of 20 (control) and 30 cm, but at the beginning of the field crops growing season productive moisture corresponded to the optimum value for all basic soil cultivation methods.

Key words: corn, plowing, chiselling, disk processing, fruit-changing crop rotation, crop rotation, structure of soil aggregates, structural coefficient, water-stable aggregates, productive moisture.

Система обработки мелиорированных земель Нечерноземной зоны зависит от способа осушения, мощности гумусового слоя, гранулометрического состава почвы, уклона поля, биологических особенностей возделываемых культур, засоренности полей и других условий. Избыточное содержание влаги, недостаток кислорода замедляют окислительно-восстановительные процессы и приводят к образованию закисных форм железа, марганца, которые

токсичны для растений. В результате такие почвы становятся бедны доступными элементами питания растений, что снижает их урожайность и качество продукции. [1]

Система обработки мелиорированных земель должна иметь агромелиоративную направленность, усиливать действие осушительных мелиораций и одновременно решать две главные задачи:

обеспечивать быстрый и беспрепятственный отвод избыточной воды из корнеобитаемого слоя для улучшения аэрации почвы и активизации биологических процессов (узкозагонная, гребневая, грядовая вспашка и бороздование);

перераспределять поверхностные и внутрипочвенные стоки в подпахотные слои почвы (глубокая вспашка, ярусные обработки, безотвальное чизелевание, щелевание и кротование).

На осушенных закрытым дренажом глинистых почвах с плохой водопроницаемостью (коэффициент фильтрации менее 0,3 м/сут.), целесообразна система мелиоративной разноглубинной обработки почвы в севообороте, которая включает глубокую вспашку на 28...30 см плугом с вырезными отвалами или чизелевание на такую же глубину под пропашные культуры и озимые зерновые, размещенные в севообороте после однолетних трав.

Улучшая физические свойства мелиорированной почвы, регулируя их различными приемами обработки, можно существенно улучшить ее водный, воздушный, тепловой и солевой режимы, оказывая тем самым разностороннее влияние на агрохимические и биологические показатели плодородия. [3]

Цель работы – изучить влияние разноглубинной отвальной и безотвальных обработок почвы на ее агрофизические показатели при возделывании кукурузы на мелиорированных землях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2004–2016 годах на испытательном участке ОАО «Агрофирма Дмитрова Гора» Конаковского района, Тверской области. В качестве объекта исследований использовали гибрид кукурузы ПР-39Б 29, который по классификации ФАО относится к I группе скороспелости и в условиях Верхневолжья стабильно достигает восковой спелости зерна в початках в первой половине сентября. Мощность пахотного слоя 20...22 см; содержание гумуса 1,62...1,78%; легкогидролизуемого азота 72...78 мг; P_2O_5 – 155...182 мг; K_2O – 93...104 мг/кг почвы; $pH_{\text{сол}}$ – 5,8...5,9.

Метеорологические условия в годы исследований значительно отличались от среднегодовых данных как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. Наблюдались периоды с аномальными климатическими отклонениями от нормы: 2010 год был жарким и сухим (ГТК по Селянину – 0,53); 2017 – холодным и дождливым (ГТК = 3,1), что вызвало резкое снижение урожайности и ухудшение его качества.

Работа выполнена в соответствии с требованиями методики полевого опыта, а также согласно методическим указателям и рекомендациям научно-исследовательских учреждений сельскохозяйственного профиля.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Высокий уровень продуктивности мелиорированных земель можно достигнуть только на основе ресурсосберегающих, почвозащитных, экологически сбалансированных приемов основной обработки почвы. [2] С позиций экологизации современного земледелия перспектива совершенствования системы основной обработки почвы на мелиорированных землях Верхневолжья связана, в первую очередь, с адаптацией их к гидрологическим, геоморфологическим, литологическим и другим ландшафтными условиям в соответствии с агроэкологи-

ческими и биологическими требованиями возделываемых культур. При этом особую актуальность приобретает изучение влияния разных по интенсивности и характеру воздействия на почву систем обработки на основные агрофизические параметры почвенного плодородия при возделывании кукурузы – основной кормовой культуры, которая характеризуется высокой продуктивностью и разносторонним использованием. [4, 5]

Плотность почвы – важнейший показатель, определяющий воздушный, водный, тепловой и пищевой режимы. В среднем за 12 лет исследований (2004–2016) на посевах кукурузы наблюдалась тенденция к снижению плотности пахотного слоя по сравнению с посевами культур, имеющих мочковатую корневую систему, что, по нашему мнению, и обусловлено особенностями формирования и развития корневых систем, а также агротехникой возделывания. При чизелевании на посевах кукурузы в слое 0...20 см наблюдается тенденция увеличения плотности почвы, а в слое 20...40 см – ее разуплотнение (табл. 1).

Дисковая обработка на глубину 8...10 см способствует уменьшению плотности только верхнего (0...10 см) слоя, а также увеличению общей пористости, пористости аэрации и снижению твердости почвы по сравнению с другими приемами обработки. Однако в более глубоких слоях почвы (10...20, 20...30, 30...40 см) поверхностное дискование вызывает ухудшение агрофизических свойств.

Отвальная вспашка на 30 см определяет некоторое увеличение плотности почвы в слое 0...20 см, а также несущественное изменение твердости, а общей пористости и пористости аэрации незначительное повышение. Таким образом обеспечиваются благоприятные агрофизические условия для роста и развития растений с мощной стержневой корневой системой. Это обусловлено перемещением более тяжелых и плотных частиц подпахотных слоев почвы в пахотный слой, а также смешиванием более гумусированного верхнего слоя с подпахотным горизонтом.

Другими исследованиями установлено, что сложение мелиорированных дерново-подзолистых почв среднего и тяжелого гранулометрического составов отличается повышенной устойчивостью к эрозионным процессам при наличии не менее 40% водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм в диаметре. [1] Степень проявления водной эрозии зависит от комплекса факторов: климата, растительного покрова, рельефа местности, геологии и хозяйственного использования земель. Развитие эрозионных процессов на осушенных землях определяют содержание водопрочных агрегатов и структура почвы.

Наибольшее количество водопрочных агрегатов – самой агрономически ценной фракции в верхней части пахотного слоя почвы (0...10 см), установлено в варианте с дисковой обработкой на глубину 8...10 см. В среднем за три ротации севооборота на фоне поверхностной обработки почвы количество водопрочных агрегатов размером 0,25...1 мм в слое почвы 0...10 см по сравнению с исходным состоянием увеличилось на 0,5% и составило на посевах кукурузы – 40,1% (табл. 2). Тенденция возрастания данной фракции агрегатов на фоне дискования наблюдалась и в более глубоких слоях почвы (10...40 см) во все годы исследований. Одновременно дисковая обработка обеспечила по всем слоям почвы достоверное снижение доли агрегатов размером < 0,25 мм, наиболее влияющих

Таблица 1.

Действие приемов основной обработки на агрофизические показатели плодородия мелиорированной дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы под посевами кукурузы

Основная обработка почвы	Слой почвы, см	Плотность, г/см ³		Общая пористость, %		Пористость аэрации, %		Твердость, кг/см ²	
		Исходное значение, 2003 год	В среднем за 2004-2016 годы	Исходное значение, 2003 год	В среднем за 2004-2016 годы	Исходное значение, 2003 год	В среднем за 2004-2016 годы	Исходное значение, 2003 год	В среднем за 2004-2016 годы
Вспашка на 20 см (контроль)	0...10	1,24	1,25	45,2	46,4	24,3	22,7	5,1	4,6
	10...20	1,36	1,35	41,4	43,2	20,8	19,5	19,5	18,0
	20...30	1,40	1,40	40,7	41,2	16,6	15,5	36,9	34,3
	30...40	1,43	1,44	39,0	39,4	13,5	12,6	45,3	42,9
Вспашка на 30 см	0...10	1,25	1,26	45,0	45,9	24,8	25,2	5,6	5,8
	10...20	1,38	1,39	41,3	42,0	20,4	20,7	20,7	18,5
	20...30	1,39	1,37	40,0	41,5	17,3	17,4	34,0	32,3
	30...40	1,43	1,41	38,9	39,8	13,8	13,9	42,2	39,4
Чизелевание на 30 см	0...10	1,24	1,26	45,2	46,5	24,2	25,2	5,7	5,9
	10...20	1,35	1,36	41,4	42,6	20,3	21,0	21,3	18,7
	20...30	1,37	1,35	40,0	41,5	17,3	17,4	35,1	31,4
	30...40	1,42	1,40	38,8	39,9	14,5	13,3	43,1	40,3
Дисковая обработка на 8...10 см	0...10	1,22	1,20	45,2	46,9	24,9	25,1	4,9	4,2
	10...20	1,36	1,37	41,4	41,1	19,4	18,3	24,7	22,8
	20...30	1,38	1,41	40,7	40,0	16,8	15,1	39,2	39,6
	30...40	1,42	1,47	38,8	37,9	12,9	12,2	53,0	54,6
НСР ₀₅	0...10		0,07		3,0		1,2		0,3
	10...20		0,08		2,7		1,1		1,2
	20...30		0,08		2,7		1,0		1,8
	30...40		0,08		2,5		0,7		2,4

на развитие водной эрозии, и количества водопрочных > 1 мм. На фоне отвальной вспашки на глубину 30 см, достоверное увеличение количества водопрочных агрегатов фракции 0,25...1 мм, по отношению к вспашке на 20 см, установлено в слое почвы 20...30 см, при одновременном значительном уменьшении их содержания в 0...10 см. Следовательно, глубокая отвальная вспашка на 30 см не обеспечивает кардинальных изменений в создании оптимальных условий для формирования водопрочных агрегатов размером 0,25...1 мм.

Коэффициент структурности – совокупный критерий изменения структурного состояния в зависимости от приемов основной обработки почвы. В среднем за три ротации севооборота наибольшее увеличение данного показателя по отношению к исходному значению установлено при дисковой обработке и чизелевании: в слое 0...10 см – на 0,7...0,5, НСР₀₅=0,2; 10...20 см – 0,2...0,3, НСР₀₅=0,1; 20...30 см – 0,2...0,4, НСР₀₅=0,1 и 30...40 см – 0,1...0,3, НСР₀₅=0,1. На фоне глубокой отвальной вспашки на 30 см в слоях почвы 0...10, 10...20 и 20...30 см коэффициент структурности существенно увеличился относительно первоначального значения – 0,3 и 0,2 соответственно, в слое 30...40 см данный показатель оставался на прежнем уровне. В контроле достоверное увеличение коэффициента структурности отмечено в слое 0...10 см, которое равно 0,7, НСР₀₅ = 0,2 (табл. 3).

Таблица 2.

Содержание водопрочных агрегатов при разных приемах обработки почвы, %

Прием обработки почвы	Слой почвы	Исходное значение, 2003 год			В среднем за 2004-2016 годы		
		агрегаты, мм			агрегаты, мм		
		> 1	0,25...1	<0,25	> 1	0,25...1	< 0,25
Вспашка на 20 см (контроль)	0...10	11,6	33,9	8,6	12,6	34,1	9,9
	10...20	10,2	31,1	7,9	11,0	31,3	8,6
	20...30	9,7	28,5	6,7	9,9	28,6	6,2
	30...40	8,7	25,4	6,0	8,9	25,6	6,0
Вспашка на 30 см	0...10	11,5	32,4	8,4	12,3	32,6	8,6
	10...20	10,5	30,7	7,8	11,1	31,1	8,0
	20...30	9,3	28,6	7,1	10,1	30,8	7,1
Чизелевание на 30 см	0...10	11,7	38,3	9,5	13,0	38,6	8,9
	10...20	11,0	36,9	9,2	11,3	37,2	8,6
	20...30	10,0	29,0	8,0	10,4	29,5	7,8
Дисковая обработка на 8...10 см	0...10	12,0	39,6	10,3	13,3	40,1	10,4
	10...20	11,4	38,0	8,2	11,6	38,4	8,1
	20...30	9,7	28,7	6,8	10,5	30,0	6,6
НСР ₀₅	0...10	0,7	2,4	0,5	0,8	2,5	0,5
	10...20	0,7	2,4	0,5	0,8	2,5	0,5
	20...30	0,6	2,0	0,4	0,7	2,0	0,5
	30...40	0,6	1,7	0,3	0,6	1,8	0,8

Таблица 3.

Действие приемов основной обработки почвы на коэффициент структурности под посевами кукурузы

Прием обработки почвы	Слой почвы, см	Исходное значение, 2003 год	Ротация севооборота			В среднем за 2004-2016 годы
			I (2004-2008 гг.)	II (2009-2012 гг.)	III (2013-2016 гг.)	
Вспашка на 20 см (контроль)	0...10	2,3	2,9	3,0	3,1	3,0
	10...20	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8
	20...30	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3
	30...40	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Вспашка на 30 см	0...10	2,6	2,8	2,9	2,9	2,9
	10...20	2,5	2,6	2,7	2,7	2,7
	20...30	2,3	2,6	2,7	2,8	2,5
Чизелевание на 30 см	0...10	3,1	3,4	3,6	3,7	3,6
	10...20	2,8	3,0	3,1	3,2	3,1
	20...30	2,2	2,5	2,6	2,7	2,6
Дисковая обработка на 8...10 см	0...10	1,9	2,1	2,2	2,3	2,2
	10...20	3,0	3,5	3,7	3,8	3,7
	20...30	2,9	3,0	3,1	3,2	3,1
НСР ₀₅	0...10	2,4	2,5	2,6	2,7	2,6
	10...20	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2
	20...30	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	30...40	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Таблица 4.
Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы при разных способах основной обработки почвы в начале вегетации кукурузы, мм

Прием обработки почвы	Слой почвы, см	Ротация севооборота			В среднем
		I (2004-2008)	II (2009-2012)	III (2013-2016)	
Вспашка на 20 см (контроль)	0...30	57,2	62,4	65,2	61,6
	0...100	178,3	201,9	211,3	197,2
Вспашка на 30 см	0...30	55,8	60,8	63,6	61,1
	0...100	173,9	196,9	201,6	190,8
Чизелевание на 30 см	0...30	61,2	69,4	72,0	67,5
	0...100	186,3	211,9	229,7	210,1
Дисковая обработка на 8...10 см	0...30	63,1	73,1	76,2	70,8
	0...100	197,2	224,3	234,5	218,7
НСР ₀₅	0...30	3,3	3,6	3,6	3,5
	0...100	10,1	11,5	12,8	11,5

Таким образом, глубокая отвальная вспашка, эффективность которой прослеживается до уровня плужной подошвы, существенно улучшает только структуру обрабатываемого слоя. Энергосберегающее безотвальное рыхление оказывает положительное влияние как на посевной (0...10 см), так и на пахотный (0...20 см) и подпахотный (20...40 см) слои почвы.

Механическая обработка почвы, изменяя ее структурное состояние, наряду с гидромелиорацией, регулирует водно-воздушный режим мелиорированных земель. Принято считать, что оптимальное содержание продуктивной влаги в пахотном слое, где в основном размещена основная масса корней, должна составлять 25...30 мм. Запасы продуктивной влаги в пахотном слое 0...20 см более 40 мм оцениваются как хорошие; 40...20 мм – удовлетворительные, менее 20 мм – неудовлетворительные.

На основании анализа данных установлено, что на посевах кукурузы в начале вегетационного периода дисковая обработка на глубину 8...10 см и глубокое чизелевание в среднем за три ротации плодосменного севооборота обеспечивают запас продуктивной влаги на уровне оптимальных значений (табл. 4), а также способствуют увеличению запаса продуктивной влаги по отношению к традиционной вспашке в слое почвы 0...30 см на 11,0...11,5 %, 0...100 см на 10,7...10,9%. Следова-

тельно, как поверхностная, так и чизельная обработка обеспечивают заметное увеличение запаса продуктивной влаги, особенно в верхней части пахотного слоя почвы.

Глубокая отвальная вспашка мелиорированных земель на 30 см приводит к иссушению и уменьшению запасов продуктивной влаги в начале вегетации как в верхнем (-1,0%), так и в метровом (-3,2%) слоях почвы. Вместе с тем, следует отметить, что накопление запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в начале вегетации полевых культур при всех приемах основной обработки почвы соответствует оптимальному значению.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Баздырев, Г.И. Земледелие / Г.И. Баздырев, В.Г. Лосаков, А.И. Пупонин и др. – М.: Колос. – 2000. – с. 85–102.
2. Беленков, А.И. Научно-практические основы совершенствования обработки почвы в современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия. Монография / А.И. Беленков, В.А. Шевченко, Т.А. Трофимова, В.П. Шачнев / М.: 2015. – 500 с.
3. Зайдельман, Ф.Р. Мелиорация почв // Ф.Р. Зайдельман – М.: Изд-во МГУ. – 2003. – с. 255–384.
4. Шевченко, В.А. Перспективы производства растениеводческой продукции на мелиорированных землях Нечерноземной зоны России: Монография / В.А. Шевченко – Изд-во «ВНИИГиМ им А.Н. Костякова». – 2017. – С. 242–261.
5. Щедрин, В.Н. Повышение экологической устойчивости различных типов агроландшафтов к деградации почвы на основе применения мелиоративных мероприятий: рекомендации / В.Н. Щедрин, Г.Т. Балакай, Е.В. Полуэктов и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – С. 23–29.

LIST OF SOURCES

1. Bazdy`rev, G.I. Zemledelie / G.I. Bazdy`rev, V.G. Loshakov, A.I. Puponin i dr. – M.: Kolos. – 2000. – s. 85–102.
2. Belenkov, A.I. Nauchno-prakticheskie osnovy` sovershenstvovaniya obrabotki pochvy` v sovremenny`x adaptivno-landshaftny`x sistemax zemledeliya. Monografiya / A.I. Belenkov, V.A. Shevchenko, T.A. Trofimova, V.P. Shachnev / M.: 2015. – 500 s.
3. Zajdel`man, F.R. Melioraciya pochv // F.R. Zajdel`man – M.: Izd-vo MGU. – 2003. – s. 255–384.
4. Shevchenko, V.A. Perspektivy` proizvodstva rastenievodcheskoj produkcii na meliorirovanny`x zemlyax Nечernozemnoj zony` Rossii: Monografiya / V.A. Shevchenko – Izd-vo «VNIIGiM im A.N. Kostyakova». – 2017. – S. 242–261.
5. Shhedrin, V.N. Povy`shenie e`kologicheskoy ustojchivosti razlichny`x tipov agrolandshaftov k degradacii pochvy` na osnove primeneniya meliorativny`x meropriyatij: rekomendacii / V.N. Shhedrin, G.T. Balakaj, E.V. Polue`ktov i dr. – M.: FGNU «Rosinformagrotex». – 2009. – S. 23–29.

Д.А. Иванов, член-корреспондент РАН, профессор
 М.В. Рублюк, кандидат сельскохозяйственных наук
 Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель
 РФ, 170530, Тверская обл., п. Эммаусс, 27
 E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

УДК: 631.5; 631.6; 911.2

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/26-29

ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ПОД РАЗНОВОЗРАСТНЫМИ ТРАВСТОЯМИ В ПРЕДЕЛАХ МЕЛИОРИРОВАННОГО АГРОЛАНДШАФТА

В работе приведены результаты многолетнего мониторинга водно-физических свойств почв мелиорированного агроландшафта конечно-моренной гряды, типичной для условий Нечерноземной зоны России. Исследования проводились с 1997 по 2014 годы на специальном агроэкологическом полигоне, включающем в себя все основные микропозиции моренного холма. В регулярных точках опробования определяли плотность и влажность почв под разновозрастными травостоями, а также рассчитывали их пористость и пористость аэрации. Результаты наблюдений обрабатывали методом трехфакторного дисперсионного анализа. Выявлено, что травосеяние – эффективный прием регуляции водно-воздушных свойств почв агроландшафта. Около 43% пространственной вариабельности показателей водно-физических свойств почв агроландшафта моренного холма обусловлены особенностями произрастающих в его пределах травостоев. По мере старения травостоев возрастает плотность почвы, вследствие достижения ею равновесных значений, увеличивается влажность в результате снижения интенсивности эвапорации, снижаются значения пористости и пористости аэрации, однако, влияние трав на физические свойства усиливается. Молодые травостои (1 и 2 годы жизни) определяют треть пространственной вариабельности показателей водно-физических свойств почв полигона, а более старые – половину. Максимальное влияние растительный компонент агроландшафта оказывает на пространственную вариабельность плотности (62,3%) и пористости (51,5%) почв. Пространственная изменчивость других параметров водно-воздушного режима почв в основном зависит от особенностей агроландшафта – растительность определяет 36% вариабельности влажности и 22% изменчивости пористости аэрации. Можно образовать следующий ряд по убыванию степени влияния ландшафтных факторов на пространственную вариабельность водно-физических свойств почв под травостоями: индивидуальные свойства агромикрорландшафтов в пределах конкретных склонов, определяющие около 20% вариабельности их показателей: общие особенности миграции влаги – около 18% изменчивости; совокупное влияние свойств всех структурных элементов агроландшафта – около 10%; экспозиция склонов – около 5%; особенности почв разного гидроморфизма – около 3%; гидроморфизм почв – 0,4%.

Ключевые слова: агроландшафт, мониторинг, дисперсионный анализ, водно-физические свойства почв, травостои.

D.A. Ivanov, Corresponding member of RAS, Professor
 M.V. Rublyuk, PhD in Agricultural sciences
 All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands
 RF, 170530, Tverskaya obl., p. Emmauss, 27
 E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

HYDROPHYSICAL SOIL FEATURES UNDER MIXED AGE PLANT FORMATION IN RECLAIMED AGROLANDSCAPE

The paper presents the results of long-term monitoring of the water-physical properties of the soils of the reclaimed agrolandscape of the finite-moraine ridge typical of the conditions of the Non-Black Earth Zone of Russia. The studies were conducted from 1997 to 2014 at a special agro-ecological test site, which includes all the main micropositions of the moraine hill. At regular sampling points, the density and humidity of the soil under uneven grass stands were determined, and their porosity and aeration porosity were calculated. The results of the observations were processed by the method of three-factor analysis of variance. It is revealed that grass sowing is an effective method of regulating the water-air properties of the soils of the agrolandscape. About 43% of the spatial variability of indicators of water-physical properties of the soils of the moraine hill agroland are due to the characteristics of grass stands growing within it. As grass stands grow older, soil density increases as it reaches equilibrium values, their moisture increases as a result of a decrease in evaporative intensity, and the porosity and porosity of aeration decrease, but the effect of grasses on the physical properties of the soil increases. Young grass stands (1 and 2 years of life) determine one-third of the spatial variability of indicators of water-physical properties of landfill sites, and the older ones - half. The plant component of the agrolandscape has the maximum effect on spatial variability of density (62.3%) and porosity (51.5%) of soils. The spatial variability of other parameters of the soil water-air regime mainly depends on the peculiarities of the agrolandscape – vegetation determines 36% of the variability of soil moisture and 22% of the variability of aeration porosity. It is possible to form the following series in descending order of the influence of landscape factors on the spatial variability of the water-physical properties of soils under the grounds: individual properties of agromicrolandscapes within specific slopes, determining about 20% of the variability of their indicators; general features of moisture migration in the soil profile - about 18% of variability; the cumulative effect of the properties of all structural elements of the agrolandscape is about 10% of the variability; slope exposure – about 5%; soil specific features of different hydromorphism within specific AML – about 3%; soil hydromorphism – 0.4%.

Key words: agrolandscape, monitoring, analysis of variance, water-physical properties of soil, herbage.

Биологизация современного земледелия приводит к затуханию деградационных процессов в ландшафтах, повышению плодородия почвы и улучшению качества продукции. Благотворное воздействие трав на физические свойства пахотных горизонтов широко известно. [1, 2, 4, 6] однако, влияние ландшафтных условий в сочетании с особенностями травостоев на плотность, пористость и влажность исследованы недостаточно. Цель работы – исследование процессов образования структуры пространственно-временной вариабельности физических свойств окультуренных почв.

ландшафтных условий в сочетании с особенностями травостоев на плотность, пористость и влажность исследованы недостаточно. Цель работы – исследование процессов образования структуры пространственно-временной вариабельности физических свойств окультуренных почв.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Холм — типичное для Нечерноземья ландшафтно-образованное с плоской вершиной и длинными пологими склонами. Трансформацию физических свойств пахотных горизонтов почвы под воздействием разнообразных травостоев в различных ландшафтных условиях сотрудники ФГБНУ ВНИИМЗ изучали в режиме долговременного мониторинга (1997–2014) состояния почвенного покрова агроэкологического стационара, который расположен на конечно-моренном холме с относительным превышением 15 м. В его пределах выделено четыре типа элементарных геохимических ландшафтов — агромикрорландшафтов (АМЛ). Варианты ландшафтно-полевого опыта: 1 — элювиально-аккумулятивный (Э-А) на вершине, где вместе с нисходящим током воды и питательных веществ происходит их частичная аккумуляция в микропонижениях; 2 — элювиально-транзитные (Э-Т) в пределах пологих верхних частей склонов, здесь наблюдается нисходящий ток веществ и их боковое перемещение; 3 — транзитные (Т) в центральных частях склонов с преобладанием бокового перемещения веществ; 4 — транзитно-аккумулятивные (Т-А) в наиболее пониженных частях стационара, где совмещено латеральное перемещение веществ и частичная их аккумуляция из грунтовых и намывных вод.

Почвообразующие породы в пределах стационара имеют двучленный характер — на южном склоне средняя глубина залегания морены превышает 1 м, на северном — 0,5...0,6 м, а местами выходит на поверхность. Почвенный покров представлен вариацией-мозаикой дерново-подзолистых почв разного геологического строения и степени заболоченности. [5, 7]

Исследования проводили на трансекте (профиль), пересекающей все микроландшафтные позиции холма. Она представляет собой длинное поле, разделенное на семь продольных полос, засеянных культурами зернотравяного севооборота. Физические свойства почвы изучали в полях, занятых: 1 — покровным овсом (*Аргамак*) с подсевом трав (клевер луговой *ВИК 7*, тимофеевка луговая *ВИК 9*); 2 — злакобобовым травостоем 1 г.п.; 3 — злакобобовым травостоем 2 г.п.; 4 — 5-компонентной злакобобовой травосмесью на выводном поле (клевер луговой *ВИК 7*, люцерна синегридная *Вега 87*, райграс пастбищный *ВИК 6*, овсяница луговая *Московская 26*, тимофеевка луговая *ВИК 9*).

Мониторинг состояния физических свойств почвенного покрова проводился в пределах каждого поля в 30 точках опробования, расположенных через 40 м друг от друга. Три раза за вегетацию определяли влажность термовесовым методом и плотность с помощью бура. Во всех точках неоднократно измеряли плотность твердой фазы методом пикнометров. [3, 8] Выявили влажность почв в объемных процентах, общую пористость и пористость аэрации.

Усредненные по годам данные мониторинга физических свойств почвы исследовали методом трехфакторного дисперсионного анализа: фактор А — особенности склонов разной экспозиции (северная и южная), фактор В — особенности микроландшафтов (АМЛ) в пределах склона, фактор С — гидроморфизм почв (глеватые и глеевые) в пределах конкретных АМЛ. Степень влияния факторов и их сочетаний на физические свойства почв определяли путем деления частной факториальной суммы квадратов на общую. Исходя из того, что физические

свойства почвы практически полностью зависят от характера ландшафта и растительности, можно обозначить ее роль в их формировании при вычитании из 100% суммы достоверных влияний ландшафтных условий.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что плотность пахотных горизонтов закономерно увеличивается по мере старения травостоев. Так, под покровом овса ее среднее значение составляет 1,19 г/см³; под травами 1 г.п. — 1,25; 2 г.п. — 1,26; под 5-компонентной травосмесью — 1,34 г/см³.

Уплотнение почвы объясняется постепенным достижением равновесной плотности при отсутствии механического воздействия. Этот процесс имеет нелинейный характер. В его течении наблюдаются два качественных скачка: первый — при переходе от пахотного угодья в луговое состояние, второй — при кардинальном увеличении возраста травостоя.

На рисунке а (4-я стр. обл.) показаны результаты дисперсионного анализа влияния факторов агропроизводственной и природной среды на плотность гумусовых горизонтов почв под различными травостоями в пределах агроландшафта. Все исследуемые травостоя можно разделить на две группы: 1 — молодые (1 и 2 годы пользования), 2 — возрастные (≥ 3 лет).

Плотность почвы под молодыми травостоями на 30...40% определяется особенностями корневой системы растительного сообщества, а под возрастными — она практически полностью зависит от них. Влияние степени гидроморфизма в различных ландшафтных условиях на формирование плотности на выводном поле объясняется процессом приспособления травостоев к особенностям природной среды ландшафта. Можно отметить, что растительное сообщество зрелых травостоев (2 г.п.) — мощный и самодостаточный фактор формирования плотности гумусовых горизонтов почвы. А на ранних и поздних этапах развития агроценоза ландшафтные условия во многом определяют пространственные особенности этой характеристики плодородия.

Под посевами покровной культуры растительный ярус агробиогеноценоза и особенности водного режима местоположений определяют ≈ по 40%-й варируемости плотности почв, а 16% приходится на долю экспозиционного фактора. Под травами 1 г.п. влияние растительного яруса снижается, вследствие отсутствия корневой системы покровной культуры, а воздействие ландшафта растет и становится разнообразнее. На варируемость плотности в разной степени воздействуют все, изучаемые нами, структурные части и компоненты ландшафта. Травы 2 г.п. характеризуются формированием мощной корневой системы как бобовых растений, так и злаков, при этом влияние ландшафтных факторов на пространственную изменчивость плотности почвы становится недостоверным. Старение травостоя в пределах выводного поля сопровождается его приспособлением к увлажнению и заболачиваемости, что способствует заметному проявлению влияния гидроморфизма в различных ландшафтных условиях на плотность.

Данные многолетнего мониторинга влажности почвы показали, что ее среднемесячные значения под покровной культурой равны 19,7 об.%, под травами 1 и 2 г.п. ≈ 20,3 об.%, а на выводном поле — 23,2 об.%. Это объясняется разной транспирацион-

ной способностью растительных покровов, а также особенностями инсоляции и эвапорации поверхности почвы под ними. Максимальная транспирация наблюдается на злакобобовых травостоях 1 и 2 г.п., однако они, наряду с выводным полем, характеризуются наибольшим затемнением и наименьшей проветриваемостью.

Характер растительного покрова овсяного поля определяет менее 40% пространственной вариативности влажности пахотного горизонта. (рис. б, 4-я стр. обл.)

Основные ее черты обусловлены особенностями различных структурных частей агроландшафта вследствие того, что урожайность овса в значительной степени зависит от характера рельефа. [5] Максимальное влияние оказывают особенности водного режима АМЛ различных склонов.

Возраст злакобобовых травостоев в севообороте не оказывает существенного воздействия на структуру факторов, влияющих на пространственную изменчивость влажности почвы в пределах агроландшафта конечно-моренного холма. Характер вариативности влажности под травами 1 и 2 г.п. более чем наполовину определяется особенностями растительного яруса агробиогеноценозов вследствие транспирации им влаги, затенения дневной поверхности почвы и препятствия циркуляции приземного воздуха. Значительное воздействие оказывают и ландшафтные факторы, прежде всего экспозиция склонов и особенности миграции влаги в их разных частях.

Общая пористость почвы во многом зависит от характеристик корневых систем растительности. Вследствие увеличения плотности почв по мере старения травостоя происходит и закономерное снижение их пористости. Средняя по стационару пористость почвы под покровным овсом равна 54%, под травами 1 г.п. — 51,5, 2 г.п. — 50,7, а в пределах выводного поля — 48%.

Пористость пахотного горизонта под покровным овсом более чем на 40% зависит от характера растительности, однако решающую роль играют особенности миграции влаги в почвенной толще (рис. в, 4-я стр. обл.).

Под травами 1 г.п., вследствие исчезновения корневой системы овса, растительность определяет только 23% вариативности пористости почвы в агроландшафте — в основном на нее влияют особенности различных структурных частей природного комплекса. Под травами 2 г.п. факторное пространство вариативности во многом приобретает черты такого под покровной культурой. Это можно объяснить развитием злаковых, которые имитируют овес, вследствие чего архитектура ризосферы трав 3 г.п. напоминает структуру корневой системы покровного посева. Под старыми травостоями достоверное влияние ландшафтных условий на пористость почвы не обнаружено, вследствие развития у них мощной и разнообразной корневой системы.

В результате мониторинга пористости аэрации выявлено, что старение травостоев способствует ее снижению. Под покровным овсом ее среднее по стационару значение равно 33,9%, под травами 1 г.п. — 30,9; 2 г.п. — 30,3; под 5-компонентной травосмесью — 24,4%.

Сравнительный анализ рисунков б и г (4-я стр. обл.) выявил, что набор факторов, влияющих на характер пространственной вариативности пористости аэрации почв мелиорированного агроландшафта, во многом зависит от пространственного распределения их влажности. В наибольшей

степени эта закономерность характерна для почвы под покровными посевами. Однако, на пористость аэрации здесь оказывает дополнительное влияние разнообразие гидроморфных обстановок в различных АМЛ. Под травами 1 г.п. на пористость аэрации незначительно воздействует, по сравнению с влажностью, и экспозиция склонов. Развитие злаковых в травостое приводит к тому, что под травами 2 г.п. на пористость аэрации почвы в значительной степени влияет и характер миграции влаги в различных частях ландшафта. Пространственная вариативность пористости аэрации под старыми травостоями только на 15% зависит от характера растительного покрова — в основном, она определяется пространственной изменчивостью ландшафтных условий.

ВЫВОДЫ

Многолетний мониторинг показал, что травосеяние — эффективный прием регуляции водно-воздушных свойств почвы агроландшафта.

По мере старения травостоев возрастает плотность почвы, вследствие достижения ею равновесных значений, увеличивается их влажность в результате снижения интенсивности эвапорации, снижаются значения пористости и пористости аэрации, однако, влияние трав на физические свойства усиливается.

Максимальное влияние растительный компонент агроландшафта оказывает на пространственную вариативность плотности (62,3%) и пористости (51,5%) почвы. Пространственная изменчивость других параметров водно-воздушного режима в основном зависит от особенностей агроландшафта — растительность определяет 36% вариативности влажности и 22% изменчивости пористости аэрации.

Можно образовать следующий ряд по убыванию степени влияния ландшафтных факторов на пространственную вариативность водно-физических свойств почвы под травостоями: индивидуальные свойства АМЛ в пределах конкретных склонов (взаимодействие факторов АВ), определяющие около 20% вариативности показателей; общие особенности миграции влаги в почвенном профиле (фактор В) — около 18% изменчивости; совокупное влияние всех структурных элементов агроландшафта (взаимодействие АВС) — около 10% вариативности; экспозиция склонов (фактор А) — около 5%; особенности почв разного гидроморфизма в пределах конкретных АМЛ (взаимодействие ВС) — около 3%; гидроморфизм почв (фактор С) — 0,4%; совместное влияние гидроморфизма почв и экспозиции склонов (АС) определяет только 0,2% вариативности водно-физических свойств почв.

Новые знания, полученные в ходе исследований, можно применять при разработке мероприятий по оптимизации продукционного процесса культур в пределах агроландшафтов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Воронкова, Н.А. Влияние приемов биологизации на запасы продуктивной влаги в почве / Н.А. Воронкова // Земледелие. — 2009. — № 1. — С. 11–12.
2. Гаитов, Т.А. Продуктивность и почвоулучшающая роль многолетних трав в степи Башкирского Предуралья / Т.А. Гаитов // Земледелие. — 2008. — № 8. — С. 16–17.
3. Державин, Л.М. Об учете физических свойств при мониторинге их плодородия / Л.М. Державин // Плодородие. — 2006. — № 1. — С. 6.

4. Егорова, Г.С. Многолетние травы как восстановители почвенного плодородия и основа кормопроизводства / Г.С. Егорова, Л.В. Петрунина // Плодородие. — 2008. — № 6. — С. 38–39.
5. Иванов, Д.А. Ландшафтно-мелиоративные системы земледелия (прикладная агрогеография) / Д.А. Иванов, Н.Г. Ковалев // Монография. — Тверь, издатель А.Н. Кондратьев. — 2017. — 310 с.
6. Иванов, Д.А. Влияние агроландшафтных условий на водный режим осушаемых земель Нечернозёмной зоны России / Д.А. Иванов, М.В. Рублюк, О.В. Карасева // Достижения науки и техники АПК. — 2018. — № 8, том 32. — С. 5–8.
7. Митрофанов, Ю.И. Плотность и водно-воздушный режим осушаемых почв определяют их продуктивность // Мелиорация и водное хозяйство. — 2012. — № 2. — С. 16–19.
8. Шеин, Е.В. Агрофизика/ Е.В. Шеин, В.М. Гончаров. — Ростов н/Д.: Феникс, 2006. — 400 с.
2. Gaitov, T.A. Produktivnost' i pochvouluchshayushaya rol' mnogoletnix trav v stepi Bashkirkogo Predural'ya / T.A. Gaitov // Zemledelie. — 2008. — № 8. — С. 16–17.
3. Derzhavin, L.M. Ob uchete fizicheskix svoystv pri monitoringe ix plodorodiya/ Л.М. Derzhavin // Plodorodie. — 2006. — № 1. — С. 6.
4. Egorova, G.S. Mnogoletnie travy' kak vosstanoviteli pochvennogo plodorodiya i osnova kormoproizvodstva / G.S. Egorova, L.V. Petrunina // Plodorodie. — 2008. — № 6. — С. 38–39.
5. Ivanov, D.A. Landshaftno-meliorativny'e sistemy zemledeliya (prikladnaya agrogeografiya) / D.A. Ivanov, N.G. Kovalev // Monografiya. — Tver', izdatel' A.N. Kondrat'ev. — 2017. — 310 s.
6. Ivanov, D.A. Vliyaniye agrolandshaftny'x uslovij na vodny'j rezhim osushaemy'x zemel' Nечernozyomnoj zony' Rossii / D.A. Ivanov, M.V. Rublyuk, O.V. Karaseva // Dostizheniya nauki i texniki APK. — 2018. — № 8, tom 32. — С. 5–8.
7. Mitrofanov, Yu.I. Plotnost' i vodno-vozdushny'j rezhim osushaemy'x pochv opredelyayut ix produktivnost' // Melioraciya i vodnoye xozjaystvo. — 2012. — № 2. — С. 16–19.
8. Shein, E.V. Agrofizika/ E.V. Shein, V.M. Goncharov. — Rostov n/D.: Feniks, 2006. — 400 s.

LIST OF SOURCES

1. Voronkova, N.A. Vliyaniye priemov biologizacii na zapasy' produktivnoj vlagi v pochve / N.A. Voronkova // Zemledelie. — 2009. — № 1. — С. 11–12.

В.Т. Синеговская, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ
О.С. Душко

Всероссийский научно-исследовательский институт сои
РФ, 675027, г. Благовещенск, Игнат'евское шоссе, 19
 E-mail: amursoja@gmail.com

УДК 581.19:633.852.52:535

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/29-32

**ВЛИЯНИЕ КВАНТОВ СВЕТА НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН
 В УСЛОВИЯХ ГЕРБИЦИДНОЙ НАГРУЗКИ**

Представлены результаты исследований работы фотосистемы II в листьях сои под влиянием гербицидов, используемых в посевах для борьбы с сорной растительностью. От процесса усвоения квантов света, обеспечивающих образование органических веществ в листьях и их отток в семена, зависит биохимический состав последних. Полученные результаты свидетельствуют о влиянии воздействия гербицидов на содержание белка в семенах. Наибольшее его количество (40,8%) в среднем за 4 года исследований получено в семенах растений контрольного варианта, самым низким (37,5%) этот показатель был при внесении Фронт'ера в почву. Однако на квантовый выход фотосинтеза Фронт'ер не оказал отрицательного воздействия. Отмечено положительное воздействие Пивота, Фабиана и Пульсара через месяц после их применения в фазе образования бобов, у растений этих вариантов опыта показатель квантового выхода фотосинтеза достигал оптимальных значений. Максимальным он был в варианте с применением гербицида Пивот, что указывает на его стимулирующее воздействие в остаточных количествах на поглощение квантов света. При этом увеличение квантового выхода фотосинтеза повысило содержание в семенах аминокислот лейцина, изолейцина и аргинина по сравнению с контролем. Отмечена тенденция к снижению (на 0,01–0,06%) содержания фосфора во всех вариантах с применением гербицидов по сравнению с контролем. Количество калия под влиянием Фронт'ера увеличилось на 0,12% относительно контроля. На другие показатели биохимического состава семян сои гербициды не оказали большого влияния. Не выявлено существенной зависимости биохимического состава семян сои от квантового выхода фотосинтеза, за исключением отдельных показателей содержания аминокислот при использовании Пивота, стимулирующего процесс усвоения солнечной энергии.

Ключевые слова: соя, квантовый выход фотосинтеза, гербициды, белок, биохимический состав, семена

V.T. Sinegovskaya, Academician of RAS, Honored scientist Worker of the Russian Federation
O.S. Dushko

All-Russian Research Institute of Soybean
RF, 675027, g. Blagoveshchensk, Ignat'evskoye shosse, 19
 E-mail: amursoja@gmail.com

**INFLUENCE OF LIGHT QUANTUM ON SEED BIOCHEMICAL COMPOSITION
 UNDER HERBICIDE LOAD**

The results of research of photosystem II in the soybean leaves under the influence of herbicides used in crops for weed control are presented. The biochemical composition of the latter depends on the process of assimilation of light quanta, ensuring the formation of organic substances in the leaves and their outflow into the seeds. The results indicate the effect of herbicides on the protein content in the seeds.

The highest protein content (40.8%) on average for 4 years of research, was obtained in the seeds of plants of the control variant, the lowest (37.5%) this indicator was, when using Frontier into the soil. However, Frontier did not impact on the quantum yield of photosynthesis in a negative way. A positive impact of Pivot, Fabian and Pulsar was noted a month after their application, in the bean formation phase, of plants of these experimental variants, on the quantum yield of photosynthesis, which reached the optimal parameters (0.700-0.800 units). The highest rate (0.841 units) of the quantum yield of photosynthesis was in the variant with the use of Pivot herbicide, which indicates its stimulating effect in residual quantities on the absorption of quanta of light. At the same time, an increase in the quantum yield of photosynthesis raised the content of amino acids leucine, isoleucine, and arginine, in the seeds, compared with the control. A decreasing trend (by 0.01-0.06%) in the phosphorus content in all variants with the application of herbicides, in comparison with the control, was noted. The content of potassium under the influence of Frontier, grew on 0.12% relative to the control. Herbicides did not have a significant effect on other indicators of the biochemical composition of soybean seeds. There was no significant dependence of the biochemical composition of soybean seeds on the quantum yield of photosynthesis, with the exception of some individual indicators of amino acid content using Pivot, which stimulates the process of assimilation of solar energy.

Key words: soybean, quantum yield of photosynthesis, herbicides, protein, biochemical composition, seeds/

Известно, что соя обладает уникальным для растений сочетанием масличности и белковости с наличием ценных витаминов и зольных элементов. В семенах этой культуры содержится 24...47% протеина, 16...25% жира, 20...32% углеводов. Жир и протеин в сумме составляет 50...60% массы семян. [12] Поскольку качество семян зависит, в первую очередь, от поступающих в них продуктов фотосинтеза, то очень важно знать факторы, влияющие на фотосинтетические процессы. [5, 2, 9, 14, 8] Основной фотосинтезирующий орган у бобовых культур — лист, поэтому в исследованиях большое внимание уделяется изучению фотосинтезирующей поверхности листа и степени усвоения им солнечной энергии. [13, 3, 4] Результаты исследований подтверждают, что для активного фотосинтеза необходим целый комплекс внешних и внутренних факторов. [7, 10] Растения взаимодействуют со сложными системами, многие из которых регулировать практически невозможно. Вместе с тем, на основании анализа природно-климатических условий можно вести подбор адаптированных сортов и разрабатывать технологии их возделывания. Для этого требуются систематические исследования и наблюдения за развитием растений, ходом формирования и работой фотосинтетического аппарата в соответствии с заранее заданными параметрами. Ранее сотрудниками ВНИИ сои установлено, что в период образования и налива семян 70% азота трансформируется из листьев, 20% из стеблей и только 10% непосредственно из корневой системы и клубеньков. [11] Следовательно, основная роль в накоплении семенами питательных веществ принадлежит листовой поверхности. Поскольку хлорофилл — главный фоторецептор, улавливающий, поглощающий и передающий энергию квантов света в реакционные центры [6, 1], то для определения условий, обеспечивающих оптимальный уровень показателей флу-

ориметрии важно изучение особенностей работы в листьях сои фотосистемы II, которая как улавливает определенный спектр света, так и отражает его. К таким показателям относятся: квантовый выход фотосинтеза (Y), который характеризует долю усвоенных фотонов, пошедших на фотохимические процессы, в общем количестве поступивших в систему. Этот показатель можно определять в полевых условиях с помощью прибора MINI-PAM (рис. 1). Полученные сведения позволяют судить об интенсивности фотосинтетических процессов и, в конечном итоге, сравнивать их с содержанием питательных веществ, накопившихся в семенах.

Цель исследований — изучение работы фотосистемы II в листьях сои в зависимости от действия гербицидов и ее роли в формировании биохимического состава семян.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2010–2011 и 2015–2016 годах. Изучали развитие сои сорта *Гармония* в мелкоделяночных опытах. Почва — луговая черноземовидная с содержанием гумуса до 3,6%, гидролитической кислотностью — 6 мг-экв/100 г почвы, подвижного фосфора — 36,8 мг/кг, калия — 200 мг/кг почвы. Схема опыта включала пять вариантов применения гербицидов разных химических классов и контроль. Посевы сои в фазе 2-3-го тройчатого листа у культуры обрабатывали следующими гербицидами: Базагран (д.в. — *бентазон* 480 г/л) — 2 л/га; Пивот (д.в. — *имазетапир* 100 г/л) — 0,7 л/га; Пульсар (д.в. — *имазамокс* 40 г/л) — 0,8 л/га и Фабиан (д.в. — *имазетапир* 450 г/кг + *хлоримурон-этил* 150 г/кг) — 100 г/га. Почвенный гербицид Фронтьер (д.в. — *диметенамид* — *P 720 г/л*) в дозе 1,2 л/га вносили за два дня до посева сои с заделкой боронами. Повторность опыта — четырехкратная, площадь делянки 50 м², их расположение рендомизированное, предшественник — пшеница. Квантовый выход фотосинтеза фиксировали прибором MINI-PAM до обработки гербицидами, через три часа, спустя неделю (в фазе 4-5 тройчатого листа) и месяц (в фазе образования бобов) после обработки.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Растения сои до обработки гербицидами существенно не различались по показателям квантового выхода фотосинтеза (Y) — 0,640...0,660 ед. во всех вариантах опыта. Это подтверждает равнозначные условия по освещенности листьев для поглощения квантов света в посевах (рис. 2).

Через три часа после обработки посевов гербицидами, произошли изменения в показателях работы фотосистемы II. Под действием Базаграна на фоне

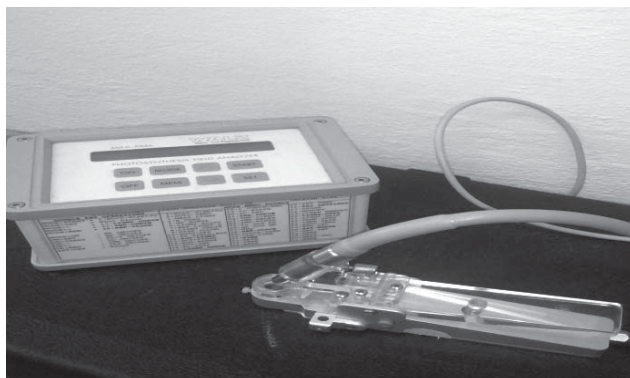


Рис. 1. Портативный прибор MINI-PAM для измерения показателей флуориметрии.

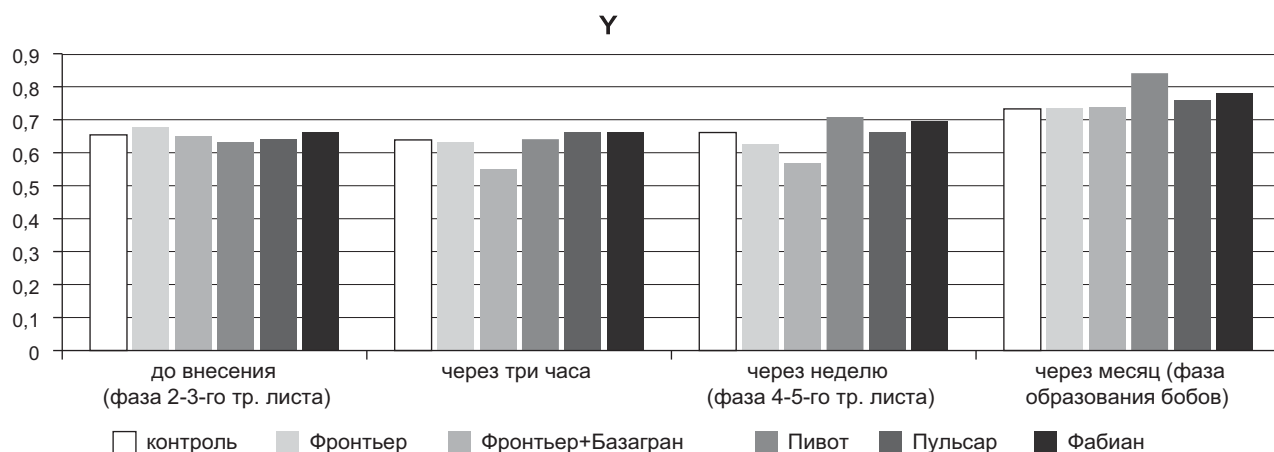


Рис. 2. Квантовый выход фотосинтеза (Y) в листьях сои, среднее за годы исследований.

почвенного внесения Фронт'ера значительно снизился показатель квантового выхода фотосинтеза. Возможно, гербицид Базагран, обладая выраженным контактным действием, не только уничтожает двудольные сорные растения, но и проникает в листья растений сои, оказывая отрицательное влияние на процессы фотосинтеза. Наше предположение основано на свойствах действующего вещества Базагран – бентазона, подавлять и блокировать процессы фотосинтеза у сорных растений. В остальных вариантах опыта у растений сои не было выявлено существенных различий по показателям квантового выхода фотосинтеза в сравнении с контролем.

Спустя неделю после обработки посевов Пивотом и Фабианом, в фазе 4-5-го тройчатого листа отмечена тенденция к увеличению квантового выхода фотосинтеза относительно контроля. Гербицид Базагран на фоне Фронт'ера, а также Пульсар более длительно отрицательно влияли на усвоение квантов света.

Через месяц после обработки гербицидами, в фазе образования бобов, в листьях растений всех вариантов опыта квантовый выход фотосинтеза достигал оптимальных значений (0,730...0,841), что свидетельствует о способности растений сои стабилизировать работу фотосистемы после применения в посевах гербицидов. Максимальным данный показатель был в варианте с Пивотом, этот гербицид оказывает стимулирующее воздействие в остаточных количествах на поглощение квантов света. Следовательно, с помощью флуориметрии можно не только определить, но и предупредить стресс.

Анализ биохимического состава семян сои показал, что использование гербицидов во всех вариантах опыта привело к снижению содержания в них белка (см. таблицу). Наибольшее его количество (40,8%) выявлено в семенах растений контрольного варианта, меньше (37,5%) – в семенах при внесении

Фронт'ера в почву. В других вариантах опыта отмечено снижение под воздействием гербицидов содержания белка в семенах относительно контроля.

Количество жира в семенах было максимальным как с внесением в почву только гербицида Фронт'ер, так и совместно с Базаграном, увеличение составило 0,6% по сравнению с контролем. В остальных вариантах отмечена тенденция к снижению содержания жира в семенах (некоторое отрицательное воздействие гербицидов).

Помимо основных показателей качества семян сои – белка и жира, проанализировано содержание жирных кислот, аминокислот и минеральных веществ.

Увеличение квантового выхода фотосинтеза под воздействием Пивота повысило содержание в семенах аминокислот: лейцина, изолейцина и аргинина, по сравнению с контролем. Применение Пивота и Базагрона привело к некоторому снижению содержания олеиновой кислоты, количество линоленовой кислоты было на уровне контроля.

Кроме этого, отмечена тенденция к снижению содержания фосфора (на 0,01...0,06%) во всех вариантах с применением гербицидов по сравнению с контролем. Но количество калия под влиянием Фронт'ера возросло на 0,12% относительно контроля. На другие показатели биохимического состава семян сои гербициды не оказали существенного влияния.

Таким образом, выявлена существенная зависимость содержания аминокислот в семенах сои от увеличения квантового выхода фотосинтеза при использовании Пивота, стимулирующего процесс усвоения солнечной энергии. Квантовый выход фотосинтеза в фазе образования бобов был практически одинаков у растений всех остальных вариантов опыта, поэтому и биохимический состав семян отличался незначительно.

Содержание биохимических веществ в семенах сои, среднее за годы исследований

Вариант	Белок, %	Аминокислоты, % от белка			Жир, %	Жирные кислоты, % от масла		Минеральные вещества, % от АСВ	
		лейцин	изолейцин	аргинин		олеиновая	линолевая	фосфор	калий
1. Контроль	40,8	7,3	5,2	7,1	18,9	13,0	51,7	0,41	2,87
2. Фронт'ер	37,5	7,3	5,4	7,1	19,5	11,4	51,4	0,39	2,99
3. Фронт'ер +Базагран	39,3	7,6	5,2	7,3	19,5	11,0	51,6	0,40	2,86
4. Пивот	39,0	7,7	5,4	7,6	19,0	10,5	51,0	0,35	2,85
5. Пульсар	39,8	7,3	5,5	7,4	18,4	14,0	50,5	0,36	2,90
6. Фабиан	39,5	7,3	5,5	7,3	18,8	13,2	50,9	0,40	2,89

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вежник, Ю.В. Ультраструктурная трансформация хлоропластов в листьях пшеницы в процессе адаптации к холоду /Ю.В. Вежник, В.В. Таланова, А.Ф. Титов. //Матер. Всероссийской научн. конф. «Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий». – Петрозаводск: КНЦ РАН, 2015. – 98 с.
2. Вэй, Жань. Влияние способа посева на формирование посевных качеств семян сои / Вэй Жань, О.А. Селихова, В.В. Колобов, Чжэн Хайцян// Матер. науч-практ. конф «Современные технологии производства и переработки с/х культур». – Благовещенск, 2017. – С. 152–159.
3. Гавриленко, В.Ф. Особенности фотосинтетического энергообмена у высокопродуктивных сортов пшеницы / В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова, Е.М. Бассарская. // Матер. межд. конф. «Физико-химические основы структурно-функциональной организации растений». – Екатеринбург, 2008. – С. 124–125.
4. Гатаулина, Г.Г. Системный подход к анализу динамических характеристик продукционного процесса у зерновых бобовых культур /Г.Г. Гатаулина, С.С. Соколова, М.Е. Бельшкينا// Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2. – С. 69–95.
5. Кобозева, Т.П. Состав белкового комплекса семян сои северного экотипа в условиях высоких широт и ограниченного теплового ресурса / Т.П. Кобозева, М.Е. Бельшкينا, Н.П. Попова // Сб. научн. тр. ВНИИ сои «Научное обеспечение производства сои: проблемы и перспективы». – Благовещенск, 2018. – С. 333–338.
6. Красновский, А.А. Свет и хлорофилл: Важнейшие вехи в истории ранних исследований /А.А. Красновский // Российский химический журнал. – 2017. – № 3. – С. 17–41.
7. Нестеренко, Т.В. Индукция флуоресценции хлорофилла и оценка устойчивости к неблагоприятным воздействиям / Т.В. Нестеренко, А.А. Тихомиров, В.Н. Шихов// Общая биология. – 2007. – № 6. – С. 444–458.
8. Омаров, Ф.Б. Экологические основы возделывания и качество семян сои / Ф.Б. Омаров, Р.М. Зубайров// Матер. науч.-практ. конф. «Современные проблемы региональной географии, краеведения и туризма». – Махачкала. – 2011. – С. 163–168.
9. Ран, О.П. Состояние и проблемы посевных качеств семян сои в южной зоне Амурской области / О.П. Ран // ВестникДальГАУ. – 2007. – № 2. – С. 35–40.
10. Рафальская, Н.Б. Фотосинтетическая и семенная продуктивность сои при применении приемов биологизации ее возделывания в Приамурье /Н.Б. Рафальская, В.Т. Синеговская, С.В. Рафальский// Сборник научных трудов ДальГАУ «Адаптивные технологии в растениеводстве»: ДальГАУ. – 2016. – Вып. 12. – С. 81–86.
11. Русаков, В.В. Источники азота для формирования семян сои при разных условиях выращивания / В.В. Русаков, Г.С. Посыпанов, В.Т. Синеговская // Сб. научн. Тр. «Приемы регулирования продуктивности сои». – Новосибирск: ВАСХНИЛ Сиб. отд.-ие. – 1987. – С. 109–125.
12. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник. – Благовещенск: Издательство Дальневосточного ГАУ. – 2016. – 570 с.
13. Чиков, В.И. Эволюция представлений о связи фотосинтеза с продуктивностью растений / В.И. Чиков // Физиология растений. – 2008. – № 1. – С. 140–154.
14. Юсова, О.А. Характеристика перспективных источников сои с повышенным качеством семян и урожайностью в условиях южной лесостепи Западной Сибири / О.А. Юсова, А.М. Асанов, Л.В. Омелянюк// Масличные культуры. – 2018. – № 3. – С. 40–45.

LIST OF SOURCES

1. Vezhnik, Yu.V. Ul'trastrukturnaya transformatsiya xloroplastov v list'yax pshenicy v processe adaptatsii k xolodu /Yu.V. Vezhnik, V.V. Talanova, A.F. Titov. // Mater. Vseros-sijskoj nauchn. konf. «Rasteniya v usloviyax global'ny'x i lokal'ny'x prirodno-klimaticheskix i antropogenny'x vozdeystviy». – Petrozavodsk: KNCZ RAN, 2015. – 98 s.
2. Ve'j, Zhan'. Vliyanie sposoba poseva na formirovanie posevny'x kachestv semyan soi / Ve'j Zhan', O.A. Selixova, V.V. Kolobov, Chzhe'n Xajczyan// Mater. nauch-prakt. konf «Sovremennye tehnologii proizvodstva i pererabotki s/x kul'tur». – Blagoveshhensk, 2017. – S. 152–159.
3. Gavrilenko, V.F. Osobennosti fotosinteticheskogo energoobmena u vysokoproduktivny'x sortov pshenicy / V.F. Gavrilenko, T.V. Zhigalova, E.M. Bassarskaya. // Mater. mezhd. konf. «Fiziko-ximicheskie osnovy' strukturno-funkcional'noj organizatsii rastenij». – Ekaterinburg, 2008. – S. 124–125.
4. Gataulina, G.G. Sistemny'j podxod k analizu dinamicheskix xarakteristik produkcion-nogo processa u zernovy'x bobovy'x kul'tur /G.G. Gataulina, S.S. Sokolova, M.E. Bely'shkina// Izvestiya Timiryazevskoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. – 2014. – № 2. – S. 69–95.
5. Kobozeva, T.P. Sostav belkovogo kompleksa semyan soi severnogo e'kotipa v usloviyax vy'sokix shirot i ogranichenного теплового ресурса / Т.П. Kobozeva, M.E. Bely'shkina, N.P. Popova // Sb. nauchn. tr. VNII soi «Nauchnoe obespechenie proizvodstva soi: problemy' i perspektivy'». – Blagoveshhensk, 2018. – S. 333–338.
6. Krasnovskij, A.A. Svet i xlorofill: Vazhnejšie vехi v istorii rannix issledovanij /A.A. Krasnovskij // Rossijskij ximicheskij zhurnal. – 2017. – № 3. – S. 17–41.
7. Nesterenko, T.V. Indukciya fluorecencii xlorofilla i ocenka ustojchivosti k neblagopriyatny'm vozdeystviyam / T.V. Nesterenko, A.A. Tixomirov, V.N. Shixov// Obshhaya biologiya. – 2007. – № 6. – S. 444–458.
8. Omarov, F.B. E'kologicheskie osnovy' vzdelyvaniya i kachestvo semyan soi / F.B. Omarov, R.M. Zubairov// Mater. nauch.-prakt. konf. «Sovremennye problemy' regional'noj geogra-fii, kraevedeniya i turizma». – Maxachkala. – 2011. – S. 163–168.
9. Ran, O.P. Sostoyanie i problemy' posevny'x kachestv semyan soi v yuzhnoj zone Amurskoj oblasti / O.P. Ran // VestnikDal'GAU. – 2007. – № 2. – S. 35–40.
10. Rafal'skaya, N.B. Fotosinteticheskaya i semennaya produktivnost' soi pri primenenii priemov biologizatsii eyo vzdelyvaniya v Priamur'e /N.B. Rafal'skaya, V.T. Sinegovskaya, S.V. Rafal'skij// Sbornik nauchny'x trudov Dal'GAU «Adaptivny'e tehnologii v rastenievodstve»: Dal'GAU. – 2016. – Vy'p. 12. – S. 81–86.
11. Rusakov, V.V. Istochniki azota dlya formirovaniya semyan soi pri razny'x usloviyax vy'rashivaniya / V.V. Rusakov, G.S. Posy'panov, V.T. Sinegovskaya // Sb. nauchn. Tr. «Priemy' regulirovaniya produktivnosti soi». – Novosibirsk: VASXNIL Sib.otd.-ie. – 1987. –S. 109–125.
12. Sistema zemledeliya Amurskoj oblasti: proizvodstvenno-prakticheskij spravochnik. – Blagoveshhensk: Izdatel'stvo Dal'nevostochnogo GAU. – 2016. – 570 s.
13. Chikov, V.I. E`volyuciya predstavlenij o svyazi fotosinteza s produktivnost`yu rastenij / V.I. Chikov // Fiziologiya rastenij. – 2008. – № 1. – S. 140–154.
14. Yusova, O.A. Xarakteristika perspektivny'x istochnikov soi s povыshenny'm kachestvom semyan i urozhajnost`yu v usloviyax yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri / O.A. Yusova, A.M. Asanov, L.V. Omel'yanyuk// Maslichny'e kul'tury`. – 2018. – № 3. – S. 40–45.

А.И. Грабовец, член-корреспондент РАН, профессор

В.П. Кадушкина

С.А. Коваленко, магистрант

Федеральный ростовский аграрный научный центр,

РФ, 346735, Ростовская обл., Аксайский район, ул. Институтская, 1, пос. Рассвет

E-mail: grabovets_ai@mail.ru

УДК 633.11.«321»:631.527

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/33-36

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

При нарастающей засушливости климата на Дону возникла необходимость усовершенствования методологии ведения селекции яровой твердой пшеницы. Основным методом получения исходного материала остается внутривидовая ступенчатая гибридизация. Скрещивания проводили между генетически отдаленными формами, различающимися по происхождению и требуемым признакам и свойствам. Результативным способом в изменении наследственности генотипов по засухоустойчивости стало применение химического мутагенеза. При селекции на продуктивность, как в засушливые годы исследований, так и в благоприятные, были выявлены наиболее объективные маркеры – величина надземной массы, масса зерна с растения, колоса и уборочный индекс. Установлена величина коэффициентов корреляции между урожаем с единицы площади и элементами его структуры. Она наиболее тесно была сопряжена с ними в засушливые годы, во влажные – уменьшалась. Степень корреляционной взаимосвязи признаков у пары – урожай зерна с одного квадратного метра – величина надземной биомассы составила в среднем $r=0,73$, причем в засушливые годы она была выше (0,91), чем в благоприятные (0,61 – 0,70), между урожаем и уборочным индексом – $r=0,81$ (в среднем). В засушливые годы коэффициент корреляции увеличился до 0,92. Данные исследований подтверждают наибольшую значимость массы зерна с одного колоса и растения в формировании урожая зерна с единицы площади как в засушливые, так и во влажные годы. В засушливые годы коэффициент корреляции между урожаем и массой зерна с растения составил в среднем $r=0,80$, в благоприятные – $r = 0,69$. Взаимосвязь урожая и массы зерна с колоса была больше – $r=0,84$ и $r=0,82$ соответственно. Следовательно, селекционная значимость надземной массы и продуктивности колоса, как критерия отбора на урожай, особо возрастает в острозасушливые годы. Они были базовыми при отборах.

Ключевые слова: селекция, яровая твердая пшеница, засуха, методы, маркеры, корреляция.

A.I. Grabovets, Corresponding member of RAS, Professor

V.P. Kadushkina

S.A. Kovalenko, master's Degree student

Federal Rostov Agricultural Research Center

RF, 346735, Rostovskaya obl., Aksajskij rajon, ul. Institutskaya, 1, pos. Rassvet

E-mail: grabovets_ai@mail.ru

IMPROVEMENT OF SPRING DURUM WHEAT SELECTION METHODOLOGIES UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

With the growing aridity of the climate on the Don, it became necessary to improve the methodology for conducting the breeding of spring durum wheat. The main method of obtaining the source material remains intraspecific step hybridization. Crossings were performed between genetically distant forms, differing in origin and required traits and properties. The use of chemical mutagenesis was a productive way to change the heredity of genotypes in terms of drought tolerance. When breeding for productivity, both in dry years of research and in favorable years, the most objective markers were identified – the size of the aerial mass, the mass of grain per plant, spike, and harvest index. The magnitude of the correlation coefficients between the yield per unit area and the elements of its structure is established. It was most closely associated with them in dry years, while in wet years it decreased. Power the correlation of the characteristics of the pair – the grain yield per square meter – the aboveground biomass averaged $r = 0.73$, and in dry years it was higher (0.91) than in favorable ones (0.61–0.70), between the harvest and the harvest index – $r = 0.81$ (on average). In dry years, the correlation coefficient increased to 0.92. Research data confirms the greatest importance of the mass of grain from one ear and the plant in the formation of grain yield per unit area in both dry and wet years. In dry years, the correlation coefficient between yield and grain mass per plant was on average $r = 0.80$; in favorable years, $r = 0.69$. The relationship between yield and grain mass from the ear was greater – $r = 0.84$ and $r = 0.82$, respectively. Consequently, the breeding significance of the aboveground mass and the productivity of the ear, as a criterion for the selection of the crop, especially increases in the dry years. They were basic in the selection.

Key words: breeding, spring durum wheat, drought, methods, markers, correlation.

Тенденция нарастания засушливости климата на Дону усиливается. Отмечается рост температуры воздуха за период вегетации яровой твердой пшеницы (апрель–июль). В 2007–2018 годах превышение составило $4,2^{\circ}\text{C}$ (123...146% к среднемесячной температуре). Количество осадков за этот период уменьшилось на 30,8 мм. Они выпадают в основном только в осенне-зимние месяцы. Яровую пшеницу высевали при достаточном запасе влаги в почве. Однако из-за повышения температуры воздуха и последующих суховейных ветров в мае вегетация

яровой пшеницы часто проходила в очень жестких условиях, что негативно сказывалось на урожае зерна. Поэтому требуется усовершенствование методологии ведения селекции этой культуры. В работах многих авторов уделяется много внимания изучению максимально эффективного использования доступной влаги растениями [4], указывается на необходимость создания генотипов с высокой удерживающей способностью воды листьями и др. Также предлагается улучшение селекционного материала путем насыщения его генофонда местными

засухоустойчивыми генотипами. Но в каждой почвенно-климатической зоне эти проблемы решаются по-разному. [2]

Цель работы – выявление наиболее оптимальных маркеров при отборах в гетерогенных популяциях для селекции яровой пшеницы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Селекция пшеницы ведется общепринятыми методами. Основным способом получения исходного материала остается внутривидовая ступенчатая гибридизация. Скрещивания проводили между генетически отдаленными формами, различающимися по происхождению и требуемым свойствам. Путем аккумуляции доминирующих признаков предполагалось усилить в новом морфобиотипе выраженность необходимых хозяйственно ценных признаков сорта. Результативным в изменении наследственности генотипов по засухоустойчивости стало применение химического мутагена (мутаген 1,4-бис диазоацетилбутан), меняющего канализированность взаимодействия генов. Перспективные константные генотипы мутантного происхождения скрещивали с высокоадаптивными продуктивными генотипами, полученными путем внутривидовой и межвидовой гибридизации.

Применяли многократный отбор, начиная с ранних поколений. На первых этапах селекционного процесса прорабатывали порядка 20...25 тыс. генотипов в разных питомниках. Большие объемы исследований положительно сказывались на результативности селекции.

За 2007–2018 годы самыми засушливыми были 2007, 2009, 2012, 2013 и благоприятными – 2008, 2016 и 2017. Эти различия позволили выявить нормы реакции генотипов на засуху. Для их определения изучали величину и особенности корреляционных связей урожайности с соответствующими величинами ее элементов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По итогам конкурсных сортоиспытаний (КСИ) выявлено, что урожайность яровой пшеницы в значительной степени зависит от способности сорта противостоять негативному воздействию погодных условий. Особенно резко снижалась урожайность в неблагоприятные засушливые годы (табл. 1).

Для увеличения потенциальной продуктивности новых сортов при засухах важно совершенствовать методологию ведения их практической селекции. Прежде всего, необходимо выявить особенности создания генетической изменчивости по этому направлению, уяснить наиболее результативный подход к работе с ней (технология селекции, маркеры при отборах на продуктивность, устойчивость к засухе, общей адаптивности и др.).

Вначале определили оптимальный фенотип яровой пшеницы, который требуется для гарантии стабильного урожая в различных по влагообеспеченности годах. Ранее в производстве были относительно высокорослые сорта яровой твердой пшеницы с длиной вегетационного периода 110...115 дней, уступающие по урожаю ячменю до 30%. В период налива зерна они испытывали недостаток влаги в почве из-за нарастающей жары и суховеев. Поэтому при помощи химического мутагена были созданы новые среднерослые скороспелые генотипы (продолжительность вегетации 90 дней) с одновременным увеличением у них продуктивного кушения.

Таблица 1.
Урожайность и элементы продуктивности яровой пшеницы в разные годы исследований

Показатель	Засушливые			Влажные		
	2007	2009	2012	2008	2016	2017
Урожайность, ц/га	18,4	22,6	19,9	41,7	35,8	37,3
Устойчивость к полеганию, балл	9	9	9	8	6,5	8
Величина надземной массы (биомасса), г/м ²	659	769	601	1033	1091	1032
Урожай зерна, г/м ²	122	153	177	237	248	283
Густота продуктивного стеблестоя при уборке, шт./м ²	441	371	337	398	523	435
Продуктивная кустистость, шт./растение	1,4	1,7	1,6	1,7	2,3	2,1
Масса зерна с растения, г	0,37	0,70	0,82	1,04	1,08	1,40
Масса зерна с колоса, г	0,28	0,42	0,53	0,61	0,48	0,65
Высота растений, см	84,5	91,6	76,5	109,9	131,3	107,5
Длина колоса, см	5,7	6,2	6,0	6,8	6,7	6,3
Уборочный индекс, %	18,3	19,6	29,4	23,0	22,7	27,4
Масса 1000 зерен, г	35,6	32,4	37,0	39,6	31,9	41,2

Это позволило оптимизировать водопотребление и компенсировать недобор урожая, обусловленный скороспелостью. Они превышали ячмень по урожайности на 15...20%. [3]

В ходе экспериментов констатировали, что коэффициенты корреляции между урожаем с единицы площади и элементами структуры изменялись в зависимости от условий года (табл. 2). Наиболее тесные их значения были в условиях засух. Во влажные же годы эта связь уменьшалась, что было обусловлено по-разному проявляющимися при метаболизме компенсационными взаимосвязями.

Установлено большое влияние на стабилизацию урожаев показателя надземной массы растений. Степень корреляционной взаимосвязи пары признаков – величина надземной биомассы – урожай зерна с 1 м², за изучаемые годы составила в среднем $r=0,73 \pm 0,17$, причем в засушливые годы она была выше ($0,91 \pm 0,05$), чем в благоприятные. Величина воздушной сухой надземной массы в среднем составляла 676 г/м² и 1052 при высоте соломины 84 и 116 см соответственно.

При существующем дефиците влаги проблему создания засухоустойчивого высокопродуктивного сорта можно решить несколькими путями. В исслед-

Таблица 2.
Корреляционная связь (r) между показателями урожая зерна с 1 м² с другими элементами продуктивности

Элемент продуктивности	Коэффициент корреляции (r) по годам					
	Засушливые			Влажные		
	2007	2009	2012	2008	2016	2017
Урожай надземной массы	0,71	0,78	0,91	0,61	0,66	0,70
Густота продуктивного стеблестоя при уборке	0,01	0,36	0,44	0,29	-0,15	0,10
Масса зерна с растения	0,83	0,87	0,69	0,57	0,67	0,84
Масса зерна с колоса	0,92	0,79	0,82	0,66	0,92	0,89
Высота растения	0,71	0,25	0,01	0,31	0,14	0,50
Уборочный индекс	0,92	0,88	0,73	0,75	0,72	0,84
Масса 1000 зерен	0,65	-0,53	0,03	0,15	-0,10	0,76

дованиях [3] приведены различные методы выявления адаптированных к засухе сортов озимой пшеницы — определение площади листьев, индекса эффективности их работы, продолжительности жизни листьев при засухах и др. Кроме того, на урожайность значительно влияет уборочный индекс (УИ), который обусловлен генотипом, и в меньшей степени подвержен случайным фенотипическим изменениям. [1]

В благоприятные годы при оптимальном обеспечении фитоценозов влагой, большей их высоте, иногда полегании посевов, коэффициент корреляции между урожаем и УИ варьировал от 0,72 до 0,84. В засушливые годы по мере нарастания аридности климата, снижения высоты соломины его значимость (судя по коэффициенту корреляции) увеличивалась до $0,92 \pm 0,06$ (табл. 3).

В среднем за 2007–2017 годы коэффициенты корреляции у пар составили: по массе зерна с растения — $0,61 \pm 0,21$, массе зерна с колоса — $0,77 \pm 0,13$, количеству зерен в колосе — $0,79 \pm 0,12$. Таким образом, отбирая семьи с большим количеством зерен в колосе, высокой массой зерна с колоса или растения, можно автоматически выделять генотипы с высоким УИ.

Установлено, что масса зерна с растения и единицы площади — главные интегрированные показатели устойчивости генотипов к засухе, несмотря на большое количество существующих методов определения засухоустойчивости. Отмечена высокая положительная и стабильная связь массы зерна с одного растения и колоса и его урожаем с единицы площади (см. табл. 2) как в засушливые, так и во влажные годы. В засушливые годы коэффициент корреляции между урожаем и массой зерна с растения был равен в среднем $0,80 \pm 0,12$, в благоприятные — $0,69 \pm 0,18$. Взаимосвязь между урожаем и массой зерна с колоса была теснее — $0,84 \pm 0,10$ и $0,82 \pm 0,11$ соответственно. Следовательно, селекционная значимость продуктивности колоса, как критерия отбора на урожай, особо возрастает в острозасушливые годы.

Исходя из того, что во влажные годы наблюдали сильное полегание растений, возникла необходимость в уменьшении высоты стебля и усилении устойчивости к полеганию. Потребность в этом подтверждается существенным значением коэффициента корреляции между высотой стебля и надземной массой. Он варьировал от $0,54 \pm 0,22$ до $0,66 \pm 0,20$. Однако при этом важно было сохранить уже существовавшую у коммерческих сортов массу надземной части растения. Последующие исследования показали, что уменьшение надземной массы можно компенсировать увеличением густоты продуктивного стеблестоя.

Результаты наших экспериментов показали, что у созданных сортов в засушливые годы взаимосвязь густоты продуктивного стеблестоя с урожайностью была несущественной ($r = 0,01 \dots 0,44$), во влажные благоприятные годы связь была также невысокой ($r = 0,10 \dots 0,29$). Следовательно, у полученных генотипов не было надобности усиливать признак продуктивного кущения.

Эти разработки были реализованы на практике. Четыре сорта яровой твердой пшеницы в основном мутантного происхождения или с участием мутантных линий (*Новодонская, Вольнодонская, Донская элегия, Мелодия Дона*) находятся в Государственном реестре селекционных достижений РФ, допущенных к использованию. Исследования продолжаются. В таблице 4 приведены данные по числу из-

Таблица 3.
Взаимосвязь (r) уборочного индекса с основными элементами продуктивности в разные годы

Элемент продуктивности	Засушливые			Влажные		
	2007	2009	2012	2008	2016	2017
Урожай зерна г/м ²	0,92	0,88	0,73	0,84	0,72	0,75
Густота продуктивного стеблестоя при уборке	-0,02	0,24	0,30	-0,40	-0,18	-0,27
Высота стебля	0,71	0,20	0,11	0,24	-0,35	-0,16
Масса зерна с растения	0,60	0,58	0,49	0,56	0,45	0,95
Масса зерна с колоса	0,84	0,73	0,57	0,87	0,68	0,95
Количество зерен в колосе	0,87	0,81	0,58	0,86	0,67	0,95

Таблица 4.
Итоги выявления перспективных форм в различных поколениях у гетерогенных популяций (2015–2017)

Показатель	Поклоение отбора							
	F3	F4	F5	F6*	F7*	F8*	F9*	M6**
Количество высеванных семей	50691	12886	3400	1890	440	700	200	100
Количество убранных семей	3474	684	234	92	27	39	18	3
Количество особенно ценных семей (средний урожай в опыте + НСР стандарта)	1082	132	68	16	8	7	2	1
% ценных семей	2,13	1,02	2,00	0,85	1,82	1,00	1,00	1,00
Количество специфически ценных семей (средний урожай стандарта + НСР стандарта)	1869	193	108	36	17	14	8	4
% специфически ценных семей	3,69	1,50	3,18	1,90	3,86	2,00	4,00	4,00

* — повторные отборы в старших поколениях;

** — химические мутанты.

учаемых семей на начальном этапе селекционного процесса в младших поколениях, итоги повторных отборов из гетерогенных популяций, результаты выделения высокоадаптивных трансгрессивных рекомбинантов.

Наибольшее количество трансгрессивных по ряду признаков и свойств рекомбинантов выявлено у гибридов в F3, F5 и F7. Не менее ценный материал для дальнейших исследований отобран и в других старших поколениях гибридов и мутантов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Беспалова, Л.А. Реализация модели полукарликового сорта академика П.П. Лукьяненко и ее дальнейшее развитие. / Л.А. Беспалова // Сб.: Пшеница и тритикале. Мат. науч.-практ. конференции «Зеленая революция П.П. Лукьяненко» — Краснодар. — 2001. — С. 60–71.
- Грабовец, А.И. Масса зерна — интегральный показатель адаптивности озимой пшеницы при селекции на засухоустойчивость / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко // Известия Оренбургского ГАУ. — Оренбург. — 2014. — 5 (49). — С. 16–20.
- Грабовец, А.И. Совершенствование методологии селекции пшеницы в условиях недостаточного увлажнения

- ния / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко // Зернобобовые и крупяные культуры. – Зерноград. – 2016. – 2 (18). – С. 48–53.
4. Ричардс, З.А. Признаки, по которым улучшают урожайность в условиях засухи. / З.А. Ричардс, А.Г. Кондон, Г.Дж. Ребечке // Сб.: Применение физиологии в селекции пшеницы. – Киев-Логос, – 2007. – С. 184–207.

LIST OF SOURCES

1. Bepalova, L.A. Realizaciya modeli polukarlikovogo sorta akademika P.P. Luk'yanenko i eyo dal'nejshee razvitiye. / L.A. Bepalova // Sb.: Pshenicza i tritikale. Mat. nauch.-prakt. konferencii «Zelenaya revolyuciya P.P. Luk'yanenko» – Krasnodar. – 2001. – S. 60–71.
2. Grabovecz, A.I. Massa zerna – integral'ny'j pokazatel' adaptivnosti ozimoy pshenicy pri selekcii na zasuxoustojchivost' / A.I. Grabovecz, M.A. Fomenko // Izvestiya Orenburgskogo GAU. – Orenburg. – 2014. – 5 (49). – S. 16–20.
3. Grabovecz, A.I. Sovershenstvovanie metodologii selekcii pshenicy v usloviyax nedostatochnogo uvlazhneniya / A.I. Grabovecz, M.A. Fomenko // Zernobobovy'e i krupyany'e kul'tury'. – Zernograd. – 2016. – 2 (18). – S. 48–53.
4. Richards, Z.A. Priznaki, po kotory'm uluchshayut urozhajnost' v usloviyax zasuxi. / Z.A. Richards, A.G. Kondon, G.Dzh. Rebeczke // Sb.: Primenenie fiziologii v selekcii pshenicy. – Kiev-Logos, – 2007. – S. 184–207.

В.П. Клименко, доктор сельскохозяйственных наук

В.М. Косолапов, академик РАН

*Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса
РФ, 141055, Московская обл. г. Лобня, Научный городок, 1*

В.Г. Косолапова, доктор сельскохозяйственных наук

К.Е. Юртаева, аспирант

*Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева,
РФ, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49*

E-mail: vniikormov@mail.ru

УДК 636.085

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/36-40

НОВЫЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ СИЛОСОВАНИЯ ЛЮЦЕРНЫ

Представлены экспериментальные данные по оценке консервирующего действия новой ферментной мультисистемы в композиции с бактериальным препаратом Силзак при силосовании люцерны, которая относится к группе несилосующихся растений из-за избыточной влажности, дефицита сахара и повышенного содержания сырого протеина. Исследования проведены в лабораторных и научно-производственных условиях с использованием высокоурожайных сортов люцерны селекции ВНИИ кормов и экспериментального образца ферментной мультисистемы ФМ-1, разработанного специалистами ООО НТЦ «Лекбиотех» в сотрудничестве с ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». В технологических опытах по силосованию люцерны определяли оптимальную дозу внесения нового препарата и его консервирующее действие в сравнении с химическим консервантом. Качество полученного корма анализировали по содержанию основных питательных веществ, органических кислот, аммиака, активной кислотности. В опытах на валухах изучали влияние экспериментального биопрепарата на переваримость питательных веществ и энергетическую питательность сухого вещества силоса. Оценка качества полученного корма показала эффективность новой разработки. По биохимическим показателям качества силос с добавлением ФМ-1 и силосной закваски Силзак не уступал корму, приготовленному с химическим консервантом АИВ 3 plus, но превосходил его по переваримости питательных веществ и энергетической питательности. Экспериментальным путем установлена оптимальная доза внесения ферментной мультисистемы – 90 г/т растительной массы.

Ключевые слова: силос из люцерны, биологические препараты, качество силоса, энергетическая питательность кормов.

V.P. Klimenko, Grand PhD in Agricultural sciences

V.M. Kosolapov, Academician of RAS

*V.R. Williams Federal Research Center of Forage Production and Agroecology
RF, 141055, Moskovskaya obl. g. Lobnya, Nauchny'j gorodok, 1*

V.G. Kosolapova, Grand PhD in Agricultural sciences

K.E. Yurtaeva, PhD student

*K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University
RF, 127550, Moskva, ul. Timiryazevskaya, 49*

E-mail: vniikormov@mail.ru

NEW BIOLOGICAL PREPARATION FOR ALFALFA SILAGE MAKING

The data on assessment the preservative action of new enzymatic multisystem in combination with bacterial silage additive Silzak at alfalfa ensiling are presented in this study. It is known that alfalfa is a nonensiling legume grass because of excess moisture, sugar deficit and high content of crude protein. The experiments on alfalfa ensiling were conducted with application the enzymatic multisystem FM-1 under laboratory and research-and-production conditions. The multisystem was developed by the specialists of science-and-technical centre «Lecbiotech» in cooperation with scientists of Williams Fodder Research Institute. The optimal dose of FM-1 application and its preservative effectiveness in comparison with chemical conservant were determined in technological experiments. Obtained silage was evaluated on basic parameters: nutrients and organic acids content, ammonia, active acidity. The influence of the tested biological additive on the nutrients digestibility and energy value of alfalfa silage was estimated in experiments with hog lambs. Total results have shown the efficiency of the new development. Lucerne silage, prepared with application of mixture FM-1 and Silzak, was characterized

by the better parameters of nutrients digestibility and energy value than at using a chemical conservant AIV 3 plus. The optimal dose of enzymatic multisystem application, as 90 gram per ton of fresh plant mass, was determined in the series of experiments.

Key words: alfalfa silage, biological preparations, silage quality, feed energy value.

Объемистые корма в виде силоса и сенажа составляют основу рационов жвачных животных. В соответствии с современными требованиями, энергетическая питательность этих кормов для высокопродуктивных животных должна составлять не менее 10 МДж ОЭ (0,80 корм. ед.) в 1 кг сухого вещества при содержании свыше 15% сырого протеина. [5] Силос и сенаж такого качества можно приготовить из многолетних бобовых трав и травосмесей на их основе, так как они по питательным свойствам, содержанию и полноценности белка по аминокислотному составу значительно превосходят злаковые культуры. Поэтому в последние годы в структуре посевов для нужд кормопроизводства на территории России наблюдается рост укосных площадей под многолетними бобовыми травами — люцерной, клевером луговым и эспарцетом, преимущественно перспективных отечественных сортов с ценными хозяйственными признаками. [7]

Отличительный показатель бобовых трав в ранние фазы вегетации — высокое содержание в сухом веществе сырого протеина (18,4...26,7%) и обменной энергии (10,4...11,2 МДж). Однако уборка их в оптимальные сроки зачастую осложняется неблагоприятными погодными условиями. Кроме того, по классификации известного ученого в области заготовки кормов А.А. Зубрилина, люцерна, козлятник восточный, клевер луговой 2-го укоса относятся к группе несилосующихся растений, а клевер луговой 1-го укоса и практически все бобово-злаковые травосмеси — трудносилосующиеся из-за дефицита легкосбраживаемых углеводов и высокой буферной емкости. Из этих трав при благоприятных погодных условиях целесообразно готовить сенаж, предварительно провяливая растения до влажности 50...55%. Массу затем плотно утрамбовывают и обеспечивают герметизацию от доступа воздуха. В этом случае физиологическая сухость субстрата служит основным сдерживающим фактором для развития маслянокислых бактерий, вызывающих гнилостный распад белка, тогда как жизнедеятельность молочнокислых бактерий продолжается и в такой среде, хотя с меньшей интенсивностью. К сожалению, на практике сложно обеспечить диапазон рекомендованной влажности. Чаще происходит пересушивание массы, что значительно увеличивает потери питательных веществ, или необходима вынужденная уборка ее с повышенной влажностью. При этом велика вероятность получения некачественного корма с наличием масляной кислоты и превышающем нормы содержанием аммиачного азота — свыше 10%.

До недавнего времени предпочтительным способом консервирования бобовых трав в условиях производства считали заготовку силоса из предварительно провяленных до влажности 60...70% растений с использованием химических консервантов, которые подавляют развитие нежелательной микрофлоры и подкисляют растительную массу до оптимального значения рН (4,2-4,3). При этом ферментативные процессы стабилизируются, корм может храниться в анаэробных условиях без заметного снижения качества длительное время. [4] Однако использование таких препаратов высокозатратно и неэкологично. [2] Применение же «силосных заквасок» — бактериальных препаратов на основе осмоотолерантных штаммов молочнокислых бактерий — на растительном сырье с

дефицитом сахаров не дает положительных результатов, так как их не хватает для образования необходимого количества молочной кислоты и подкисления массы до оптимального уровня рН.

Альтернативой химическому консервированию может стать использование биологических препаратов на основе комплекса ферментов и бактериальных культур. Как показали исследования, ферменты активизируют гидролиз сложных некрахмалистых углеводов растений до моносахаров, а молочнокислые бактерии ускоряют их сбраживание. Благодаря такому способу обработки, как правило, повышается силосуемость растительной массы, частично разрушается лигнинно-углеводный комплекс и улучшается усвояемость полученного корма животными. [9]

На российском рынке широко представлены ферментно-бактериальные препараты иностранного производства от известных компаний Лаллеманд, Оллтек, Шауман и других, их продают по высокой стоимости и, как указывают некоторые исследователи [1], они обладают недостаточным консервирующим действием на трудносилосующихся и несилосующихся бобовых травах. Из отечественных препаратов практическое применение получил полиферментный препарат «Феркон» для силосования бобовых трав, разработанный специалистами ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» и ООО НТЦ «Лекбиотех». [9] Коллективы сотрудников этих учреждений работают над созданием биоактивных препаратов для консервирования растительного сырья на основе ферментных мультисистем в сочетании с бактериальными культурами.

Цель исследований — изучение консервирующего действия новой ферментно-бактериальной композиции, предназначенной для силосования и сенажирования высокопротеиновых многолетних бобовых трав.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыты проводили в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» и ФГУП «Пойма» Московской области с использованием высокоурожайных сортов люцерны Таисия, Вега 87 (селекции ВНИИ кормов) и экспериментальной ферментной мультисистемы ФМ-1.

При заготовке силоса и сенажа руководствовались известными методическими указаниями «Проведение опытов по консервированию и хранению объемистых кормов», содержание в полученных кормах питательных веществ определяли на основе общепринятых методик. [8] С использованием прибора фирмы «Герхардт» (ФРГ) проведен анализ на содержание сырой, нейтрально- и кислотнo-детергентной клетчатки.

Переваримость питательных веществ изучали на взрослых валухах романовской породы в соответствии с методическими рекомендациями. Опытные образцы силоса и сенажа последовательно скармливали выбранной группе из трех животных молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы в качестве единственного корма.

Продуктивное действие силоса с композицией биопрепаратов оценивали также на молодняке крупного рогатого скота черно-пестрой породы.

Наблюдение за животными, их кормление, учет кормов и остатков, оценку качества и питательность

кормов проводили руководствуясь соответствующими методическими указаниями. [6] Рационы были составлены в соответствии с детализированными нормами кормления [3], исходя из фактической питательности кормов и физиологического состояния животных.

При статистической обработке данных пользовались коэффициентом критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ферментная мультисистема ФМ-1 разработана на основе комплекса гидролитических и лиазных ферментов, в том числе контролируемых по соотношению единиц активностей – целлюлазы, пектинлиазы, эндополигалактуроназы, ксиланазы и целлобиазы, и предназначена для консервирования высокопротеиновых бобовых трав. Действие ферментов направлено на усиление интенсивности гидролиза сложных углеводов растений до моносахаров, сбраживаемых затем с образованием молочной кислоты. Для оптимизации процесса брожения и повышения синтеза молочной кислоты ферментную мультисистему использовали в композиции с отечественным бактериальным препаратом Силзак на основе штаммов осмотолерантных молочнокислых бактерий.

На первом этапе экспериментальной работы определяли оптимальную дозу внесения в массу ферментной мультисистемы ФМ-1 при совместном использовании с препаратом Силзак. В лабораторных условиях провели опыт на проявленной люцерне 2-го укоса в фазе начала цветения с сахаро-буферным отношением 0,8. Ферменты вносили в комбинации с бактериальным препаратом Силзак. Контрольным вариантом служил корм, заготовленный с химическим консервантом AIV 3 plus, рекомендованным для трудносилосуемого сырья.

По результатам опыта выявлено, что дозировка ферментной мультисистемы не оказала существенного влияния на биохимические показатели качества заготовленного силоса (табл. 1).

Полученный корм характеризовался оптимальным значением pH (4,2-4,3), высоким качеством по содержанию кислот и аммиака. В опытных вариантах, как и в контрольном – с применением химконсерванта, отсутствовала масляная кислота, а доля молочной была высокой. При этом более интенсив-

Таблица 1. Биохимические показатели силоса из люцерны с биопрепаратами и с химическим консервантом

Сухое вещество, %	Выделено газов брожения, л/кг СВ	pH	Содержание в СВ силоса, %				Содержание молочной кислоты от суммы кислот, %
			аммиак	кислоты			
				молочная	укусная	масляная	
AIV 3 plus, 5 л/т ¹							
32,2±0,1	1,7±0,04	4,2±0,02	0,25±0,004	18,7±0,5	1,8±0,4	-	69,6±0,9
ФМ-1, 100 г/т + Силзак, 70 мл/т							
31,7±0,3	2,8±0,13*	4,2±0,04	0,23±0,010	21,2±1,2	2,7±0,3	-	75,9±1,3
ФМ-1, 90 г/т + Силзак, 70 мл/т							
30,3±1,3	2,4±0,12*	4,3±0,02	0,26±0,026	21,7±0,7	2,6±0,2	-	72,6±0,4
ФМ-1, 80 г/т + Силзак, 70 мл/т							
30,8±0,3	3,4±0,23*	4,2±0,01	0,28±0,004	21,7±0,7	2,5±0,2	-	72,8±0,2

* P≤0,05.

Таблица 2. Содержание клетчатки, структурных углеводов и лигнина в сухом веществе люцернового силоса с биопрепаратами и химконсервантом

Сырая клетчатка	НДК	КДК	Нейтрально-детергентная клетчатка (НДК)		
			кислотно-детергентная клетчатка (КДК)		геми-целлюлозы
			лигнин	целлюлоза	
AIV 3 plus, 5 л/т					
29,7±0,7	51,6±0,6	42,0±0,4	8,3±0,3	33,7±0,3	9,6±0,3
МФ-1, 100 г/т + Силзак, 70 мл/т					
28,2±0,8	47,9±0,4*	40,2±0,4	8,3±0,2	31,9±0,3	7,6±0,3
МФ-1, 90 г/т + Силзак, 70 мл/т					
28,7±0,5	48,1±0,3*	40,2±0,6	8,2±0,1	32,0±0,4	7,9±0,2
МФ-1, 80 г/т + Силзак, 70 мл/т					
30,4±0,5	49,9±0,6	41,5±0,3	8,4±0,4	33,1±0,8	8,4±0,3

ное брожение отмечено по количеству выделившихся газов при силосовании люцерны с биологическими добавками (на 39...50% больше по сравнению с контролем).

Для оценки влияния ферментной мультисистемы на процесс гидролиза проанализировали содержание в корме сложных некрахмалистых углеводов клеточных стенок растений (табл. 2).

Введение в силосуемую массу экспериментальной ферментной мультисистемы в сочетании с бактериальным препаратом Силзак способствовало частичной деструкции сложных углеводов, о чем свидетельствуют изменения в содержании гемицеллюлоз, сырой и нейтрально-детергентной клетчатки в пересчете на сухое вещество корма. Снижение количества гемицеллюлоз на 13...21% по сравнению с контролем, вероятно, обусловлено активностью ксиланаз, входящих в состав ФМ-1.

В результате редукции части некрахмалистых полисахаридов также уменьшается содержание НДК в опытных вариантах корма, особенно с добавлением изучаемого препарата в дозах 100 г/т и 90 г/т – на 7,1 и 6,8% меньше контроля соответственно. Примерно такие же показатели получены и по содержанию сырой клетчатки. Поскольку существенных различий в качестве корма с указанными дозировками препарата не выявлено, принято решение в дальнейшем использовать более экономный вариант – 90 г/т.

В физиологических опытах на валухах романовской породы была изучена переваримость питательных веществ силоса, заготовленного с внесением ферментной мультисистемы в дозе 90 г/т в смеси с бактериальным препаратом Силзак, и корма с добавлением химконсерванта. Для силосования использовали проявленную до влажности 69,2% массу люцерны сорта Таисия первого укоса с сахаро-буферным отношением 0,7. Растения были убраны в переходной фазе: конец бутонизации-начало цветения.

Как и следовало ожидать, качество корма, приготовленного в больших емкостях (0,5 м³), было ниже по сравнению с полученным в лабораторных условиях. Несмотря на то, что контрольный и экспериментальный образцы силоса подкислились до оптимального значения pH (4,3), в обоих вариантах в небольшом количестве обнаружена масляная кислота (0,1...0,2%), и накопилось больше аммиака (0,32%) в расчете на 1 кг сухого вещества. При этом в силосе с внесением ФМ-1 и бактериального препарата Силзак образовалось больше молочной кис-

лоты, чем в корме с добавлением химконсерванта, а также уменьшилось содержание сырой клетчатки на 4,1% и увеличилось количество БЭВ, при практически одинаковом наличии остальных питательных веществ. Это можно объяснить частичной деструкцией компонентов клетчатки корма под действием ферментов, что отмечено и в лабораторных опытах.

При скармливании валухам полученного силоса в качестве единственного корма выявлено повышение переваримости органического вещества в корме опытного варианта на 4,8%, в том числе сырого протеина – на 5,4, сырого жира – на 7,2, сырой клетчатки – на 8,4%, по сравнению с контролем (табл. 3). В результате этого энергетическая питательность силоса с композицией биопрепаратов повысилась на 0,6 МДж ОЭ в 1 кг сухого вещества.

В производственном опыте в условиях ФГУП «Пойма» Луховицкого района Московской области оценивали продуктивное действие силоса из люцерны с новым биологическим препаратом при скармливании в сбалансированных рационах молодняку КРС. В качестве контрольного варианта использовали силос с препаратом Биотроф 111, который на протяжении нескольких лет успешно применяется хозяйстве при заготовке кормов.

Результаты опыта свидетельствуют об эффективности скармливания силоса, заготовленного с ферментно-бактериальной композицией. Среднесуточные приросты живой массы бычков увеличились за период испытаний на 8,5%, а затраты энергетических кормовых единиц и сырого протеина на 1 кг прироста снизились на 2,4 и 10% соответственно (табл. 4). При этом дополнительная прибыль от реализации продукции составила 195,9 рублей на голову в сутки, что на 16,6% больше, чем в контрольной группе.

Таблица 3.
Влияние композиции «МФ-1+Силзак» на переваримость питательных веществ и энергетическую питательность силоса из люцерны

Влажность, %	Переваримость, %					ОЭ в 1 кг СВ, МДж
	ОВ	СП	СЖ	СК	БЭВ	
Силос с АИВ 3 plus 5 л/т						
72,5±0,2	61,28±0,6	72,0±1,1	69,0±2,2	47,7±1,3	64,6±1,6	9,2±0,1
Силос с композицией биопрепаратов «МФ-1, 90 мг/т+Силзак», 70 мл/т						
72,1±0,4	66,1*±1,4	77,4*±1,5	76,2*±1,5	56,1*±2,0	66,5±1,2	9,8*±0,2

* – разность достоверна при P≤0,05.

Таблица 4.
Среднесуточные приросты живой массы бычков и затраты корма на 1 кг прироста

Показатель	Группа бычков	
	контрольная	опытная*
Живая масса бычков перед опытом, кг	141,8±11,8	143,5±12,6
Живая масса бычков в конце опыта, кг	179,8±15,4	183,2±15,7
Прирост живой массы бычков в учетный период, кг	38,08±4,1	41,3±3,2
Среднесуточный прирост живой массы бычков в среднем, г	635±69	689±54
Затраты корма на 1 кг прироста		
Сухого вещества, кг	7,3	7,6
ЭЖЕ	7,5	7,7
СП, кг	0,9	1,0

* P>0,05.

Таким образом, новая разработка достаточно эффективна при использовании на трудноусилиющихся бобовых травах, к которым относится люцерна. По консервирующему действию композиция МФ-1+Силзак не уступала химконсерванту АИВ 3 plus, но превосходила его по влиянию на переваримость питательных веществ и энергетическую питательность полученного корма, что особенно важно учитывать при кормлении высокопродуктивных животных.

Новый отечественный биопрепарат перспективен для получения качественных объемистых кормов из трудноусилиющегося растительного сырья. Однако необходимы дополнительные исследования по его применению на разных видах бобовых трав с вариациями условий консервирования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бондарев, В.А. Приготовление силоса и сенажа с применением отечественных биологических препаратов / В.А. Бондарев, В.М. Косолапов, В.П. Клименко, А.Н. Кричевский – М.: ООО «Угрешская типография». – 2016. – 212 с.
2. Вайсбах, Ф. Будущее консервирования кормов / Ф. Вайсбах // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2012. – № 2. – С. 49–70.
3. Калашников, А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие перераб. и доп. / А.П. Калашников, В.И. Фисин, В.В. Шеглов и др. – М.: Джангар, 2003. – 3-е изд. – 456 с.
4. Клименко, В.П. Научное обоснование и разработка эффективных способов повышения энергетической и протеиновой питательности силоса и сенажа из трав: автореф. дисс. докт. с.-х. наук: 06.02.08. / В.П. Клименко – Дубровицы, 2012. – 36 с.
5. Косолапов, В.М. Приоритетное развитие кормопроизводства Российской Федерации // В.М. Косолапов – Кормопроизводство. – 2008. – № 9. – С. 2–3.
6. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. – М.: ЦИНАО, 2002. – 76 с.
7. Основные виды и сорта кормовых культур: итоги научной деятельности Центрального селекционного центра / ФГБНУ ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса РАН – М.: Наука, 2015. – 545 с.
8. Физико-химические методы анализа кормов / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, В.Г. Косолапова. – М.: Издательский дом «Типография Россельхозакадемии», 2014. – 344 с.
9. Klimenko, V.P. Effectiveness of the Multienzyme Preparation Ferkon during Preserving of Fodder Galega (*Galega orientalis* Lam.) // Russian Agricultural Sciences. – 2012. – Vol. 38. – № 4. – pp. 285–288.

LIST OF SOURCES

1. Bondarev, V.A. Prigotovlenie silosa i senazha s primeneniem otechestvenny'x biologicheskix preparatov / V.A. Bondarev, V.M. Kosolapov, V.P. Klimenko, A.N. Krichevskij – M.: ООО «Ugreshskaya tipografiya», 2016. – 212 s.
2. Vajsbox, F. Budushhee konservirovaniya kormov / F. Vajsbox // Problemy' biologii produktivny'x zhivotny'x. – 2012. – № 2. – S. 49–70.
3. Kalashnikov, A.P. Normy' i raciony' kormleniya sel'skoxozyajstvenny'x zhivotny'x: spravocnoe posobie pererab. i dop. / A.P. Kalashnikov, V.I. Fisin, V.V. Shhegl'ov i dr. – M.: Dzhangar, 2003. – 3-e izd. – 456 s.
4. Klimenko, V.P. Nauchnoe obosnovanie i razrabotka e'ffektivny'x sposobov pov'ysheniya e'nergeticheskoy i proteinovoy pitatel'nosti silosa i senazha iz trav: avtoref. diss. dokt. s.-x. nauk: 06.02.08. / V.P. Klimenko – Dubrovicy, 2012. – 36 s.

5. Kosolapov, V.M. Prioritetnoe razvitie kormoproizvodstva Rossijskoj Federacii // V.M. Kosolapov – Kormoproizvodstvo. – 2008. – № 9. – S. 2–3.
6. Metodicheskie ukazaniya po ocenke kachestva i pitatel'nosti kormov. – M.: CINAO, 2002. – 76 s.
7. Osnovny'e vidy' i sorta kormovy'x kul'tur: itogi nauchnoj deyatel'nosti Central'nogo selekcionnogo centra / FGB-NU VNII kormov im. V.R. Vil'yamsa RAN – M.: Nauka, 2015. – 545 s.
8. Fiziko-ximicheskie metody' analiza kormov / V.M. Kosolapov, V.A. Chujkov, X.K. Xudyakova, V.G. Kosolapova. – M.: Izdatel'skij dom «Tipografiya Rossel'xozakademii», 2014. – 344 s.
9. Klimenko, V.P. Effectiveness of the Multienzyme Preparation Ferkon during Preserving of Fodder Galega (Galega orientalis Lam.) // Russian Agricultural Sciences. – 2012. – Vol. 38. – № 4. – pp. 285–288.

**О.В. Левакова, кандидат сельскохозяйственных наук
Т.А. Барковская**

*Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»
РФ, 390502, Рязанская область, с. Подвьязь, ул. Парковая, 1
E-mail: podvyaze@bk.ru*

УДК 633.2: 632.51

DOI: 10.30850/vrsn/2019/2/40-42

ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ ПОСЕВА И НОРМ ВЫСЕВА ПРИ АДАПТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЕЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА *ВИОЛА*

Одним из определяющих периодов в жизни растений озимых зерновых культур является посевной (осенний). Только при условии хорошего обеспечения влагой и при оптимальной температуре воздуха возможно получение своевременных и качественных всходов, формирование побегов кущения и протекания процессов яровизации и закалки растений. Исходя из важности вышеизложенного, в данной работе представлены результаты исследований в условиях Института семеноводства и агротехнологий реакции озимой пшеницы районированного сорта Виола на разные сроки сева и норму высева семян. Установлено, что выживаемость растений колебалась от 57,9 до 87,5%. Существенных различий по перезимовке растений между посевами разных сроков сева выявлено не было. Нормы высева не оказали существенного влияния на высоту растений, длину колоса и число зерен в нем, что подтверждает высокую пластичность озимой пшеницы сорта Виола. Наибольшее воздействие на формирование урожайности зерна оказали масса 1000 зерен ($r = 0,68$) и число зерен в колосе ($r = 0,63$). Наши исследования показали, что для озимой пшеницы сорта Виола в условиях Рязанской области благоприятный срок сева – с 5 по 10 сентября при оптимальной норме высева 4,5 млн шт./га.

Ключевые слова: озимая пшеница, сроки посева, норма высева, сорт, урожайность.

**O.V. Levakova, PhD in Agricultural sciences
T.A. Barkovskaya**

*Institute of Seed Growing and Agrotechnology – a branch of the Federal Scientific Agroecological Engineering Center VIM
RF, 390502, Ryazanskaya oblast', s. Podvyaz'e, ul. Parkovaya, 1
E-mail: podvyaze@bk.ru*

OPTIMISATION OF SOWING TIME AND SEEDING RATE WITH ADAPTIVE MANAGEMENT OF WINTER WHEAT *VIOLA* VARIETY CULTIVATION TECHNOLOGY

One of the defining periods in the life of plants is the sowing of winter crops (autumn) period. Only when a good ensure moisture and at an optimal temperature of air in this period it is possible to obtain timely and quality shoots, forming shoots tillering and percolation processes utilization and hardening plants. Given the importance of the foregoing, this paper presents the results of research in the context of the Institute of agricultural technology and seed-the branch winter wheat varieties of locality Viola at different dates of sowing norm and seeding. It is established that the different timing of sowing plant survival ranged – 57.9-87.5%. Significant differences on wintering plants between crops of different sowing dates have been identified. Seeding rate had no significant effect on plant height, ear length and number of grains in an ear. Indicating a high plasticity of winter wheat varieties Viola. The greatest influence on the grain yield had a weight of 1000 grains ($r = 0.78$) and number of grains per ear ($r = 0.63$). Our research has shown that for winter wheat varieties of Viola in the midst of the Ryazan region favourable term of sowing is the period from 5 to 10 September with optimum seeding rate 4.5 million PCs/HA.

Key words: winter wheat, dates of sowing, seeding rate, variety, yield.

В современных условиях повысить эффективность производства зерна можно с помощью самого дешевого и доступного средства – сорта. Обладая комплексом биологических и хозяйственно ценных свойств, он обеспечивает природно-климатическую устойчивость растений: морозо- и зимостойкость, устойчивость к засухе, болезням и вредителям, служит биологическим фундаментом, на котором строятся все основные элементы технологии. [5]

Эффективность использования сельскохозяйственной культуры в производстве во многом зависит от уровня и своевременности разработки технологии его возделывания для конкретных условий. Новые сорта озимой пшеницы требуют корректировки как отдельных элементов агротехники (сроки и способы посева, нормы высева, предшественники, качество посевного материала и т. д.), так и технологии выращивания в целом. Особенно эта

проблема актуальна в годы недостаточного увлажнения, когда для получения высоких урожаев озимой пшеницы сроки посева и нормы высева имеют решающее значение. Норма высева становится эффективным приемом формирования оптимальной плотности продуктивного стеблестоя и дифференцируется в зависимости от сортотипа, назначения посевов, срока сева, влажности почвы, уровня минерального питания и предшественника.

Для стабилизации производства озимых зерновых культур в дальнейшем необходимо пересмотреть и определить оптимальные сроки сева, учитывая изменения погоды в посевной период до прекращения осенней вегетации растений включительно.

Цель работы – изучение различных приемов технологии возделывания озимой пшеницы сорта *Виола* в условиях Рязанской области.

В задачи исследования входило: установить оптимальный срок посева и норму высева изучаемого сорта; определить влияние сроков посева и различной густоты на формирование элементов продуктивности и зимостойкости растения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2014–2017 годах проведены полевые исследования на районированном сорте озимой мягкой пшеницы *Виола*. На опытном поле института были заложены опыты со сроками сева озимой пшеницы с интервалом пять дней (5, 10, 15, 20, 25 и 30 сентября) и нормами высева с интервалом 0,5 млн всхожих зерен на гектар (2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5 и 5,0 млн). Опыты закладывали в четырехкратной повторности по паровому предшественнику, площадь делянки 10 м. Учеты и наблюдения проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Метеорологические условия лет исследований отличались друг от друга и от средней многолетней величины. Погода в период вегетации 2014–2015 годов характеризовалась длительной засухой перед посевом, дефицитом осадков в осеннюю вегетацию и значительными осадками в летние месяцы (всего 580 мм). В 2015–2016 годах температура воздуха была выше средне многолетних значений, за вегетацию выпало около 590 мм осадков, в 2016–2017 годах среднемесячные температуры с апреля по август были ниже средне многолетних показателей, а осадков выпало за весь период 570 мм. Разнообразие и контрастность погодных условий в годы исследований способствовали объективной оценке изучаемого материала.

Полевые исследования проведены на темно-серой, лесной тяжелосуглинистой почве. Агрохимические показатели: общего азота – 0,24%, гумуса в слое 0...40 см (по Тюрину) – 5,19%, азота гидролизного – 123,5 мг/кг, рН солевой вытяжки – 4,92 мг – экв/100 г; подвижного фосфора – 34,6 мг/100г, подвижного калия – 20,0 мг/100г.

РЕЗУЛЬТАТЫ

К показателям, интегрирующим многие факторы и влияющим на урожайность озимой пшеницы, относится выживаемость растений к уборке. При низком уровне выживаемости структура посева складывается стихийно. Поэтому для обеспечения заданной плотности потери озимой пшеницы должны составлять не более 30% [1].

В наших исследованиях (табл. 1) выживаемость (отношение количества полученных расте-

ний к числу всхожих семян) колебалась в пределах 57,9...92,9%. Следует отметить тенденцию снижения этого показателя от раннего до позднего сева озимой пшеницы. Существенных различий по перезимовке растений между посевами разных сроков выявлено не было.

В оценке значения кущения зерновых хлебов в литературе нет единого мнения. Но В.Р. Вильямс, В.Е. Писарев, С.А. Муравьев и другие считают, что при хорошем кущении, благодаря нарастанию листовых поверхностей, вырабатывается большое количество органического вещества для образования зерна. При благоприятных условиях боковые стебли дают 30...50% урожая зерна. [2]

По результатам наших исследований кущение (число стеблей на одно растение) находится в прямой зависимости от сроков сева. Анализ элементов продуктивности растений показывает, что у растений, высеянных в первой декаде сентября самый высокий коэффициент продуктивной кустистости.

По данным О.М. Тураева и С.С. Жирных [4], озимые культуры кустятся в большей степени при ранних сроках сева. В наших исследованиях эти данные подтверждаются – общая кустистость растений озимой пшеницы снижается от раннего к позднему сроку. Такая тенденция сохранилась и для продуктивной кустистости. При посеве в первой декаде сентября она составила 3,3...3,1, а посев в конце сентября ее снижает на 1,4.

То же выявлено по массе 1000 зерен и числу зерен в колосе. И, как следствие, самая высокая урожайность была при указанных сроках сева. Так как наибольшее влияние на формирование урожайности зерна оказали масса 1000 зерен ($r = 0,68$), число зерен в колосе ($r = 0,63$), коэффициент продуктивной кустистости ($r = 0,59$).

Известно, что оптимальную плотность продуктивного стеблестоя следует формировать или путем увеличения густоты стояния растений, или – интенсивностью кущения. При ухудшении условий развития растений все меньшую роль играет кущение и все большую – густота растений и, следовательно, норма высева. [3]

Урожайность озимой пшеницы определяется как нормами высева, так и погодными условиями вегетационного периода. За годы исследований практически одинаковая урожайность получена при посеве нормами 4,5...5,0 млн шт/га – 8,27 и 8,31 т/га, соот-

Таблица 1.

Характеристика выживаемости и элементов продуктивности сорта *Виола* в зависимости от сроков сева (среднее 2014–2017)

Срок сева	Выживаемость, %	Перезимовка, %	Число продуктивных стеблей, шт/м ²	Коэффициент продуктивной кустистости	Масса 1000 зерен, г	Число зерен в колосе, шт	Урожайность, т/га
05.09	92,3	96,8	452	3,3	50,2	41,4	7,54
10.09	92,9	97,1	504	3,1	50,3	43,1	7,94
15.09	88,5	94,5	404	2,5	50,5	40,3	7,29
20.09	87,5	94,7	400	2,6	49,7	38,3	7,18
25.09	65,6	97,2	393	2,4	49,3	38,7	6,95
30.09	59,9	95,1	382	1,9	49,1	37,0	6,07
НСР 0,05 т/га							0,63

Таблица 2.

Характеристика озимой мягкой пшеницы Виола по количественным признакам в зависимости от нормы высева (среднее 2014–2017)

Норма высева, млн шт./га	Коэффициент продуктивной кустистости	Высота стебля, см	Длина колоса, см	Масса зерна в колосе, г	Масса 1000 зерен, г	Число зерен в колосе, шт.	Средняя урожайность, т/га
2,5	3,1	95	11,1	2,16	50,7	42,6	7,31
3,0	3,1	94	11,1	2,13	50,1	42,5	7,80
3,5	3,1	95	11,1	2,13	50,8	42,0	8,10
4,0	2,8	97	11,2	2,08	48,8	42,3	8,00
4,5	3,2	97	11,1	2,12	50,5	42,1	8,27
5,0	3,0	96	10,8	2,09	50,2	41,8	8,21
НСР 0,05 т/га							0,71

ветственно. Масса 1000 зерен — довольно устойчивый сортовой признак, который определяется и таким технологическим приемом как норма высева. Установлено, что наибольшей масса 1000 зерен была на изреженном посеве — 42,6 г, а наименьшей при норме 5,0 млн шт/га — 41,8 г. Но эта разница незначительная. Анализируя данные таблицы 2 можно сделать вывод, что нормы высева не оказали существенного влияния на высоту растений, длину колоса и число зерен в колосе, что подтверждает высокую пластичность озимой пшеницы сорта *Виола*. Максимальный показатель коэффициента кущения зафиксирован при высеве 4,5 млн шт/га — 3,2.

Таким образом, для озимой пшеницы сорта *Виола* в условиях Рязанской области благоприятный срок сева — с 5 по 10 сентября при оптимальной норме высева 4,5 млн шт/га. Растения, высеянные за этот период, успевают сформировать развитый узел кущения, за счет этого быстро отрастают весной и лучше сохраняются в период летней вегетации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Боме, Н.А. Полевая всхожесть семян и выживаемость растений ячменя как показатели адаптации к меняющимся условиям среды / Н.А. Боме, А.Я. Боме, Н.В. Тетяников// Аграрный вестник Урала. — 2015. — № 4 (134). — С. 15–18.
2. Дорофеев, Н.В. Озимая пшеница в Иркутской области / Н.В. Дорофеев, А.А. Пешкова, В.К. Войников — отв. ред. О.П. Родченко. — Иркутск: Арт-Пресс, 2004. — 175 с.
3. Ториков, В.Е. Нормы и сроки посева зерновых / В.Е. Ториков// Зерновые культуры. — 1993. — № 1. — С. 26–28.
4. Тураев, О.М. Влияние сроков посева на урожайность сортов озимой пшеницы / О.М. Тураев, С.С. Жирных// Вестник Марийского государственного университета. — 2015. — № 4 (16) том 4. — С. 59–61.
5. Чепец, Е.С. Обоснование сроков и способов уборки озимого ячменя в приазовской зоне Ростовской области: автореф. дис... канд. с.-х. наук — Е.С. Чепец Донской государственный аграрный университет. — п. Персиановский, 2012. — С. 7.

LIST OF SOURCES

1. Bome, N.A. Polevaya vsxozhest' semyan i vyzhivaemost' rastenij yachmenya kak pokazateli adaptacii k menyayushhimsya usloviyam sredy` / N.A. Bome, A.Ya. Bome, N.V. Tetyannikov// Agrarny`j vestnik Urala. — 2015. — № 4 (134). — S. 15–18.
2. Dorofeev, N.V. Ozimaya psheniciza v Irkutskoj oblasti / N.V. Dorofeev, A.A. Peshkova, V.K. Vojnikov — отв. red. O.P. Rodchenko. — Irkutsk: Art-Press, 2004. — 175 s.
3. Torikov, V.E. Normy` i sroki poseva zernovy`x / V.E. Torikov// Zernovy`e kul'tury`. — 1993. — № 1. — S. 26–28.
4. Turaev, O.M. Vliyanie srokov poseva na urozhajnost` sortov ozimoy pshenicy / O.M. Turaev, S.S. Zhirny`x// Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. — 2015. — № 4 (16) tom 4. — S. 59–61.
5. Chepec, E.S. Obosnovanie srokov i sposobov uborki ozimogo yachmenya v priazovskoj zone Rostovskoj oblasti: avtoref. dis... kand. s.-x. nauk — E.S. Chepecz Donskoj gosudarstvenny`j agrarny`j universitet. — p. Persianovskij, 2012. — S. 7.

Е.Н. Седов, академик РАН

М.А. Макаркина, доктор сельскохозяйственных наук

З.М. Серова, кандидат сельскохозяйственных наук

Т.В. Янчук, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур

РФ, 302530, Орловская обл., д. Жилина

E-mail: sedov@vniispk.ru

УДК 634.11:631.52

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/42-47

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЯБЛОНИ НА УЛУЧШЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ

Во всероссийском научно-исследовательском институте селекции плодовых культур около 50 лет ведется работа по созданию сортов яблони не только адаптивных, скороплодных, высокоурожайных, с высокими товарными и потребительскими качествами плодов, но и с плодами, богатыми сахаром, аскорбиновой кислотой (витамином С) и Р-активными веществами. В статье приведено краткое хозяйственно-биологическое описание сортов с улучшенным биохимическим составом плодов. Из сортов яблони селекции ВНИИСПК многолетнее изучение дало возможность выделить 3 сорта с высоким содержанием в плодах сахаров, в том числе Благодать — 13,3%, Вавиловское — 13,0% и Министр Киселев — 13,1%, при среднем содержании у 58 сортов — 10,6%. Лучшими сортами по содержанию в плодах аскорбиновой кислоты были сорта Ивановское — 19,5 мг/100 г, Ветеран — 19,4, Низкорослое — 18,0 и Пепин орловский — 15,3 мг/100 г. При среднем содержании у 58 сортов Р-активных веществ 364 мг/100 г выделились Кандиль орловский — 558, Орловский пионер — 514, Памяти Хитрово — 480 и Радость Надежды — 474 мг/100 г. Многолетняя работа показала, что селекционным путем возможно значительно улучшить биохимический состав плодов у яблони. Внедрение в производство интенсивных садов сортов с высоким содержанием сахаров, аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ дает возможность увеличить пищевую и лечебно-профилактическую ценность плодов без дополнительных затрат.
Ключевые слова: яблоня, селекция, сорта, сахара, аскорбиновая кислота, Р-активные вещества.

E.N. Sedov, *Academician of RAS*
 M.A. Makarkina, *Grand PhD in Agricultural sciences*
 Z.M. Serova, *PhD in Agricultural sciences*
 T.V. Yanchuk, *PhD in Agricultural sciences*
 Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding
 RF, 302530, Orlovskaya obl., d. Zhilina
 E-mail: sedov@vniispk.ru

RESULTS OF APPLE-TREE BREEDING FOR FRUITS BIOCHEMICAL COMPOSITION IMPROVEMENT

Breeding for creating apple varieties not only adaptive, perishable, high-yielding, with high commodity and consumer qualities of fruits, but also with fruits rich in sugar, ascorbic acid (vitamin C) and P-active substances has been conducted for about 50 years at the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK). Apple varieties with the improved biochemical composition of fruit are briefly described in this article. The long-term study made it possible to identify 3 varieties among apple varieties of VNIISPK breeding that have high content of sugars in fruit including Blagodat – 13.3%, Vavilovskoye – 13.0 and Ministr Kisilev – 13.1%, with an average sugar content in 58 varieties – 10.6%. The best varieties by the content of ascorbic acid in fruits were Ivanovskoye – 19.5 mg/100 g, Veteran – 19.4, Nizkorosloye – 18.0 and Pepin Orlovsky – 15.3 mg/100 g. With an average content of P-active substances 364 mg/100 g in 58 varieties the best varieties were Candil Orlovsky – 558, Orlovsky Pioner – 514, Pamyaty Khitrovo – 480 and Radost Nadezhdy – 474 mg/100 g. The long-term work has shown that by breeding it is possible to improve significantly the biochemical composition of the fruit in apple. The introduction of intensive orchards into production with apple varieties having high content of sugars, ascorbic acid and P-active substances gives an opportunity to increase the food and medicine value of fruits without additional costs.

Key words: apple, breeding, varieties, sugars, ascorbic acid, P-active substances.

Целенаправленная селекция яблони на улучшение биохимического состава плодов ведется во ВНИИСПК с 1970 года. За 48-летний период накоплен большой экспериментальный материал по содержанию у новых сортов в плодах сахаров, аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ. Только в селекции на повышенное содержание в плодах аскорбиновой кислоты осуществлено более 340 комбинаций скрещивания, опылено 450 тыс. цветков, выращено более 100 тыс. сеянцев и после отбраковки их в селекционном питомнике в селекционные сады высажено более 20 тыс. сеянцев [3, 5, 6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыты и наблюдения проводили в садах сортоизучения, используя общепринятые методы, а также в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов. Содержание сахаров в плодах определяли по методу Бертрана, аскорбиновой кислоты – титрованием шавелевокислых вытяжек краской Тильманса (2,6-дихлорфенолиндофенол), Р-активных веществ – колориметрическим методом в модификации Л.И. Вигорова.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Выработаны требования к новым сортам яблони по основным показателям биохимического состава плодов: содержание сахаров 11...12%; аскорбиновой кислоты (витамина С) – 30 мг/100 г; Р-активных веществ (витамина Р) – 200...300 мг/100 г.

Селекция на повышенное содержание в плодах сахаров

Углеводы (сахара) – основной источник энергии и главный опорный материал клеток, универсальный аккумулятор и донор энергии для всех химических реакций, проходящих в клетке. Сахара (фруктоза, глюкоза), содержащиеся в плодах, легко усваиваются организмом человека, что обуславливает их ценность.

В результате многолетнего изучения биохимического состава плодов у 58 сортов селекции ВНИИСПК выявлены лучшие по содержанию сахара:

Благодать – 13,3, *Вавиловское* – 12,2 и *Министр Киселев* – 13,1% при среднем содержании у всех – 10,6%, а у широкоизвестных среднерусских сортов – *Антоновка обыкновенная*, *Осеннее полосатое*, *Грушовка московская* в плодах – 9,1, 9,2, 9,3% соответственно.

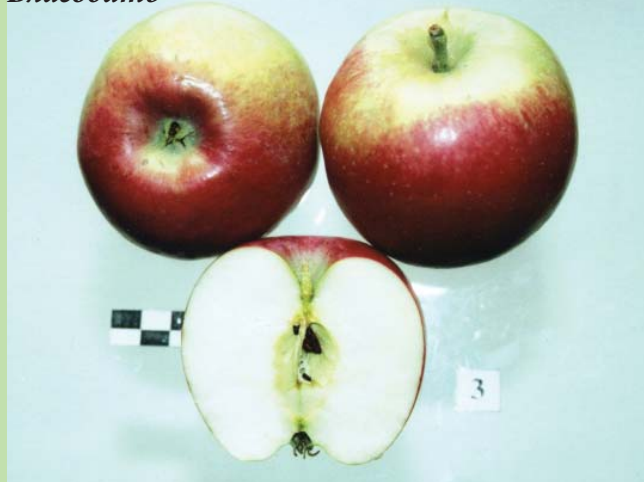
Краткая хозяйственно-биологическая характеристика лучших сортов по содержанию сахаров

Благодать [23-20-74 (814 – свободное опыление) х Джаент Спай]. Зимний сорт. Авторы сорта: Е.Н. Седов, З.М. Серова, В.В. Жданов, Г.А. Седышева. Триплоидный, сравнительно устойчивый к парше сорт с высокотоварными плодами. С 2009 года проходит государственное испытание. Деревья среднерослые, быстрорастущие, с округлой кроной средней густоты, плоды крупные (200 г), среднеуплощенные, конические, с гладкой широкоребристой поверхностью, покровная окраска на половине поверхности в виде широких сливающихся полос малинового цвета, внешний вид оценивается на 4,4 балла, вкус – 4,3 балла. Химический состав плодов: сумма сахаров – 13,3%, содержание титруемых кислот – 0,66%, аскорбиновой кислоты – 6,0 мг/100 г, витамина Р – 400 мг/100 г. Сохраняются плоды в холодильнике до февраля. Сорт урожайный (23 т/га).

Достоинства сорта: высокая урожайность, регулярность плодоношения, товарность и вкусовые качества плодов.

Вавиловское [18-53-22 (Скрыжапель х OR18T13) х Уэлси тетраплоидный]. Авторы сорта: Е.Н. Седов, З.М. Серова, Г.А. Седышева, В.В. Жданов. Триплоидный, иммунный к парше, высокоурожайный сорт с плодами зимнего созревания, в 2015 году включен в Госреестр селекционных достижений РФ (далее Госреестр). Деревья средней величины с округлой кроной средней густоты, плоды приплюснутые, шаровидные, широкоребристые, скошенные, покровная окраска занимает примерно половину поверхности в виде размытых полос буровато-красного цвета во время съема и красного в потребительскую зрелость, привлекательность оценивается на 4,6 балла, вкус – 4,3 балла, масса выше средней – 170 г. Содержание: сахаров – 13,0%, титруемых кислот – 0,67%, аскорбиновой кислоты – 5,1 мг/100 г, Р-активных веществ – 337,4 мг/100 г. Съем пло-

Благодать



дов — в середине сентября, потребительский период плодов продолжается до марта.

Достоинства сорта: регулярность плодоношения, высокая урожайность, отличные товарные и потребительские качества плодов, длительная лежкость.

Министр Киселев (Чистотел х Уэлси тетраплоидный). Авторы сорта: Е.Н. Седов, З.М. Серова, Г.А. Седышева. Триплоидный зимний сорт. В 2016 году сорт включен в Госреестр. Деревья крупные с округлой кроной, масса плодов выше

Вавиловское



условиях Орловской области наступает 15 сентября, плоды могут сохраняться до середины марта.

Достоинства сорта: высокая урожайность, регулярное плодоношение, длительная лежкость плодов.

Селекция на повышенное содержание в плодах аскорбиновой кислоты (АК, витамин С)

Организм человека не способен синтезировать аскорбиновую кислоту и должен получать ее в готовом виде с пищей. Для нормальной жизнедеятельности организма человека доза аскорбиновой кислоты в России рекомендуется 70...100 мг в день. Лицам, возраст которых превышает 50 лет, ежедневный прием аскорбиновой кислоты должен быть в 1,5 раза больше общепринятых норм.

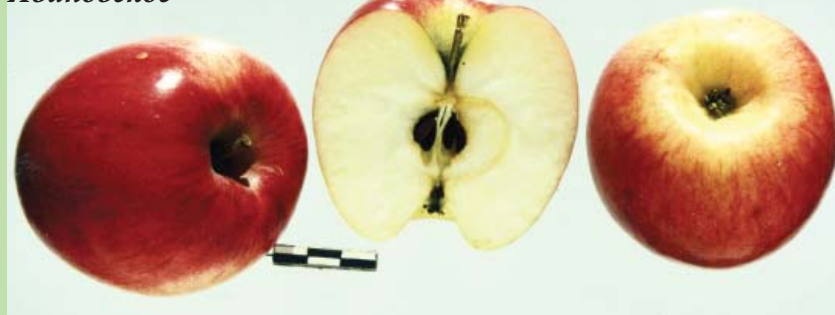
Во ВНИИСПК целенаправленная селекция яблони на повышенное содержание аскорбиновой кислоты в плодах ведется с 1970 года. Новый этап связан с целенаправленными ступенчатыми (сложны-

ми) скрещиваниями, когда лучшие сеянцы от простых скрещиваний используются в гибридизации между собой или с высоковитаминными сортами. [4]

Краткая хозяйственно-биологическая характеристика лучших сортов по содержанию аскорбиновой кислоты сортов

Ивановское (Уэлси х Прима). Зимний сорт. Авторы: Е.Н. Седов, З.М. Серова, В.В. Жданов, Е.А. Дол-

Ивановское



средней — 170 г, средней одномерности, приплюснутые, конические, широкоребристые, покровная окраска — на большей части в виде размытого румянца малинового цвета, вид и вкус оцениваются на 4,4 балла. Плоды характеризуются повышенным содержанием сахаров — 13,1%, титруемых кислот — 0,59%, аскорбиновой кислоты — 3,4 мг/100 г, Р — активных веществ — 387 мг/100 г. Съемная зрелость в

Министр Киселев

Памяти Хитрово



ветеран. В 2010 году сорт включен в Госреестр. Деревья среднего размера, быстрорастущие, с округлой кроной, масса плодов средняя – 160 г, одномерные, округло-конические, среднеуплощенные, слаборебристые, покровная окраска на большей части пурпуровая или малиновая, мякоть кремоватая, плотная, колющаяся, мелкозернистая, очень сочная, вид и вкус оцениваются на 4,4 балла. Содержание сахаров – 11,8%, титруемых кислот – 0,85%, аскорбиновой кислоты – 19,5 мг/100 г. Сорт иммунный к парше (ген V_p). В холодильнике плоды могут сохраняться до конца января.

Достоинства сорта: иммунитет к парше, десертные качества с повышенным содержанием аскорбиновой кислоты.

Ветеран (Кинг – свободное опыление). Зимний сорт. Авторы сорта: Е.Н. Седов, Н.Г. Красова, М.В. Михеева. В 1989 году сорт включен в Госреестр.



Деревья средней силы роста с шаровидной компактной кроной, масса плодов средняя – 130 г, слабоуплощенные, слегка конические в верхней части, покровная окраска на большей части поверхности в виде оранжево-розовых полос и крапин, мякоть буровато-желтая, нежная, сочная, очень хорошего вкуса, внешний вид и вкус оцениваются на 4,4 балла. Химический состав: сумма сахаров – 10,3%, титруемых кислот – 0,71%, количество аскорбиновой кислоты – 19,4 мг/100 г, Р-активных веществ – 229 мг/100 г. Съемная зрелость наступает во второй половине сентября. Плоды в

холодильнике могут сохраняться до середины марта.

Достоинства сорта: скороплодность, урожайность, хорошие товарные и потребительские качества плодов, высокое содержание в плодах аскорбиновой кислоты.

Низкорослое (Скрыжапель х Пепин шафранный). Зимний триплоидный сорт. Авторы сорта: Е.Н. Седов, В.К. Заец, Н.Г. Красова, М.В. Михеева. В 1997 году сорт включен в Госреестр. Деревья сравнительно низкие, с уплощенной кроной средней густоты, масса плодов средняя – 130 г, округлые, приплюснутые, с крупными хорошо заметными ребрами, покровная окраска на большей части в виде



красных сливающихся в сплошной румянец полос, мякоть зеленоватая, колющаяся, очень сочная, оценка внешнего вида – 4,3 балла, вкуса – 4,2 балла. В плодах содержится 10,6% сахаров, 0,35% титруемых кислот, 18,0 мг/100 г аскорбиновой кислоты, 293 мг/100 г Р-активных веществ. Плоды в хранилище не теряют свойств до конца февраля.

Пепин орловский (Пепин шафранный – свободное опыление). Зимний сорт. Авторы Е.Н. Седов, В.К. Заец, Н.Г. Красова, Т.А. Трофимова. В 2001 году сорт включен в Госреестр. Деревья крупные с округлой кроной, масса плодов средняя – 140 г, ширококонические, широкоребристые, покровная окраска на большей части размытая, малиновая, мякоть белая, плотная, мелкозернистая. За внешний



вид плоды получили оценку 4,4 балла, за вкус – 4,3 балла. Химический состав плодов: сумма сахаров – 10,2%, титруемых кислот – 0,59%, количество аскорбиновой кислоты – 15,3 мг/100 г, Р-активных веществ – 241 мг/100 г. Съемная зрелость наступает в третьей декаде сентября. Плоды могут сохраняться до середины января.

Достоинства сорта: высокая и регулярная урожайность, товарность плодов, очень высокая полевая устойчивость к парше.

Селекция на повышенное содержание в плодах Р-активных веществ

Основные представители Р-активных веществ – флавоноиды (катехины, лейкоантоцианы, флавоноиды, антоцианы и сополимеризованные формы этих соединений). В яблоках из перечисленной группы в основном содержатся бесцветные катехины и лейкоантоцианы. [3, 11] Действие Р-активных веществ на сердечно-сосудистую систему выражается в улучшении кровообращения и тонуса сердца, предупреждении атеросклероза. Р-активные вещества, особенно в сочетании с аскорбиновой кислотой, уменьшают проницаемость и ломкость капилляров, улучшают внутритканевое дыхание. Высоким содержанием Р-активных веществ отличаются следующие сорта: *Кандиль орловский* – 558 мг/100 г, *Орловский пионер* – 514, *Памяти Хитрово* – 480 и *Радость Надежды* – 474 мг/100 г, при среднем содержании у 58 изученных сортов селекции ВНИИСПК – 364 мг/100 г.

В плодах *Антоновки обыкновенной* содержалось Р-активных веществ – 263, *Осеннего полосатого* – 415 и *Коричного полосатого* – 129 мг/100 г.

Краткая характеристика сортов, содержащих в плодах большое количество Р-активных веществ

Кандиль орловский (1924 – свободное опыление). Зимний сорт. Авторы сорта: Е.Н. Седов, З.М. Серова, В.В. Жданов, Е.А. Долматов. В 2001 году сорт включен в Госреестр. Деревья среднерослые, крона деревьев средней густоты, округлая, с поникающими ветвями, масса плодов средняя – 120 г, продолговато-конические (форма кандилей), скошенные, сильноребристые, покровная окраска занимает половину поверхности в виде размытого малинового румянца, мякоть белая, зеленоватая, нежная, мелкозернистая, сочная, внешний вид и вкус оцениваются на 4,4 балла. Химический состав: сумма сахаров – 10,2%, титруемых кислот – 0,56%, количество аскорбиновой кислоты – 7,2 мг/100 г, Р-активных веществ – 558 мг/100 г. Съемная зрелость наступает в середине сентября, плоды могут сохраняться до февраля.

Достоинства сорта: иммунитет к парше, высокая скороплодность и урожайность, товарные и потребительские качества плодов.

Орловский пионер (Антоновка краснобочка х SR0523). Осенний, устойчивый к парше, с геном V_m. Авторы сорта: Е.Н. Седов, З.М. Серова, В.В. Жданов, Ю.И. Хабаров. В 1999 году сорт включен в Госреестр. Деревья умеренного роста, с округлой кроной, масса плодов средняя – 140 г, одномерные, сильноуплощенные (репчатые), с ребристой поверхностью, покровная окраска на большей части в виде румянца и полос красного цвета, мякоть зеленоватая, плотная, колющаяся, сочная, вид и вкус оцениваются на 4,3 балла. Химический состав: сумма сахаров – 10,0%, количество аскорбиновой кислоты – 14,8%, Р-активных веществ – 514 мг/100 г. Съемная зрелость наступает во второй половине августа. Потребительский

период продолжается с начала сентября до конца октября.

Достоинства сорта: устойчивость к парше, высокая урожайность и товарность плодов.

Памяти Хитрово (OR18T13 – свободное опыление). Иммуноустойчивый к парше зимний сорт. Авторы сорта: Е.Н. Седов, З.М. Серова, В.В. Жданов, Е.А. Долматов, А.Н. Бородин, В.И. Павлюк. В 2001 году сорт включен в Госреестр. Деревья среднего размера, быстрорастущие, с округлой кроной, плоды выше средней величины (170 г), приплюснутые, конические, ребристые, покровная окраска на большей части в виде ярко-красного румянца и крапин. Мякоть плодов белая, кремоватая, сочная, внешний вид и вкус оцениваются на 4,3 балла. Химический состав: общее количество сахаров – 10,6%, титруемых кислот – 0,25%, аскорбиновой кислоты – 6,9 мг/100 г, Р-активных веществ – 480 мг/100 г. Съемная зрелость наступает в середине сентября. Потребительский период плодов продолжается с октября до конца февраля.

Достоинства сорта: иммунитет к парше (ген V_p), регулярность плодоношения, высокие товарные и потребительские качества плодов.

Радость Надежды (Уэлси – свободное опыление). Позднелетний сорт. Авторы: Е.Н. Седов, Н.Г. Красова, З.М. Серова, М.В. Михеева. В 2011 году сорт включен в Госреестр. Деревья средней величины, быстрорастущие, крона округлая, средней густоты, плоды средней массы (150 г), одномерные, плоско-округлые, слаборебристые, скошенные, покровная окраска на большей части в виде полос и размытого румянца темно-красного цвета, мякоть белая, зеленоватая, нежная, сочная, внешний вид оценивается на 4,4 балла, вкус – 4,3 балла. Химический состав: общее количество сахаров – 10,7%, титруемых кислот – 0,64%, аскорбиновой кислоты – 4,7 мг/100 г, Р-активных веществ – 474 мг/100 г. Съемная зрелость наступает, как и у сорта *Мелба*, 15–28 августа. Потребительский период плодов продолжается до 30 ноября.

Достоинства сорта: высокая полевая устойчивость к парше, урожайность, высокие товарные и потребительские качества плодов.

ВЫВОДЫ

Селекция яблони на улучшение биохимического состава плодов имеет большие перспективы, так как внедрение в производство интенсивных садов сортов с высоким содержанием сахаров, аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ дает возможность увеличить пищевую и лечебно-профилактическую ценность плодов без дополнительных затрат. К сожалению, приходится признать факт о неопозволительно затянувшимся практическом использовании достижений: высоковитаминные сорта слишком медленно выходят за пределы опытов садов в промышленные и приусадебные сады. [2]

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дадыкин, В. По яблоку в день – и доктора не нужны / В. Дадыкин – Газета «Сельская жизнь». – 2019 г. (7–13 февраля). – № 5. – С. 13.
2. Жбанова, Е.В. Витамины: от истории открытия – до наших дней / Е.В. Жбанова – Мичуринск-наукоград РФ, 2009. – 232 с.
3. Седов, Е.Н. Селекция и новые сорта яблони / Е.Н. Седов – Орел: ВНИИСПК, 2011. – 624 с.
4. Седов, Е.Н. Развитие наследия Н.И. Вавилова в селекции яблони на улучшение химического состава плодов

- / Е.Н. Седов, М.А. Макаркина, З.М. Серова // Плодоводство: РУП «Институт плодоводства». — Самохваловичи, 2012. — Т. 24. — С. 220–233.
- Седов, Е.Н. Инновации в изменении генома яблони. Новые перспективы в селекции / Е.Н. Седов, Г.А. Седышева, М.А. Макаркина и др. — Орел: ВНИИСПК. — 2015. — 336 с.
 - Седов, Е.Н. Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони / Е.Н. Седов, М.А. Макаркина, Н.С. Левгерова. — Орел: ВНИИСПК. — 2017. — 310 с.
 - Zhbanova, E.V. Vitaminy': ot istorii otkry'tiya — do nashix dnei / E.V. Zhbanova — Michurinsk-naukograd RF, 2009. — 232 s.
 - Sedov, E.N. Selekcija i novy'e sorta yabloni / E.N. Sedov — Орел: ВНИИСПК, 2011. — 624 s.
 - Sedov, E.N. Razvitie naslediya N.I. Vavilova v selekcii yabloni na uluchshenie ximicheskogo sostava plodov / E.N. Sedov, M.A. Makarkina, Z.M. Serova // Плодоводство: РУП «Институт плодоводства». — Самохваловичи, 2012. — Т. 24. — С. 220–233.
 - Sedov, E.N. Innovacii v izmenenii genoma yabloni. Novy'e perspektivy' v selekcii / E.N. Sedov, G.A. Sedy'sheva, M.A. Makarkina i dr. — Орел: ВНИИСПК. — 2015. — 336 с.
 - Sedov, E.N. Bioximicheskaya i tehnologicheskaya karakteristika plodov genofonda yabloni / E.N. Sedov, M.A. Makarkina, N.S. Levgerova. — Орел: ВНИИСПК. — 2017. — 310 с.

LIST OF SOURCES

- Dady'kin, V. Po yabloku v den' — i doktora ne nuzhny' / V. Dady'kin — Gazeta «Sel'skaya zhizn'». — 2019 g. (7–13 fevralya). — № 5. — S. 13.

М.В. Кашуков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

А.А. Калов, магистрант

Х.М. Кошуков, студент

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова

РФ, 360030, Кабардино-Балкария, г. Нальчик, ул. Ленина, 1 «в»

E-mail: aslant_kalov@mail.ru

УДК 633.15:631.46

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/47-49

ПРОДУКТИВНОСТЬ НОВЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

В статье представлены данные по урожайности гибридов кукурузы разных сроков созревания в зависимости от доз внесения Органомикс + N₃₀P₉₀, ЖКУ+N₃₀P₁₀₀ и птичьего помета в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии. Чтобы установить эффективность доз новых удобрений под гибриды кукурузы, в 2017–2018 годах был заложен полевой опыт, в предгорной зоне на территории учебно-опытного комплекса Кабардино-Балкарского ГАУ. Почва опытного участка относится к черноземам выщелоченным, содержание гумуса в пахотном горизонте 4–5,5%, общего азота — 0,2–0,31%, емкость поглощения — 30–40 мг экв на 100 г почвы, плотность пахотного слоя 1,1–1,2 г/см³, подвижного фосфора — 10–20 мг на 100 г почвы, обменного калия — 30–70 мг на 100 г почвы, реакция почвенного раствора нейтральная — pH=7. Для исследований были отобраны новые перспективные гибриды кукурузы: Краснодарский 452 АМВ, простой среднепоздний гибрид (ФАО 450), Краснодарский 507 АМВ, позднеспелый гибрид (ФАО 530), Краснодарский 575 АМВ, позднеспелый гибрид (ФАО 570). Совместное применение указанных органо-минеральных удобрений и биопрепарата увеличивало урожайность гибридов кукурузы Краснодарский 452 АМВ до 9,69 т/га, Краснодарский 507 АМВ — 9,75 и Краснодарский 575 АМВ до 101,4 ц/га.

Ключевые слова: гибриды кукурузы, Органомикс+N₃₀P₉₀, ЖКУ+N₃₀P₁₀₀ птичий помет, урожайность, Кабардино-Балкария.

M.V. Kashukov, Grand PhD in Agricultural sciences, Professor

A.A. Kalov, master's Degree student

Kh.M. Koshukov, student

V.M. Kokov Kabardino-Balkarian State Agricultural University

RF, 360030, Kabardino-Balkaria, g. Nal'chik, ul. Lenina, 1 «v»

E-mail: aslan_kalov@mail.ru

PRODUCTIVITY OF NEW CORN HYBRIDS ON LEACHED CHERNOZEM OF THE FOOTHILL ZONE OF KABARDINO-BALKARIA DEPENDING ON THE RATES OF FERTILIZERS APPLICATION

The article presents data on yield of the corn hybrids of different ripening periods depending on the doses of Organomix + N₃₀P₉₀, Liquid complex fertilizer + N₃₀P₁₀₀ and poultry manure in the foothill zone of Kabardino-Balkaria. In order to establish the effectiveness of new fertilizers doses for corn hybrids, field experience was laid in 2017–2018 in the foothill zone on the territory of the scientific-experimental complex of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University. The experimental plot soil refers to leached chernozem, the humus content in the arable layer is 4–5.5%, total nitrogen is 0.2–0.31%, the absorption capacity is 30–40 mg-eq per 100 g of soil, the arable layer density — 1.1–1.2 g/cm³, mobile phosphorus — 10–20 mg per 100 g of soil, exchangeable potassium — 30–70 mg per 100 g of soil, the soil solution reaction is neutral — pH=7. New perspectives corn hybrids were selected for research: Krasnodarskiy 452 AMV, simple average-late hybrid (FAO 450), Krasnodarskiy 507 AMV, late-ripe hybrid (FAO 530), Krasnodarskiy 575 AMV, late-ripe hybrid (FAO 570). The combined application of these organomineral fertilizers and a biopreparation was increased the yield of corn hybrids Krasnodarskiy 452 AMV to 9.69 t/ha, Krasnodarskiy 507 AMV — 9.75 and Krasnodarskiy 575 AMV to 101.4 c/ha — 9.75.

Key words: corn hybrids, Organomix + N₃₀P₉₀, Liquid complex fertilizer + N₃₀P₁₀₀ poultry manure, yield, Kabardino-Balkaria.

Таблица 1.

Структура урожая гибридов кукурузы в зависимости от питания минеральными и органическими удобрениями

№ п/п	Вариант	Длина початка	Количество		Масса			Выход зерна, %
			зерен в рядке	зерен в початке	початка	зерен в початке	1000 семян	
Краснодарский 452 АМВ								
1.	Контроль	21,3	39,6	633,4	170,8	152,6	244,6	83,2
2.	Органомикс + N ₃₀ P ₉₀	22,0	41,6	665,8	185,2	168,0	256,1	84,2
3.	Птичий помет	21,8	40,6	649,6	178,6	160,4	250,6	83,2
4.	ЖКУ+N ₃₀ P ₁₀₀	24,0	45,7	730,8	211,1	193,9	269,4	84,2
Краснодарский 507АМВ								
1.	Контроль	22,7	40,6	649,6	167,7	149,5	239,6	83,2
2.	Органомикс + N ₃₀ P ₉₀	23,5	42,6	682,1	183,4	166,2	247,4	84,2
3.	Птичий помет	23,2	41,6	665,8	176,3	158,0	241,0	83,2
4.	ЖКУ+N ₃₀ P ₁₀₀	25,5	46,7	747,0	212,4	195,2	265,2	84,2
Краснодарский 575 АМВ								
1.	Контроль	20,9	38,6	617,1	170,1	151,8	249,9	83,2
2.	Органомикс + N ₃₀ P ₉₀	21,7	40,6	649,6	184,6	167,4	261,6	84,2
3.	Птичий помет	21,4	39,6	633,4	177,6	159,4	255,5	83,2
4.	ЖКУ+N ₃₀ P ₁₀₀	23,9	44,7	714,6	214,7	197,4	280,5	84,2

Таблица 2.

Урожайность гибридов кукурузы в зависимости от внесения органических и минеральных удобрений

№ п/п	Вариант	Краснодарский 452 АМВ		Краснодарский 507АМВ		Краснодарский 575АМВ	
		Урожайность, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая, ц/га
1.	Контроль	76,2	0,0	74,7	0,0	75,9	0,0
2.	Органомикс + N ₃₀ P ₉₀	83,9	7,7	83,0	8,3	83,6	7,7
3.	Птичий помет	80,2	4,0	79,0	4,3	79,7	3,8
4.	ЖКУ+N ₃₀ P ₁₀₀	96,9	20,7	97,5	22,8	98,7	22,8

Кукуруза – одна из важнейших культур мирового зернового баланса. Основной фактор интенсификации производства зерна кукурузы – создание адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям высокопродуктивных гибридов и применение новых органо-минеральных удобрений.

Высокие результаты определяют не отдельные агротехнические приемы, а целый комплекс мероприятий, включающих достижения науки и практики, научно обоснованное размещение различных культур севооборотов и рациональная обработка почвы, а также применение высокоурожайных гибридов, оптимальных сбалансированных доз минеральных и органических удобрений, внедрение интегрированной системы уничтожения сорняков, вредителей и болезней, использование высокопроизводительной и совершенной техники. Коллективные сельскохозяйственные предприятия и фермерские хозяйства Республики – крупные производители кукурузы на зерно не только для местных нужд, но и для северных и центральных кукурузосеющих регионов Российской Федерации.

Чтобы установить эффективность доз новых удобрений под гибриды кукурузы в 2017–2018 годах был заложен полевой опыт в предгорной зоне на территории учебно-опытного комплекса Кабардино-Балкарского ГАУ.

Цель работы – оптимизация питания перспективных гибридов, изучение динамики питательных веществ на выщелоченных черноземах, выявление воздействия новых органических веществ и минеральных удобрений на урожайность и качество гибридов.

Почва опытного участка относится к черноземам выщелоченным, содержание гумуса в пахотном горизонте 4...5,5%, общего азота – 0,2...0,31%, емкость поглощения – 30...40 мг экв на 100 г почвы, плотность пахотного слоя 1,1...1,2 г/см³, подвижного фосфора – 10...20 мг на 100 г почвы, обменного калия – 30...70 мг на 100 г почвы, реакция почвенного раствора нейтральная – рН-7.

Для исследований были отобраны новые перспективные гибриды кукурузы:

Краснодарский 452 АМВ, простой среднепоздний (ФАО 450)

Краснодарский 507 АМВ, позднеспелый (ФАО 530)

Краснодарский 575 АМВ, позднеспелый (ФАО 570)

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Общая площадь делянки 150 м², учетной – 50 м².

Схема закладки опыта: 1. Контроль без удобрения. 2. Органомикс + N₃₀P₉₀. 3. Птичий помет. 4. ЖКУ+N₃₀P₁₀₀ (трехкратная повторность).

Все предусмотренные программы наблюдения, учеты и анализы выполнены по соответствующим методикам и ГОСТам.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Лучшие показатели по элементам структуры урожая получены в варианте с внесением ЖКУ+N₃₀P₁₀₀ у гибрида *Краснодарский 452 АМВ* увеличилось количество и масса зерен до 730,8 шт. и 193,9 г (против 633,4 и 152,6 в контроле) у *Краснодарского 507 АМВ* до 747 шт. и 195,2 (контроль – 642,6 шт. и 149,5 г) у *Краснодарского 575 АМВ* – до 714,6 шт. и 197,4 г соответственно (табл. 1).

Исследования показали, что урожайность и структура урожая существенно изменились в зависимости от видов и доз органо-минеральных, органических и минеральных удобрений с внесением

ЖКУ+N₃₀P₁₀₀ получены лучшие результаты по урожайности семян (табл. 2).

Таким образом, среди изучаемых гибридов наилучшие показатели по всем элементам структуры урожая и урожайности установлены у гибрида *Краснодарский 575 АМВ* – 98,7 ц/га, в варианте с внесением ЖКУ+N₃₀P₁₀₀, прибавка урожая составила 22,8 ц/га. Подобная тенденция прослеживается и с остальными гибридами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Жеруков, Б.Х. Возделывание кукурузы в предгорной зоне Кабардино-Балкарии // Б.Х. Жеруков, М.А. Шаваев, И.А. Карова // Агротехнический вестник. – 2003. – № 5. – С. 14–16.
2. Канукова, Ж.О. Корреляционный анализ показателей гибридов кукурузы с использованием минеральных удобрений в горной зоне Кабардино-Балкарской республики // Ж.О. Канукова, М.В. Кашуков, В.Х. Калова. // Агротехнический вестник. – 2015. – № 2 (38). – С. 71–74.
3. Топалова, З.Х. Продуктивность сахарной кукурузы в зависимости от сроков внесения ЖКУ в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии // З.Х. Топалова, Ю.М. Шогенов, З.С. Шибзухов // Проблемы развития АПК региона. – 2018. – № 3 (35). – С. 82–86.
4. Хуцинова, М.М. Способы защиты кукурузы от сорной растительности в послевсходовый период // Вестник

российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 4. – С. 33–35.

LIST OF SOURCES

1. Zherukov, B.X. Vozdelyvanie kukuruzy v predgornoj zone Kabardino-Balkarii / B.X. Zherukov, M.A. Shavaev, I.A. Karova // Agroximicheskij vestnik. – 2003. – № 5. – S. 14–16.
2. Kanukova, Zh.O. Korrelyacionnyj analiz pokazatelej gibridov kukuruzy s ispol'zovaniem mineral'nyx udobrenij v gornoj zone Kabardino-Balkarskoj respubliky/ Zh.O. Kanukova, M.V. Kashukoev, V.X. Kalova.// Agroprodoval'stvennaya politika Rossii. – 2015. – № 2 (38). – S. 71–74.
3. Topalova, Z.X. Produktivnost' saxarnoj kukuruzy v zavisimosti ot srokov vneseniya ZhKU v usloviyax predgornoj zony Kabardino-Balkarii/Z.X. Topalova, Yu.M. Shogenov, Z.S. Shibzuxov // Problemy razvitiya APK regiona. – 2018. – № 3 (35). – S. 82–86.
4. Xucinova, M.M. Sposoby zashchity kukuruzy ot sornoj rastitel'nosti v poslevsodovnyj period // Vestnik rossijskoj sel'skoxyajstvennoj nauki. – 2017. – № 4. – S. 33–35.

В.З. Венеццев, кандидат биологических наук

М.Н. Захарова

Л.В. Рожкова

Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФНАЦ ВИМ

РФ, 390502, Рязанская обл., с. Подвязые, ул. Парковая, 1

E-mail: podvyaze@bk.ru

УДК: 632.633.63.

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/49-51

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДРОБНОГО ВНЕСЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ БЕТАНАЛЬНОЙ ГРУППЫ В ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Рязанская область ежегодно получает стабильные урожаи корнеплодов сахарной свеклы – 40 т/га. Дальнейший рост урожайности культуры зависит от сбалансированного питания растений, возделываемых гибридов, от качества обработки почвы и фитосанитарного состояния посевов. Сорная растительность в широкорядных посевах сахарной свеклы в начальные периоды вегетации составляет высокую конкуренцию культуре. В статье приведены результаты трехлетних исследований по изучению эффективности гербицидов бетанальной группы, применяемых для снижения засоренности посевов культуры однолетними двудольными сорняками и повышения урожая корнеплодов сахарной свеклы. Исследования проводили на опытных полях ИСА – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (бывший Рязанский НИИСХ). Почва: темно-серая лесная тяжелосуглинистая, содержание гумуса 4,0%, калия и фосфора – высокое, pH – 5,8. Площадь обрабатываемой делянки 50 м², повторность четырехкратная, сорт сахарной свеклы – Океан. Предшественник – озимая пшеница. Под зяблевую вспашку внесли NPK₁₂₀ под предпосевную культивацию – N₆₀, сев осуществляли сеялкой точного высева. Для защиты посевов сахарной свеклы ежегодно испытывали гербициды Бетанал прогресс ОФ – 1,0 л/га, Бельведер Форте – 1,0 л/га, Бетанал Макс Про – 1,5 л/га, Бифор Супер – 1,5 л/га, применение трехкратное. Урожай корнеплодов сахарной свеклы учитывали с площади 10 м² в 4-кратной повторности с каждой опытной делянки путем взвешивания корнеплодов, обрабатывали данные методом дисперсионного анализа. В результате исследований установлено, что изучаемые гербициды на 87–92% снижали засоренность посевов однолетними двудольными сорняками и повышали урожай корнеплодов сахарной свеклы на 29,9–44,1%.

Ключевые слова: сахарная свекла, гербициды, засоренность, биологическая и хозяйственная эффективность, урожайность, Рязанская область.

V.Z. Venevtsev, PhD in Biological sciences

M.N. Zakharova

L.V. Rozhkova

Institute of Seed Growing and Agrotechnology – a branch of the Federal Scientific Agrochemical Engineering Center VIM

RF, 390502, Ryazanskaya obl., s. Podvyaz'e, ul. Parkovaya, 1

E-mail: podvyaze@bk.ru

EFFECTIVENESS OF DOSING APPLICATION OF BENATAL GROUP HERBICIDES IN SUGAR BEET SOWING

Ryazan region annually receives stable yields of sugar beet roots 40 t/ha. Further growth of yields depends on balanced nutrition of plants cultivated hybrids, from the quality of the soil and of the phytosanitary State of sowing culture. Weed vegetation in wider spaced row crops of sugar beet in the initial periods of vegetation is high competition culture. The article presents the results of three studies on the effectiveness of the herbicide betanaloj group, used to reduce contamination of sowing culture annual dicotyledonous weeds and increase the harvest of sugar beet roots. Studies conducted on experimental fields ISSA-branch FGBNU FNAC WIM (former AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE in Ryazan). Soil: dark grey forest tzhzhelosuglinistaja, humus content 4.0%, potassium and phosphorus-high pH is 5.8. Area of cultivated plots 50 m², repetition, four sugar beet variety-Ocean. The predecessor-winter wheat. Under the autumn ploughing had made NPK₁₂₀ under presowing cultivation-N₆₀. SEV conducted seeder sowing machine. For crop protection herbicides were tested annually of sugar beet Betanal progress, UF-1.0 l/HA, Forte di Belvedere-1.0 l/HA, Betanal Max Pro-1.5 l/HA, Bajrang engineering works Super-1.5 l/HA, once applied to weeds. The harvest of sugar beet roots, take into account the square 10 m² in 4-times repeated with each experimental plot by weighing machinery, processed data by ANOVA. The research found that studied herbicides efficiently at 87–92%, reduced infestation annual dicotyledonous weeds and increase the harvest of sugar beet roots to 29.9–44.1%.

Key words: sugar beet, herbicides, debris, biological and economic efficiency, productivity, Ryazan region.

Получение высоких и стабильных урожаев корнеплодов сахарной свеклы возможно только путем повышения эффективности всех технологических операций — обработки почвы, подбора гибридов, разработки схем применения удобрений, систем защиты от сорняков, болезней и вредителей, наносящих ежегодно существенный вред растениям культуры в период вегетации.

Высокая засоренность сельхозугодий — главное препятствие повышения урожайности сахарной свеклы. По данным многолетних исследований степень влияния сорняков составляет: двудольных — 53, злаковых — 16 и многолетних — 15%. [1, 2]

Исследователи — гербологи отмечают, что сахарная свекла чувствительна к засоренности — наличие 4...5 сорняков на 1 м² площади посева ведет к потере 4...5 т/га корнеплодов. [3]

Вредоносность сорняков прямо пропорциональна длительности их произрастания в посевах. В проведенных учеными опытах были получены следующие результаты. Сорняки, произрастающие в посевах свеклы в течение 30 дней, снижали урожайность культуры на 4%, 50 — на 22, 80 — на 55, 110 — на 75, 140 дней — на 90%. Установлено, что на каждый центнер сырой надземной массы сорняков урожай сахарной свеклы снижается на 2...2,5 ц/га. [4] Поэтому решающий фактор обеспечения высокой урожайности корнеплодов — уничтожение сорняков в течение 6...8 недель после всходов.

Для защиты посевов культуры от сорной растительности применяют схемы с использованием гербицидов в довсходовый и послевсходовый периоды, а также комбинирование этих методов с целью повышения эффективности и усиления действия препаратов на отдельные группы сорняков.

Вегетирующие однолетние двудольные сорняки в посевах сахарной свеклы контролируются в основном препаратами бетанальной группы на основе десмедифама, фенмедифама и этофумезата. Их применяют в ответственный период вегетации — от всходов до смыкания растений в рядках. При послевсходовом опрыскивании посевов гербицидное действие этих препаратов и других групп лучше всего проявляется, когда двудольные сорняки находятся в фазе семядолей.

Специалисты института с 1996 года на посевах сахарной свеклы в области изучают различные схемы дробного внесения гербицидов в послевсходовый период. [5]

В 2015–2017 годах на опытных полях изучали действие гербицидов Бетанал Прогресс ОФ, КЭ (112 г/л этофумезата + 91 г/л фенмедифама + 71 г/л десмедифама), Бетанал Макс Про, (75 г/л этофумезата + 60 г/л фенмедифама + 47 г/л десмедифама + 27 г/л ленацила), Бельведер Форте, СК (200 г/л этофумезата + 100 г/л фенмедифама + 100 г/л десмедифама), Бифор Супер, МЭ (80 г/л этофумезата + 65 г/л фенмедифама + 50 г/л десмедифама) с целью выявления их биологической и хозяйственной эффективности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на опытных полях ИСА — филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (бывший Рязанский НИИСХ). Почва: темно-серая лесная тяжелосуглинистая, содержание гумуса 4,0%, калия и фосфора — высокое, рН — 5,8. Площадь обрабатываемой делянки 50 м², повторность четырехкратная, сорт сахарной свеклы — Оцеан. Предшественник — озимая пшеница. Под зяблевую вспашку внесли

НРК₁₂₀, под предпосевную культивацию — N₆₀, сев осуществляли сеялкой точного высева.

Схема трехкратного применения гербицидов по первой, второй и третьей волнам сорняков в фазе семядолей: Бетанал Прогресс ОФ — 1,0 л/га; Бельведер Форте, СЭ — 1,0 л/га; Бетанал Макс Про, МД — 1,5 л/га; Бифор Супер, МЭ — 1,5 л/га.

Гербициды вносили ручным опрыскивателем «Агротоп», оборудованным двухметровой штангой, норма расхода рабочего раствора — 200 л/га.

Сорную растительность фиксировали перед опрыскиванием количественно-весовым методом через 30 и 45 дней после обработки и в период уборки урожая («Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве» (СПб. 2013)) на четырех учетных площадках по 0,25 м², на опытных и контрольных делянках.

Урожай корнеплодов сахарной свеклы учитывали с площади 10 м² в 4-кратной повторности с каждой опытной делянки путем взвешивания корнеплодов, обрабатывали данные методом дисперсионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Агроклиматические условия центральной части Рязанской области различались по годам исследований.

2015. Средняя температура вегетационного периода с мая по октябрь была на 3,8⁰С выше среднемноголетней нормы (15,4⁰С). Осадков выпало 261 мм, что выше среднемноголетних показателей на 16 мм (245 мм.)

2016. Средняя температура воздуха была выше нормы на 3,9⁰С, осадков выпало больше нормы на 68 мм.

2017. Средняя температура воздуха превышала норму на 1,6⁰С, количество выпавших осадков было больше среднемноголетней нормы на 9 мм.

В 2015 году, при сложившемся уровне засоренности посевов сахарной свеклы однолетними двудольными сорняками до 105 шт/м² с преобладанием в посевах мари белой до 58 шт/м², ширицы запрокинутой до 18 шт/м², трехкратное опрыскивание Бетанал Прогресс ОФ способствовало снижению количества сорняков на 87%, а их биомассы на 90%. Посевы культуры были чистыми, без сорной растительности, до уборки. С обработанного гербицидом варианта получен урожай корнеплодов 29,5 т/га, что выше на 29,9% контроля. Под действием гербицида Бельведер Форте — число однолетних двудольных растений снизилось на 91%, а их биомасса — на 90%; урожай сахарной свеклы был выше урожая корнеплодов в контроле на 32,1%. Применение Бетанала Макс Про способствовало уменьшению однолетних двудольных сорняков на 92%, их биомасса снизилась на 90%. Использование препарата в изучаемой дозе повысило урожайность культуры на 34,4%. Под влиянием Бифор Супер снизилось и численность однолетних двудольных сорняков на 90%, и их биомасса на 88%. Препарат оказал положительное влияние на формирование урожая, который увеличился на 33% (табл. 1).

В вегетационном периоде 2016 года в посевах сахарной свеклы встречалось пять видов однолетних двудольных сорняков — 80 шт/м². Трехкратная обработка вегетирующих сорных растений в фазе семядолей изучаемыми препаратами способствовала снижению количества сорняков, их биомассы, а также увеличению урожайности по сравнению с контролем (табл. 2). Получен урожай корнеплодов

Таблица 1.
Влияние гербицидов бетанальной группы на засоренность посевов и урожайность сахарной свеклы (2015)

Вариант опыта	Снижение засоренности, % к контролю				Урожай корне-плодов, т/га	% к контролю
	I учет, однолетние двудольные		II учет, однолетние двудольные			
	количество	масса	количество	масса		
Бетанал Прогресс ОФ – 1,0 л/га х 3	87,0	86,0	90,0	90,0	29,5	129,9
Бельведер Форте – 1,0 л/га х 3	91,0	90,0	91,0	92,0	30,0	132,1
Бетанал Макс Про – 1,5 л/га х 3	92,0	90,0	92,0	91,0	30,5	134,4
Бифор Супер – 1,5 л/га х 3	90,0	88,0	91,0	90,0	30,2	133,0
Контроль	101	205	105	220	22,7	100,0

НСР₀₅ 3,4 т/га

Примечание. Количество сорняков, шт/м², масса г/м² (то же в табл. 2 и 3).

Таблица 2.
Влияние гербицидов бетанальной группы на засоренность посевов и урожайность сахарной свеклы (2016 год)

Вариант опыта	Снижение засоренности, % к контролю				Урожай корне-плодов, т/га	% к контролю
	I учет, однолетние двудольные		II учет, однолетние двудольные			
	количество	масса	количество	масса		
Бетанал Прогресс ОФ – 1,0 л/га х 3	88,0	86,0	87,0	85,0	30,6	137,8
Бельведер Форте – 1,0 л/га х 3	90,0	89,0	91,0	92,0	31,5	141,9
Бетанал Макс Про – 1,5 л/га х 3	91,0	90,0	92,0	94,0	32,0	144,1
Бифор Супер – 1,5 л/га х 3	90,0	89,0	90,0	89,0	30,0	135,1
Контроль	78	518	80	584	22,2	100,0

НСР₀₅ 4,6 т/га

Таблица 3.
Влияние гербицидов бетанальной группы на засоренность посевов и урожайность сахарной свеклы (2017 год)

Вариант опыта	Снижение засоренности, % к контролю				Урожай корне-плодов, т/га	% к контролю
	I учет, однолетние двудольные		II учет, однолетние двудольные			
	количество	масса	количество	масса		
Бетанал Прогресс ОФ – 1,0 л/га х 3	92,0	90,0	94,0	92,0	34,2	137,9
Бельведер Форте – 1,0 л/га х 3	90,0	89,0	93,0	91,0	33,5	135,1
Бетанал Макс Про – 1,5 л/га х 3	92,0	91,0	94,0	93,0	35,6	143,5
Бифор Супер – 1,5 л/га х 3	91,0	90,0	92,0	93,0	34,8	140,3
Контроль	128	776	130	834	24,8	100,0

НСР₀₅ 3,8 т/га

с участка, обработанного гербицидом Бетанал Прогресс ОФ – 1,0 л, 30,6 т/га.

Учеты засоренности в посевах сахарной свеклы в 2017 году выявили высокую численность однолетних двудольных сорняков – до 130 шт/м² с преобладанием мари белой до 63 шт/м², ширицы запроки-

нутой – 36 шт/м², пастушьей сумки – 17 шт/м². При таком уровне засоренности трехкратная обработка вегетирующими сорными растениями в фазе семядолей гербицидами, способствовала снижению количества этих сорняков, повышению урожайности корнеплодов (табл. 3).

Таким образом, испытания гербицидов бетанальной группы в посевах сахарной свеклы в Рязанской области показали эффективное воздействие на снижение численности однолетних двудольных сорняков при разных уровнях засоренности и на урожайность по годам исследований.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Веневцев, В.З. Технология возделывания сахарной свеклы без затрат ручного труда с использованием комплексной системы защиты /В.З. Веневцев, М.Н. Захарова// Научное обеспечение АПК Северо-Востока России. Материалы Всероссийской научно-практической конференции 20–22 июля 2010 г. – Саранск. – 2010. – С. 259–260.
2. Веневцев, В.З. Возделывание сахарной свеклы без затрат ручного труда с применением химических средств защиты растений /В.З. Веневцев// Материалы 47-й международной научной конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов «Перспектива применения средств химизации и ресурсосберегающих агротехнологиях» 25–26 апреля 2013 г. – Москва. – 2013. – С. 24–26.
3. Улина, А.И. Система послевсходового применения гербицидов/А.И. Улина, В.З. Веневцев//Сахарная свекла. – 2002. – № 5 – С. 18–21.
4. Улина, А.И. На сахарной свекле / А.И. Улина, В.З. Веневцев, М.Н. Захарова// Защита и карантин растений. – 2003. – № 3 – С. 20–22.
5. Улина, А.И. Стратегия и технология применения гербицидов в условиях Рязанской области / А.И. Улина, В.З. Веневцев, М.Н. Захарова, Л.В. Рожкова//Научно-обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства. Материалы Третьего Международного совещания 20–21 июля 2005 г. – Голицыно. – 2005.

LIST OF SOURCES

1. Venevcev, V.Z. Tekhnologiya vozdel'vaniya saxarnoj svekly` bez zatrat ruchnogo truda s ispol'zovaniem kompleksnoj sistemy` zashhity` /V.Z. Venevcev, M.N. Zaxarova// Nauchnoe obespechenie APK Evro-Severo-Vostoka Rossii. Materialy` Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii 20–22 iyulya 2010 g. – Saransk. – 2010. – S. 259–260.
2. Venevcev, V.Z. Vozdel'vanie saxarnoj svekly` bez zatrat ruchnogo truda s primeneniem ximicheskix sredstv zashhity` rastenij /V.Z. Venevcev// Materialy` 47-j mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii molody`x ucheny`x, specialistov-agroximikov i e`kologov «Perspektiva primeneniya sredstv ximizacii i resursosberegayushhix agrotexnologiyax» 25–26 aprelya 2013 g. – Moskva. – 2013. – S. 24–26.
3. Ulina, A.I. Sistema poslevsodovogo primeneniya gerbicidov/A.I. Ulina, V.Z. Venevcev//Saxarnaya svekla. – 2002. – № 5 – S. 18–21.
4. Ulina, A.I. Na saxarnoj svekle / A.I. Ulina, V.Z. Venevcev, M.N. Zaxarova// Zashhita i karantin rastenij. – 2003. – № 3 – S. 20–22.
5. Ulina, A.I. Strategiya i texnologiya primeneniya gerbicidov v usloviyax Ryazanskoj oblasti / A.I. Ulina, V.Z. Venevcev, M.N. Zaxarova, L.V. Rozhkova//Nauchno-obosnovanny`e sistemy` primeneniya gerbicidov dlya bor'by` s sornyakami v praktike rastenievodstva. Materialy` Tret'ego Mezhdunarodnogo soveshhaniya 20–21 iyulya 2005 g. – Golicyno. – 2005.

М.А. Раченко, кандидат биологических наук
 Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН
 РФ, 664038, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 132
 E-mail: bigmks73@rambler.ru

УДК 634.11.634.124.631.52

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/52-55

ОСОБЕННОСТИ ПЛОДОНОШЕНИЯ ЯБЛОНИ В СТЛАНЦЕВОЙ КУЛЬТУРЕ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

Целью настоящей работы было оценить особенности плодоношения сортов яблони, возделываемых в условиях Южного Предбайкалья в стланцевой культуре. Объектом исследования послужили крупноплодные яблони разных селекционных станций и народной селекции. Посадочный материал для коллекционного участка выращивали в равных агротехнических и климатических условиях. В качестве подвоев использовали двухлетние сеянцы ранеток (для стандартной прививки в низкий штамп). Урожай учитывали (весовой) с каждого дерева изучаемого сорта через три года после вступления в плодоношение европейских и американских сортов яблонь. Проводили предварительный количественный учет урожая. Отмечали минимальную и максимальную продуктивность с дерева каждого сорта. Установлено, что максимальное укрытие снегом способствовало полноценной закладке плодовых образований. Только плоды яблонь летнего срока созревания соответствовали помологическому описанию сорта. Некоторые сорта осеннего и особенно зимнего срока созревания утрачивали яркость окраски и размер плода, при этом сохраняя высокие вкусовые качества. У многих сортов сокращался период хранения. Причиной этого можно считать влияние особенностей сибирского лета, а именно небольшой безморозный период и недостаточная сумма положительных температур, которые стланцевая культура не способна в полной мере преодолеть.

Ключевые слова: яблоня домашняя, стланцевая культура, продуктивность, хозяйственно ценные качества плодов, Южное Предбайкалье.

M.A. Rachenko, PhD in Biological sciences
 Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS
 RF, 664038, g. Irkutsk, ul. Lermontova, 132
 E-mail: bigmks73@rambler.ru

PECULIARITIES OF APPLE TREE FRUIT BEARING IN GROVELING CROP IN THE SOUTHERN PREDBAIKALIA CONDITIONS

The purpose of this work was to evaluate the peculiarities of fruiting apple varieties cultivated under the conditions of the Southern Baikal region in creeping culture. The object of the study was the large-fruited apple trees of various breeding stations and national selection. Planting material for the collection site was grown in equal agrotechnical and climatic conditions. Two-year old seedlings were used as stocks (for standard grafting in low shtamb). The harvest was taken into account (by weight) from each tree of the studied variety after three years of European and American varieties of apple trees into fruiting introduction. Conducted a preliminary quantitative accounting of the crop. Noted the minimum and maximum productivity from a tree of each grade. It is shown that only the maximum snow cover contributed to a full-fledged laying of fruit formations. Only the fruits of summer apple trees corresponded to the pomological description of the variety. Some varieties of the autumn and especially winter ripening period lost the brightness of the color and the size of the fruit, while maintaining high taste. Many varieties had a shorter storage period. The reason for this can be considered the influence of the peculiarities of the Siberian summer, namely, the insufficient length of the frost-free period and the sum of positive temperatures that the stanza culture is not able to fully overcome.

Key words: domestic apple tree, creeping culture, productivity, economically valuable qualities of fruits, Southern Baikal.

Одно из основных условий повышения адаптивности садоводства — выращивание сортов, которые в конкретных природно-климатических условиях обеспечивают высокие и устойчивые урожаи. Подмерзание цветковых почек и плодовых образований не угрожает жизни дерева, поэтому не учитывается при определении его общего состояния. Этот показатель отрицательно сказывается на урожайности текущего года и важен при характеристике продуктивности плодового дерева. Один из основных показателей, характеризующих ценность сорта определяется его биологическими особенностями и урожайностью, которая в значительной мере, зависит от условий произрастания и агротехники. На реализацию потенциала продуктивности влияет взаимодействие биотических и абиотических факторов (погодные условия, повреждения болезнями и вредителями и т. д.), которые снижают урожай, а иногда приводят к полной гибели дерева. Наши исследования показали, что не все сорта европейской и североамериканской селекции пригодны к возделыванию на территории Южного Предбайкалья. [7]

Но даже зимостойкий сорт не всегда показывает высокую урожайность, что ставит под сомнение необходимость его выращивания в регионе исследования. Часто качество и сроки хранения плодов, полученных в неблагоприятных условиях, уступают показателям сортов, выращенных в регионах селекции.

Цель работы — оценить особенности плодоношения сортов яблони, возделываемых в условиях Южного Предбайкалья в стланцевой культуре.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужили крупноплодные яблони разных селекционных станций и народной селекции. Работу проводили в 2005–2017 годах на базе СИФИБР СО РАН и фермерских хозяйств Иркутской области.

Посадочный материал для коллекционного участка выращивали в равных агротехнических и климатических условиях. В качестве подвоев использовали двухлетние сеянцы ранеток (для стандартной прививки в низкий штамп).

Силу роста кроны плодового дерева, сформированного в стланцевой форме, определяли визуально по размеру занимаемой площади: до 4 м² – слабо-рослое, до 6 м² – среднерослое, больше 6 м² – сильнорослое. Степень загущенности кроны оценивали также визуально по количеству скелетных ветвей на единицу площади и длине ежегодных приростов.

Урожай учитывали (весовой) с каждого дерева изучаемого сорта через три года после вступления в плодоношение европейских и американских сортов яблонь. Проводили предварительный количественный учет урожая. Отмечали минимальную и максимальную продуктивность с дерева каждого сорта.

В перечень изучения хозяйственно ценных качеств плодов входили: внешний вид, величина, вкус (дегустационная оценка), время съема, срок наступления потребительской зрелости, продолжительность хранения.

Среднюю массу плодов определяли путем взвешивания 100 шт. и делением полученного показателя на их количество. Вкус плодов оценивали в баллах. Статистическую обработку результатов проводили по стандартной методике.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зимостойкость генеративных почек и потенциальная продуктивность яблони в стланцевой культуре. Сорта яблони, имеющие высокий уровень зимостойкости в условиях Южного Предбайкалья, часто плохо завязывают плоды из-за низкой зимостойкости плодовых образований. Примером такого несоответствия могут служить яблони сортов *Орловское полосатое* и *Осеннее Полосатое* (Штрейфлинг). Зимостойкость этих сортов высокая (1,3 балла), но *Орловское полосатое* плодоносит ежегодно, а у сорта *Осеннее полосатое* в годы с незначительным снежным укрытием наблюдалась потеря фертильности до 100%. А сорта со средней зимостойкостью – *Орлик* и *Малиновка* отличались ежегодным плодоношением.

По нашим наблюдениям, закладка плодовых образований происходит только на тех ветвях, которые не подвергаются действию низких температур. Деревья сортов *Боровинка*, *Здоровье*, *Синап орловский*, характеризующихся большой силой роста, не всегда удавалось укрыть максимально снегом. Поэтому в неблагоприятные годы они полностью реализовывали плодовые почки только на тех ветвях, которые предыдущую зиму находились под снегом. Для лучшего плодоношения необходимо закрытие основания ветвей.

Сорта яблони различают по скороплодности (вступление в плодоношение) и скороспелости – летние (ранние), осенние и зимние (поздние).

В Южном Предбайкалье летние сорта созревают в третьей декаде августа. Потребительскую зрелость плоды таких сортов приобретают еще на дереве, поэтому они почти не хранятся и нетранспортабельны. Самыми первыми созревают сорта *Грушовка Московская*, *Анжелика* и *Орлинка* спустя три-четыре дня – *Мелба*, *Мелба красная*, *Юнга*, *Папировка*, *Малиновка*, *Юбиляр*, *Народное*, *Медуница*, *Parkland*.

Осенние сорта *Northern Lights*, *Коричное новое*, *Орловское полосатое*, *Осеннее полосатое*, *Боровинка* созревают в начале сентября, приобретают полные вкусовые качества через две – три недели после съема. Могут храниться два-три месяца.

Зимние сорта готовы к съему в конце сентября – начале октября. Во второй половине сентября уже отмечаются заморозки до минус 5°С. Яблоки после действия отрицательной температуры хранятся

плохо. Поэтому мы снимали урожай зимних сортов до наступления заморозков. Полный вкус зимние сорта приобретают через месяц и более после съема, и храниться могут в зависимости от сорта больше трех месяцев.

Продуктивность плодового дерева в стелющейся форме не всегда напрямую зависит от размера его кроны, но, безусловно, связана с этим показателем (табл. 1). Высокую продуктивность показывали сильнорослые сорта, такие как *Боровинка*, *Синап орловский*, *Соковое*, *Здоровье*. Среди среднерослых сортов отличались хорошей урожайностью *Стаканчик*, *Грушовка Московская*, *Юнга*, *Мелба*, *Анжелика*, *Афродита*, *Папировка*.

Особенно интересен сорт неизвестного происхождения *Стаканчик*. Деревья хорошо поддаются формированию в стелющейся форме, сорт характеризуется высокой зимостойкостью вегетативной и генеративной частей дерева, скороплоден, плодоносит ежегодно, яблоки позднеосеннего срока созревания, отличного вкуса, которые в холодильнике могут храниться до трех месяцев; на протяжении нескольких лет показывал хорошую урожайность для стланцевой культуры.

Говорить о сопоставимости урожайности пряморастущего дерева и того же дерева, но в стелющейся форме сложно. Если сравнивать урожайность крупноплодных яблонь в Европейской части России (от 100 до 200 кг с дерева) [6] с исследованиями яблонь,

Таблица 1.
Оценка плодоношения сортов яблонь, сформированных в стелющейся форме (2007–2017)

Сорт	Средняя масса плодов, г	Количество ябл. на дереве, шт		Урожай с дерева, кг	
		мин	макс	мини-мальный	макси-мальный
<i>Антоновка</i>	120,7±13,4	29	46	3,4	5,4
<i>Папировка</i>	121,3±12,8	40	58	4,9	6,9
<i>Стаканчик</i>	98,5±3,1	77	168	7,5	16,5
<i>Мелба</i>	130,3±14,9	32	46	4,1	5,8
<i>Боровинка</i>	100,9±4,9	77	180	7,7	18,1
<i>Синап орловский</i>	97,7±2,5	28	89	2,6	8,6
<i>Орлик</i>	118,5±9,8	12	44	1,4	5,1
<i>Здоровье</i>	132,7±3,5	14	46	1,8	5,9
<i>Медуница</i>	102,9±4,1	16	58	1,6	5,8
<i>Юбиляр</i>	125,6±8,8	8	51	0,9	6,4
<i>Honey crisp</i>	110,2±3,4	23	68	2,5	7,4
<i>Parkland</i>	95,7±2,3	14	49	1,3	4,6
<i>Свежесть</i>	110,2±4,3	12	62	1,3	4,6
<i>Соковое</i>	63,1±1,9	16	62	1,3	6,8
<i>Юнга</i>	76,2±4,5	17	78	1,2	5,9
<i>Грушовка Московская</i>	77,8±4,5	58	98	4,4	7,6
<i>Орловское полосатое</i>	124,7±9,2	12	38	1,5	4,7
<i>Орлинка</i>	108,9±4,3	11	45	1,1	4,9
<i>Мелба красная</i>	117,9±9,3	8	55	0,9	6,5
<i>Афродита</i>	116,7±8,8	15	56	1,7	6,5
<i>Коричное новое</i>	117,4±8,2	14	59	1,6	6,9
<i>Народное</i>	118,7±10,9	7	39	0,8	4,6
<i>Анжелика</i>	110,2±4,9	12	49	1,3	5,4
<i>Малиновка</i>	118,7±7,3	15	56	1,8	6,6
<i>Осеннее полосатое</i>	219±7,05	8	34	1,6	7,5

выращенных в стланцевой культуре, то разница на порядок выше. [3, 4]

Наблюдения ученых Ботанического сада имени Вс.М. Крутовского показали, что максимальная урожайность с 12 деревьев сорта *Грушовка Московская* составила 194,5 кг, что в среднем – 16,2 кг с дерева [8], а в pomологическом описании сорта – до 170 кг. [6]

Сроки вступления в плодоношение у разных сортов отличались. Самыми скороплодными были сорта яблони *Грушовка Московская*, *Орлинка*, *Народное*, *Honey crisp*, *Parkland*, *Юнга*, *Анжелика*, *Стаканчик*, они плодоносили на третий год с момента прививки, позже всех – сорта *Осеннее полосатое* и *Малиновка* – на шестой год, *Афродита* и *Коричное новое* – на пятый год. Остальные сорта давали плоды на четвертый год после прививки. Сорта яблонь, урожай которых не превышал 2 кг с дерева, не отражены в результатах.

Важное условие реализации потенциала продуктивности плодового дерева – площадь питания. Схема посадки деревьев, выращиваемых в стелюющей форме – 6х4 м. В возрасте 7-8 лет разные сорта занимали разную площадь (табл. 2). Сравнение урожайности дерева яблони и занимаемой им площади показывает, что не всегда эти два показателя связаны между собой. Сорт *Стаканчик* по урожайности был выше, чем сорта яблонь с большей площадью кроны (фото 1 и другие на 2-й стр. обл.).

В.В. Кичина в своей работе отмечала, что главное назначение плодов и ягод – это природный десерт, природная пища человека, которую растения производят сами без вмешательства человека. А конечная цель выращивания любого плодового дерева – получение плодов с высокими потребительскими характеристиками. [1] Сроки и техника съема яблок с деревьев влияют на величину урожая и особенно на качество продукции – размер, окраску, вкус и способность к хранению. [2]

Различают две степени зрелости яблок. Первая степень – съемная (ботаническая) наступает после того, как в плодах заканчиваются рост и накопление пластических веществ. Такие яблоки перестают увеличиваться в объеме и легко отделяются от дерева. Смена у них созревшие.

Вторая степень созревания – зрелость съедобная или потребительская, наступает в период, когда плоды приобретают присущие сорту окраску, вкус и аромат. У летних сортов обе степени зрелости совпадают. У осенних и зимних сортов яблук потребительская зрелость может наступить через различные, иногда длительные промежутки времени после съема: осенних сортов – через 10...20 дней, зимних – нередко через 2-3 месяца и более. [2]

Таблица 2.
Площадь, занимаемая кроной дерева яблони, сформированной в стелюющей форме (возраст 7-8 лет)

Сорт	Площадь, м ²
<i>Антоновка обыкновенная</i>	5,33±0,32
<i>Грушовка Московская</i>	5,66±0,21
<i>Боровинка</i>	8,95±0,15
<i>Мелба</i>	4,36±0,17
<i>Синап орловский</i>	6,72±0,4
<i>Соковое</i>	7,11±0,37
<i>Стаканчик</i>	4,75±0,19
<i>Орловское полосатое</i>	5,27±0,23

Таблица 3.
Дегустационная оценка плодов яблонь, сформированных в стелюющей форме

Сорт	Съемная зрелость, средний балл	Оценка через месяц хранения, средний балл
<i>Антоновка обыкновенная</i>	3,8	4,2
<i>Папировка</i>	4	-
<i>Стаканчик</i>	4,6	4,8
<i>Мелба</i>	4	-
<i>Боровинка</i>	4,2	-
<i>Синап орловский</i>	4,4	4,6
<i>Орлик</i>	4,2	4,4
<i>Здоровье</i>	4,5	4,5
<i>Медуница</i>	4,8	-
<i>Юбиляр</i>	4,3	-
<i>Honey crisp</i>	4,5	4,6
<i>Parkland</i>	4	-
<i>Свежесть</i>	4	4,2
<i>Соковое</i>	4,2	4,3
<i>Юнга</i>	4,8	-
<i>Грушовка Московская</i>	4,4	-
<i>Орловское полосатое</i>	4,5	4,6
<i>Орлинка</i>	4,2	-
<i>Мелба красная</i>	4,4	-
<i>Афродита</i>	4,6	4,7
<i>Коричное новое</i>	4,4	4,6
<i>Народное</i>	4,6	4,7
<i>Анжелика</i>	4,7	-
<i>Малиновка</i>	4,3	4,4
<i>Осеннее полосатое</i>	4,2	4,5

Яркая окраска, размер и форма, наличие или отсутствие оржавленности – все это составляющие внешнего вида яблока. Яркость окраски некоторых сортов при выращивании в нашем регионе утрачивается. Чаще всего это наблюдается у сортов зимнего срока созревания. Такие сорта как *Орлик*, *Афродита* (фото 2), *Здоровье*, *Honey crisp*, *Соковое* (фото 3) к моменту съема плодов имели зеленую окраску, не меняющуюся при хранении.

Сорта яблонь *Стаканчик*, *Свежесть*, *Боровинка*, *Орловское полосатое* и *Осеннее полосатое* отличались яркой покровной окраской, согласно pomологическому описанию сорта. Не наблюдали мы потерю покровной окраски и у летних сортов яблонь.

Плоды не всех сортов яблонь достигают своего размера в наших условиях. Сорта со средней массой плодов, г: *Боровинка* – 100,9±4,9, *Свежесть* – 110,2±4,3, *Афродита* – 116,7±8,8 и *Коричное новое* – 117,4±8,2, были несущественно мельче, чем в описании. А сорта с плодами выше средней массы (150...200 г) не совпадали с pomологическим описанием: *Honey crisp* (110,2±3,4) и *Синап орловский* (97,7±2,5). Но, несмотря на сравнительно небольшой размер, все эти сорта имели хороший вкус.

Известно, что съем яблок лишь на декаду раньше оптимального срока приводит к недобору урожая на 10...15%. Преждевременно снятые плоды меньше по размеру, хуже окрашены и менее устойчивы при хранении. [5] Поэтому причиной несоответствия окраски и размера плодов сортам характеристикам в наших условиях может быть ранний срок съема.

У каждого сорта определенное число дней от полного цветения (начало опадения лепестков центрального цветка в соцветии) до наступления оптимальной зрелости, обеспечивающей пригодность к наиболее длительному хранению. В условиях Подмосковья длительность этого периода у сорта *Антоновка обыкновенная* 122...128 дней, *Штрейфлинг (Осеннее полосатое)* 118...122 дня, *Пепин шафранный* 120...130 дней. [2] В Южном Предбайкалье максимум, который – 115 дней, недостаточен для того, чтобы плоды закончили рост и приобрели свойственную сорту окраску.

По этой же причине срок хранения многих сортов яблок сокращался. В течение трех месяцев содержали в холодильнике при 4°...5°С без потери внешнего вида и вкуса плоды позднеосенних и зимних сортов: *Антоновка обыкновенная*, *Стаканчик*, *Орлик*, *Здоровье*, *Соковое*, *Афродита*, *Коричное новое*, *Свежесть*. У осенних сортов *Орловское полосатое*, *Осеннее полосатое*, *Honey crisp* срок и зимнего сорта *Синап орловский* срок хранения не превышал два месяца.

Дегустацию плодов проводили в период съемной зрелости и через месяц после хранения (табл. 3). Максимальную оценку 4,6...4,8 баллов получили яблоки летних сортов *Медуница*, *Юнга*, *Народное*, *Анжелика*, осенних и зимних сортов *Стаканчик*, *Синап орловский*, *Honey crisp*, *Орловское полосатое*, *Афродита*.

История возделывания культурной яблони в условиях Сибири подтверждает его необходимость и возможность. Формирование дерева яблони в стелющейся форме предохраняет его от повреждений в зимний период при условии максимального укрытия снегом. Под влиянием особенностей сибирского лета (короткий безморозный период, недостаточная сумма положительных температур), плоды яблонь осеннего и зимнего сроков созревания часто не достигают соответствующего сорту размера, окраски плода и срока хранения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кичина, В.В. Принципы улучшения садовых растений / В.В. Кичина – М.: ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии. – 2011. – 528 с.
2. Метлицкий, З.А. Яблоня / З.А. Метлицкий, О.З. Метлицкий – М.: Колос. – 2008. – 243 с.
3. Нихайчик, Г.Ю. Биологические особенности сортов яблони в стланцево-кустовидной форме в условиях умеренно-засушливой и колочной степей Алтайского Приобья: автореф. дис.... канд. с/х наук: 06.01.05 / Нихайчик Г.Ю. – Барнаул. – 2011. – 18 с.
4. Нихайчик, Г.Ю. Культура европейских сортов яблони в стланцевой форме в условиях Алтайского края /

- Г.Ю. Нихайчик, И.П. Калинина // Вестник АГАУ. – 2008. – № 4 (42). – С. 14–16.
5. Олефир, Е.А. Влияние сроков съема плодов на длительность хранения / Е.А. Олефир // Научный журнал КубГАУ. – № 58 (04). – 2010. – С. 1–10.
6. Помология: в 5-ти томах. Т. 1. Яблоня / под общей редакцией академика РАСХН Е.Н. Седова / Орел: ВНИИСПК. – 2005. – 576 с.
7. Раченко, М.А. Биологические особенности сортов яблонь в стланцевой форме в Южном Предбайкалье / М.А. Раченко // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 4. – С. 21–22.
8. Усачева, М.С. Плодоношение яблони на нижней террасе Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского в 2009 г. / М.С. Усачева, М.В. Репях // Сборник статей студентов, аспирантов и молодых ученых по итогам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию Сибирского государственного технологического университета (13-14 мая 2010 г.) – Красноярск – Т. 1. – 2010. – С. 39–41.

LIST OF SOURCES

1. Kichina, V.V. Principy uluchsheniya sadovy'x rastenij / V.V. Kichina – M.: GNU VSTISP Rossel'hozakademii – 2011. – 528 s.
2. Metliczkij, Z.A. Yablonya / Z.A. Metliczkij, O.Z. Metliczkij – M.: Kolos. – 2008. – 243 s.
3. Nixajchik, G.Yu. Biologicheskie osobennosti sortov yabloni v stlancevo-kustovidnoj forme v usloviyax umerenno-zasushlivoj i kolochnoj stepej Altajskogo Priob'ya: avtoref. dis.... kand.s.x.nauk: 06.01.05 / Nixajchik G.Yu. – Barnaul. – 2011. – 18 s.
4. Nixajchik, G.Yu. Kul'tura evropejskix sortov yabloni v stlancevoj forme v usloviyax Altajskogo kraja / G.Yu. Nixajchik, I.P. Kalinina // Vestnik AGAU. – 2008. – № 4 (42). – S. 14–16.
5. Olefir, E.A. Vliyanie srokov s'ema plodov na dlitel'nost' xraneniya / E.A. Olefir // Nauchny'j zhurnal KubGAU. – № 58 (04). – 2010. – S. 1–10.
6. Pomologiya: v 5-ti tomax. T. 1. Yablonya / pod obshhej redakciej akademika RASXN E.N. Sedova / Orel: VNIISP. – 2005. – 576 s.
7. Rachenko, M.A. Biologicheskie osobennosti sortov yablon' v stlancevoj forme v Yuzhnom Predbajkal'e / M.A. Rachenko // Vestnik rossijskoj sel'skoxozyaistvennoj nauki. – 2015. – № 4. – S. 21–22.
8. Usacheva, M.S. Plodonoshenie yabloni na nizhnej terrase Botanicheskogo sada im. Vs.M. Krutovskogo v 2009 g. / M.S. Usacheva, M.V. Rpyax // Sbornik statej studentov, aspirantov i molody'x ucheny'x po itogam Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj 80-letiyu Sibirskogo gosudarstvennogo texnologicheskogo universiteta (13-14 maya 2010 g.) – Krasnoyarsk – T. 1. – 2010. – S. 39–41.

Е.М. Серба, доктор биологических наук, профессор РАН

П.Ю. Таджибова, аспирант

Л.В. Римарева, академик РАН, профессор

А.Ю. Кривова, доктор технических наук, профессор

М.Б. Оверченко, кандидат технических наук

Н.И. Игнатова

Н.А. Кузнецова, студент

Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии –

филиал «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»

РФ, 111033, Москва, ул. Самокатная, 4-Б

E-mail: serbae@mail.ru

УДК 663.15:663.9

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/56-59

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ БЕЛКОВО-ПОЛИСАХАРИДНОГО ОБОГАТИТЕЛЯ КОРМОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ*

*Исследован синтез биологически полноценного белка, полисахаридов, в том числе хитино-глюкано-маннанового комплекса непатогенным штаммом гриба *Aspergillus oryzae* в процессе твердофазного культивирования на вторичном сырье перерабатывающих отраслей АПК. Уровень содержания сырого протеина на среде с подсолнечным шротом составил 78,0%, что в два раза превосходило показатели исходной среды (38,6%); более высокое накопление белковых веществ достигнуто на средах с подсолнечным шротом и зерновой бардой (4:1) – 86,4%. Установлено, что среды, содержащие зерновую барду в своем составе, обеспечивали наиболее высокое накопление полисахаридов – 25,0–30,0%, что в 1,5 раза выше, чем на исходной среде. Введение в состав питательной среды подсолнечного шрота в количестве 20 и 80% зерновой барды позволило увеличить выход хитино-глюканового комплекса до 32%, при этом количество белка составило 76%. Содержание незаменимых аминокислот микробной биомассы, выросшей на среде с подсолнечным шротом, возросло в 1,8 раза и составило 143,7 мг/г. При этом основное увеличение незаменимых аминокислот приходилось на метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, триптофан, валин. Полученные результаты могут быть использованы для производства белково-полисахаридного обогатителя кормов с сорбирующими свойствами.*

Ключевые слова: *мицелиальный гриб, твердофазное культивирование, протеин, аминокислоты, полисахариды, обогатителя пищи и кормов.*

E.M. Serba, Grand PhD in Biological sciences, Professor of RAS

P.Y. Tazhibova, PhD student

L.V. Rimareva, Academician of RAS, Professor

A.Yu. Krivova, Grand PhD in Engineering sciences, Professor

M.B. Overchenko, PhD in Engineering sciences

N.I. Ignatova

N.A. Kuznetsova, student

Russian Research Institute of Food Biotechnology is a Branch of Federal State Budget Institution of science

«Federal Research Center of Food, Biotechnology and Food Safety»

RF, 111033, Moskva, ul. Samokatnaya, 4-B

E-mail: serbae@mail.ru

BIOTECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE CREATION OF A PROTEIN-POLYSACCHARIDE FEED ENRICHER BASED ON SECONDARY FOOD PRODUCTION

*The synthesis of biologically valuable protein, polysaccharides, incl. chitin-glucan-mannan complex non-pathogenic strain of the fungus *Aspergillus oryzae* in the process of solid-phase cultivation on the secondary raw materials processing industries of the AIC. The content of crude protein on the medium with sunflower meal was 78.0%, which was 2 times higher than the initial medium (38.6%); a higher accumulation of proteins was achieved on media with sunflower meal and grain bard (4:1) – 86.4%. It was established that the media containing grain bard in its composition provided the highest accumulation of polysaccharides – 25.0–30.0%, which is 1.5 times higher than on the initial medium. Introduction to the composition of the nutrient medium of sunflower meal in the amount of 20 and 80% of grain bards allowed to increase the yield of the chitin-glucan complex to 32%, while the amount of protein was 76%. The content of essential amino acids of microbial biomass grown on the medium with sunflower meal increased 1.8 times and amounted to 143.7 mg/g. The main increase in the content of essential amino acids accounted for such amino acids as methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, tryptophan, valine. The obtained results can be used for the production of a protein-polysaccharide feed enrichment with sorbing properties.*

Key words: *mycelial fungus, solid-phase cultivation, protein, amino acids, polysaccharides, food and feed enrichment.*

* Исследования проведены за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук (тема № 0529-2019-0066)./ The studies conducted through grant funds for the implementation state task of the Basic Scientific Research Public Academies of Science Programme (topic № 0529-2019-0066).

Биотехнологию применяют в силосовании кормов для повышения усвоения растительной биомассы, утилизации отходов животноводческих ферм, получения экологически чистых органических удобрений на основе переработки отходов растениеводства и животноводства. Белковые вещества, полученные с помощью микроорганизмов, используют в виде кормовых добавок. Производителями кормового белка могут быть бактерии, дрожжи, микроскопические водоросли, микро- и макромицеты. В последнее время ведут активные исследования биохимических и структурно-функциональных свойств биомассы грибов, выявляют перспективы ее использования в качестве субстрата для получения белково-аминокислотных кормовых добавок и функциональных ингредиентов. [1, 3, 7, 9, 13, 15]

Микромицеты легко выращивать в производственных условиях на любых субстратах, они способствуют синтезу гидролитических ферментов, устойчивы к микробной контаминации. [12] Биомасса грибов содержит белка больше, чем зерно злаковых культур, несколько уступая лишь по аминокислотному составу протеину молока и рыбной муки, богата витаминами (тиамин, рибофлавин, пантотеновая кислота, никотиновая кислота, пиридоксин, фолиевая кислота, а также холин, инозит и др.). Важное свойство мицелиальной биомассы грибов рода *Aspergillus* – высокое содержание ценных полисахаридов широко используют в прикладных исследованиях. [4, 11] Установлено, что содержащийся в грибах хитино-глюкановый комплекс обладает существенной сорбционной способностью. [6, 8, 12] Белки большей части микромицетов лимитированы по сумме аминокислот, содержащих серу. Вместе с тем, они богаты лизином и метионином – основными незаменимыми аминокислотами, недостающими в белке зерновых культур. Результаты проведенных ранее исследований показали возможность использования биомассы гриба *Aspergillus oryzae* как субстрата в биотехнологии функциональных добавок. [1, 2] Выявлено, что мицелиальные грибы в процессе глубинного культивирования синтезируют биологически полноценный белок, ценные полисахариды, в том числе аминополисахариды. Однако уровень образования полимеров в биомассе гриба при этом недостаточен – 18...25% белковых веществ и 20...25% полисахаридов.

Цель работы – поиск условий создания белково-полисахаридного обогатителя кормов, обогащенных незаменимыми аминокислотами, на основе гриба *Aspergillus oryzae*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служил непатогенный штамм *Aspergillus oryzae* RCAM 01133 из коллекции микроорганизмов ВНИИ пищевой биотехнологии; штамм депонирован в Ведомственной коллекции полезных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения. [2] Отличительная особенность данного штамма – высокая скорость роста и пониженное спорообразование, что делает его перспективным для использования в технологиях, основанных на твердофазном культивировании.

Культивировали гриб при 30°C на натуральных питательных средах, в состав которых входило вторичное сырье (ВС) пищевых производств (пшеничные отруби, подсолнечный шрот, сухая зерновая барда, солодовые ростки и их комбинации в различных соотношениях). Подготовленные питатель-

ные среды влажностью 55...60% стерилизовали при 0,1 МПа в течение 40 мин.

Культуру тестировали по уровню накопления белковых веществ, полисахаридов и гидролитических ферментов. Содержание полисахаридов определяли колориметрическим методом по уровню образования общих редуцирующих веществ (ОРВ) после кислотного гидролиза; общего белка – по методу Кьельдаля (ГОСТ 32044.1-2012) на автоматической установке «Vadopest»; концентрацию аминокислот – с использованием аминокислотного анализатора «KNAUER» (Германия); аминокраммы просчитывали методом сравнения площадей стандарта и образца. [5] Амилолитическую активность (АС) определяли по ГОСТ Р 54330-2011, общую протеолитическую активность (ПС) – ГОСТ Р 53974-2010 с использованием в качестве субстрата гемоглобин.

Данные обрабатывали не менее, чем в трех повторностях с помощью программы Microsoft Excel и использованием коэффициента Стьюдента (доверительный интервал – 0,95).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Установлено, что накопление белковых веществ и полисахаридов хитино-глюкано-маннанового комплекса варьирует в широких пределах в зависимости от состава питательной среды (рис. 1, 3-я стр. обл.). Уровень активности амилолитических и протеолитических ферментов, синтезируемых грибом *Aspergillus oryzae* RCAM 01133, различен при культивировании на средах, отличающихся по составу, и влияет на накопление белка и полисахаридов в зависимости от содержания последних в исходной среде (см. таблицу). Выявлена тенденция, определяющая увеличение накопления белка при активности протеолитических ферментов от 25,0 до 12,0 ед/г и снижение образования полисахаридов при активности амилолитических ферментов выше 100,0 ед/г. Наиболее высокое накопление белковых веществ достигнуто на подсолнечном шроте и зерновой барде, что обуславливает получение белково-аминокислотных обогатителей пищи и кормов. Содержание сырого протеина по сравнению с исходной средой увеличилось на подсолнечном шроте с 38,6±3,2% до 78,0±3,4%, на зерновой барде – с 48,7±2,8% до 70,4±3,1%. Следует отметить, что количество белка в поверхностной культуре гриба более чем в три раза превышает аналогичные показатели в глубинной культуре. [3]

Накопление биополимеров культурой *Aspergillus oryzae* RCAM 01133 при твердофазном культивировании

Питательная среда	Ферментативная активность, ед./г		Содержание биополимеров, %			
	амилолитическая (АС)	протеолитическая (ПС)	белка в		полисахаридов (ОРВ) в	
			исходной среде	биомассе	исходной среде	биомассе
Пшеничные отруби	105,0±5,2	64,0±3,2	12,0±1,5	24,0±1,8	52,0±3,8	28,0±2,4
Подсолнечный шрот	110,3±5,5	20,5±1,5	38,0±3,5	78,0±5,1	25,0±2,4	15,0±0,5
Зерновая барда	63,1±3,1	12,0±0,6	48,0±3,2	70,0±4,2	15,0±2,0	26,0±1,4
Солодовые ростки	43,1±2,2	25,0±0,8	22,0±1,5	42,0±3,7	14,0±1,8	24,0±1,4

Чтобы активизировать способность штамма гриба *A. oryzae* RCAM 01133 к синтезу белковых веществ и полисахаридов при твердофазном культивировании использовали комбинированные питательные среды, содержащие в качестве основных компонентов подсолнечный шрот, зерновую барду, пшеничные отруби и солодовые ростки (рис. 2а, б, 3-я стр. обл.).

На среде с подсолнечным шротом (80%) и зерновой бардой (20%) зафиксировано наибольшее накопление белка, а при равном количестве зерновой барды и подсолнечного шрота – полисахаридов.

Анализ аминокислотного состава полученных образцов микробной биомассы выявил повышенные содержания незаменимых аминокислот по сравнению с их исходным содержанием в питательных средах. На среде с подсолнечным шротом их общее количество возросло в 1,8 раза и составило 143,7 мг/г (в исходной среде – 80,6 мг/г), а на среде с подсолнечным шротом и зерновой бардой (4:1) – в 2,0 раза (до 152,2 мг/г). При этом основной увеличение незаменимых аминокислот приходилось на аминокислоты – метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, триптофан, валин (рис. 3, 3-я стр. обл.).

Таким образом, проведенные исследования выявили возможность получения белково-аминокислотных кормовых добавок с повышенным содержанием незаменимых АК на основе твердофазного культивирования гриба *Aspergillus oryzae* RCAM 01133.

Однако комплекс белок-полисахариды на вышеуказанных средах значительно отличался по содержанию полисахаридов. Так, использование подсолнечного шрота снизило содержание ОРВ почти в два раза по сравнению с исходной средой, а при культивировании на среде, содержащей подсолнечный шрот и зерновую барду (4:1) этот показатель превысил исходный уровень на 30%. Повышение концентрации зерновой барды в среде привело к более существенному увеличению уровня синтеза хитино-глюканового комплекса. Полученные результаты могут быть использованы для производства биопрепаратов с сорбирующими свойствами. Наряду с этим, возможно создание белково-аминокислотного обогатителя кормов с сорбирующими свойствами при использовании твердофазного культивирования на питательной среде, содержащей подсолнечный шрот 20% и 80% зерновой барды, где содержание белка в биомассе составило 76%, а полисахаридов хитино-глюкано-маннанового комплекса 32%, что в 1,5 раза выше, чем на исходной среде.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Серба, Е.М. Получение ферментализатов мицелиальной биомассы для создания пищевых и кормовых биодобавок / Е.М. Серба, Л.В. Римарева, М.Б. Оверченко и др. // Пищевая промышленность. – 2016. – № 6. – С. 20–23.
2. Серба, Е.М. Мицелиальные грибы – перспективный источник гидролаз и ценных биополимеров / Е.М. Серба, Л.В. Римарева, М.Б. Оверченко и др. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 4. – С. 41–43.
3. Серда, А.С. Ферментные комплексы для разрушения клеточной стенки мицелиальных грибов – продуцентов промышленных ферментов / А.С. Серда, И.А. Велikorейская, Д.О. Осипов и др. // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук. – 2018. – № 3-2. – С. 31–35.

4. Фефилова, Е.П. Клеточная стенка грибов: современные представления о составе и биологической функции / Е.П. Фефилова // Микробиология. – 2010. – Т. 79. – № 6. – С. 723–733.
5. Шлейкин, А.Г. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 2. Белки. Ферменты. Витамины / А.Г. Шлейкин, Н.Н. Скворцова, А.Н. Бландов // Учеб. пособие. – СПб.: Университет ИТМО. – 2015. – С. 106.
6. Abdel-Gawad, K.M. Technology optimization of chitosan production from *Aspergillus niger* biomass and its functional activities / K.M. Abdel-Gawad, F. Awatief, F. Hifney Mustafa, A. Fawzy, Mohamed Gomaa // Food Hydrocolloids. – 2017. – V. 63. – P. 593–601.
7. Klis, F.M. A molecular and genomic view of the fungal cell wall / F.M. Klis, A.F.J. Ram // De Groot PWJ Biology of the fungal cell. In: The Mycota. 2nd ed / – 2007. – V. 5. – № 3. – P. 111–151.
8. Kumaresapillai, N. Production and evaluation of chitosan from *Aspergillus niger* MTCC strains / N. Kumaresapillai, R.A. Basha, R. Sathish // Iranian journal of pharmaceutical research. – 2011. – V. 10. – № 3 – P. 553–557.
9. New, N. Characterization of chitosan-glycan complex extracted from the cell wall of fungus *Gongronellabutleri* USDB 0201 by an enzymatic method / N. New, W.F. Stevens, S. Tokura, H. Tamura // Enzyme and Microbial Technology. – 2008. – V. 42. – P. 242–251.
10. Polizeli, M.L. Xylanases from fungi: properties and industrial applications / M.L. Polizeli, A.C.S. Rizzatti, R. Monti, H.F. Terenz, J.A. Jorge, D.S. Amari // MicrobiolBiotechnol. – V. 67. – P. 577–591.
11. Skorik Y.A. Evaluation of various chitinolucan derivatives from *Aspergillus niger* as transition metal adsorbents / Y.A. Skorik, A.V. Pestov, Y.G. // Yatluk Bioresource technology. – 2010. – V. 101. – № 6. – P. 1769–1775.
12. Viraraghavan, T. Fungal biosorption and biosorbents / T. Viraraghavan, A. Srinivasan // Microbial Biosorption of Metals. Springer Netherlands. – 2011. – P. 143–158.
13. Ward, O.P. Physiology and biotechnology of *Aspergillus* / O.P. Ward, W.M. Qin, N.J. Dhanjoon, J. Ye, A. Singh // Adv Appl. Microbiol. – 2006. – V. 58. – № 1. – P. 75.

LIST OF SOURCES

1. Serba, E.M. Poluchenie fermentolizatov micelial'noj biomassy' dlyasozdaniya pishhevy'xi kormovy'xbiodobavok / E.M. Serba, L.V. Rimareva, M.B. Overchenko i dr. // Pishhevaya promy'shennost'. – 2016. – № 6. – S. 20–23.
2. Serba, E.M. Micelial'ny'e griby' – perspektivny'j istochnik gidrolaz i cenny'x biopolimerov / E.M. Serba, L.V. Rimareva, M.B. Overchenko i dr. // Vestnik rossijskoj sel'skoxozyajstvennoj nauki. – 2016. – № 4. – S. 41–43.
3. Sereda, A.S. Fermentnye komplekсы' dlya razrusheniya kletочноj stenki micelial'ny'x gribov - producentov promy'shlenny'x fermentov / A.S. Sereda, I.A. Velikoreczkaya, D.O. Osipov i dr. // Izvestiya Ufmskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2018. – № 3-2. – S. 31–35.
4. Feofilova, E.P. Kletochnaya stenka gribov: sovremenny'e predstavleniya o sostave i biologicheskoy funkcii / E.P. Feofilova // Mikrobiologiya. – 2010. – T. 79. – № 6. – S. 723–733.
5. Shlejkin, A.G. Bioximiya. Laboratorny'j praktikum. Chast' 2. Belki. Fermenty'. Vitaminy' / A.G. Shlejkin, N.N. Skvorcova, A.N. Blandov // Ucheb. posobie. – SPb.: Universitet ITMO. – 2015. – S. 106.
6. Abdel-Gawad, K.M. Technology optimization of chitosan production from *Aspergillus niger* biomass and its functional activities / K.M. Abdel-Gawad, F. Awatief F Hifney Mustafa A. Fawzy, Mohamed Gomaa // Food Hydrocolloids. – 2017. – V. 63. – P. 593–601.
7. Klis, F.M. A molecular and genomic view of the fungal cell wall / F.M. Klis, A.F.J. Ram // De Groot PWJ Biology of

- the fungal cell. In: The Mycota. 2nd ed/ – 2007. – V. 5. – № 3. – P. 111–151.
8. Kumaresapillai, N. Production and evaluation of chitosan from *Aspergillus niger* MTCC strains / N. Kumaresapillai, R.A. Basha, R. Sathish // Iranian journal of pharmaceutical research. – 2011. – V. 10. – № 3 – P. 553–557.
 9. New, N. Characterization of chitosan-glucan complex extracted from the cell wall of fungus *Gongronellabutleri* USDB 0201 by an enzymatic method / N. New, W.F. Stevens, S. Tokura, H. Tamura // Enzyme and Microbial Technology. – 2008. – V. 42. – P. 242–251.
 10. Polizeli, M.L. Xylanases from fungi: properties and industrial applications / M.L. Polizeli, A.C.S. Rizzatti, R. Monti, H.F. Terenz, J.A. Jorge, D.S. Amari // MicrobiolBiotechnol. – V. 67. – P. – 577–591.
 11. Skorik Y.A. Evaluation of various chitinglucan derivatives from *Aspergillus niger* as transition metal adsorbents / Y.A. Skorik, A.V. Pestov, Y.G. // Yatluk Bioresource technology. – 2010. – V. 101. – № 6. – P. 1769–1775.
 12. Viraraghavan, T. Fungal biosorption and biosorbents / T. Viraraghavan, A. Srinivasan // Microbial Biosorption of Metals. Springer Netherlands. – 2011. – P. 143–158.
 13. Ward, O.P. Physiology and biotechnology of *Aspergillus* / O.P. Ward, W.M. Qin, N.J. Dhanjoon, J. Ye, A. Singh // Adv Appl. Microbiol. – 2006. – V. 58. – № 1. – P. 75.

М.В. Осипов, кандидат технических наук
Н.Б. Кондратьев, доктор технических наук
Е.В. Казанцев

О.С. Руденко, кандидат технических наук
П.А. Семенова, кандидат технических наук

Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал Федерального научного центра пищевых систем имени В.М. Горбатова
 РФ, 107023, Москва, ул. Электrozаводская, 20, стр. 3
 E-mail: conditerprom@mail.ru

УДК 664.68:664.684:547.458.61:551.571

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/59-62

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО КРАХМАЛА НА ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ НАЧИНОК В ПРЯНИКАХ

Исследовано влияние двух типов «сшитого» и этерифицированного модифицированных крахмалов: гидроксипропил ди-крахмал фосфата (E 1442) и ацетилованного дикрахмал адипата (E 1422) на скорость процесса влагопереноса мучных кондитерских изделий – сырцовых пряников с фруктовой начинкой, упакованных в полипропиленовую пленку толщиной 40 мкм в процессе хранения при температуре 30°C и относительной влажности окружающего воздуха 40%. Наименьшие потери массовой доли влаги характерны для сырцовых пряников с фруктовой начинкой при использовании модифицированного крахмала E 1442. Массовая доля влаги пряников с начинкой практически сохранилась после четырех недель хранения на уровне 13,5%. Относительные потери массовой доли влаги в пряниках с фруктовой начинкой, изготовленных с использованием модифицированного крахмала E 1442 составляют 3% после четырех недель хранения, в отличие от пряников с фруктовой начинкой, изготовленных на основе модифицированного крахмала E 1422, где относительные потери влаги составляют 9% за этот же срок. Фруктовая начинка с использованием модифицированного крахмала E 1442 обуславливает более высокие влагоудерживающие свойства по сравнению с начинкой, изготовленной на основе модифицированного крахмала E 1422. Скорость влагопереноса между частями пряника зависит от таковой через полипропиленовую пленку. Массовая доля влаги верхнего слоя пряников с фруктовой начинкой, изготовленных на основе модифицированного крахмала E 1442, упакованных в полипропиленовую пленку толщиной 40 мкм, после двух недель хранения возрастает, а в пряниках с фруктовой начинкой, изготовленных на основе модифицированного крахмала E 1422, наоборот, уменьшается, что может привести к черствению продукта.

Ключевые слова: модифицированный крахмал, фруктовая начинка, сырцовые пряники, влагоудерживающая способность.

M.V. Osipov, PhD in Engineering sciences
N.B. Kondratev, Grand PhD in Engineering sciences
E.V. Kazantsev

O.S. Rudenko, PhD in Engineering sciences
P.A. Semenova, PhD in Engineering sciences

All-Russian Research Institute of Confectionery Industry – branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems
 RF, 107023, Moskva, ul. E'lektrozavodskaya, 20, str. 3
 E-mail: conditerprom@mail.ru

EFFECT OF MODIFIED STARCH ON THE WATER-HOLDING CAPACITY OF GINGERBREAD FILLINGS

The effect of two types of «crosslinked» and esterified modified starches: hydroxypropyl distarch phosphate (E 1442) and acetylated distarch adipate (E 1422) on the speed of the process of moisture transfer in flour confectionery products was studied. The objects of the study were gingerbread with fruit filling packed in a polypropylene film with a thickness of 40 μm during storage at a temperature of 30°C and a relative humidity of ambient air of 40%. Smaller losses of the mass fraction of moisture are determined for gingerbread with fruit filling in which E 1442 modified starch was used. The moisture content of gingerbread with filling practically did not change during storage and remained 13.5% after four weeks of storage. The relative loss of the mass fraction of moisture in gingerbread with fruit filling made using modified starch (E 1442) was 3% after four weeks of storage. While in gingerbread with fruit filling, made on the

basis of modified starch (E 1422), the relative loss of moisture was 9% during the same period. Fruit filling made using modified starch (E 1442) causes higher water-holding properties compared to the filling made on the basis of modified starch (E 1422). The speed of moisture transfer between the parts of the gingerbread depends on the speed of moisture transfer through the polypropylene film. The moisture content of the top layer of gingerbread with fruit filling, made on the basis of modified starch E 1442, packed in a polypropylene film 40 µm, increased after 2 weeks of storage, and in gingerbread with fruit filling, made on the basis of modified starch E 1422, on the contrary decreased, which may lead to staling of the gingerbread.

Key words: *modified starch, fruit filling, gingerbread, water sorption ability.*

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение свежести изделия – это сохранение его консистенции, вкуса, запаха, внешнего вида путем удержания влаги и предотвращения порчи микроорганизмами. Среди мучных кондитерских изделий, пользующихся постоянным спросом на потребительском рынке, значительный объем занимают пряники, что обусловлено их оригинальными органолептическими показателями и относительно невысокой стоимостью.

Массовая доля влаги в пряниках 10...20%, для таких изделий характерны процессы влагопереноса, которые влияют на риск микробиологической порчи. [8] Использование разного состава модифицированного крахмала позволяет выпускать продукцию с заданными реологическими и технологическими свойствами. Модифицированные крахмалы в качестве пищевых добавок используют в производстве мучных кондитерских изделий с фруктовыми начинками, десертов, восточных сладостей (рахат-лукум), пастилы, зефира, карамели, кремов, фруктовых полуфабрикатов и других. Большой популярностью у потребителей пользуются пряники с начинками, в которых применяют различные загустители и гелеобразователи. [2, 10]

Модификация крахмалов постоянно совершенствуется, она разделяется на физическую, химическую, ферментативную. Физическая модификация – воздействие высоким давлением, низкими (замораживание) или высокими температурами (100...120°C), обработка плазмой, осмос и другие методы. [9, 11]

Проведены исследования по применению в полуфабрикатах и мучных кондитерских изделиях двух типов модифицированных крахмалов – «сшитого» и этерифицированного: гидроксипропил дикрахмал фосфата (E 1442) и ацетилованного дикрахмал адипата (E 1422), с целью оптимизации их качества. [3, 10]

Ацетилованный дикрахмал адипат (E 1422) представляет собой «сшитый» композитный модифицированный крахмал, полученный путем этерификации крахмала с адипиновой кислотой и уксусным ангидридом. Характеристики продуктов на его основе аналогичны «сшитому» и этерифицированному крахмалу: термостойкость, высокая сопротивляемость сдвигу и устойчивость в кислой среде. Ацетилованный дикрахмал адипат может быть использован в качестве загустителя, стабилизатора и связующего агента в пищевой промышленности.

Дикрахмалфосфат (E 1442) – эфир крахмала, полученный в результате взаимодействия гидроксильных групп (ОН) разных цепей полисахаридов с двумя кислотными группами метафосфорной кислоты или ее солей (метафосфат натрия).

Молекулы полисахаридов крахмала соединяются поперечными связями (мостики), что делает их малоподвижными и придает крахмальному клейстеру устойчивость к перемешиванию, нагреванию, изменению кислотности. Возникновение

эфирных связей с остатками метафосфорной кислоты увеличивает вязкость клейстера и гидрофильность молекул полисахаридов крахмала, в результате этого возрастает набухаемость зерен крахмала, влагоудерживающая способность и вязкость клейстера. [1, 4, 7]

Цель работы – исследование влияния разных видов модифицированного крахмала на процессы влагопереноса в пряниках с фруктовой начинкой, упакованных в полипропиленовую пленку (ПП) толщиной 40 мкм, в процессе хранения в контролируемых климатических условиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования – сырцовые пряники с фруктовой начинкой, образцы хранились в климатической камере «Climacell 404» при температуре 30°C и относительной влажности окружающего воздуха 40%. Состав начинок: 25% модифицированного крахмала; 40% яблочного пюре с 25% модифицированного крахмала; 40% яблочного пюре, 24% модифицированного крахмала и 1% пектина. Использовали модифицированный крахмал двух видов – E 1422, E 1442. Готовые пряники упаковывали в полипропиленовую пленку толщиной 40 мкм.

Термостабильность начинок оценивали по растекаемости образцов до и после термообработки. Массовую долю влаги находили по ГОСТ 5900-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли влаги и сухих веществ». Реологические показатели начинок на основе модифицированного крахмала (E 1422, E 1442) измеряли на Структурометре СТ-2.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнивали термостабильность начинок, изготовленных на основе модифицированного крахмала с различным содержанием компонентов. Коэффициенты термостабильности для начинки: 25% модифицированного крахмала (без добавления яблочного пюре и пектина) – 0,60, 40% яблочного пюре и 25% модифицированного крахмала – 0,68. Наибольшая устойчивость определена у начинки – 40% яблочного пюре, 24% модифицированного крахмала и 1% пектина (коэффициент термостабильности 0,75). Поэтому далее проведены исследования влияния разных видов модифицированного крахмала на влагоудерживающую способность начинки вышеуказанного состава. Структурно-механические свойства исследуемых фруктовых начинок усиливались, благодаря синергизму гидроколлоидов, что повышает сохранность кондитерских изделий с начинками.

Исследования физико-химических показателей фруктовых начинок, изготовленных на основе двух видов модифицированного крахмала (E 1422, E 1442) показали, что они характеризуются практически одинаковой массовой долей влаги, но отличаются по активности воды (табл. 1).

Таблица 1.
Физико-химические показатели фруктовых начинок

Использованный крахмал	Массовая доля влаги W, %	Активность воды, a_w
E 1422	22,5	0,801
E 1442	22,4	0,772

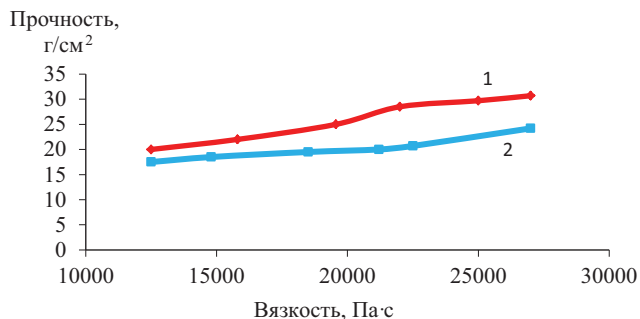


Рис. 1. Влияние модифицированного крахмала E 1442 (1) и E 1422 (2) на вязкость и прочность фруктовых начинок.

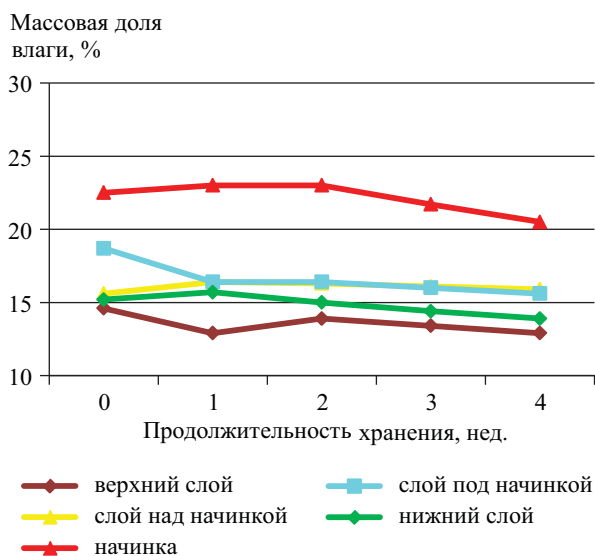


Рис. 2. Массовая доля влаги в различных слоях пряников, изготовленных с крахмалом (E 1422), упакованных в (ПП), при хранении.

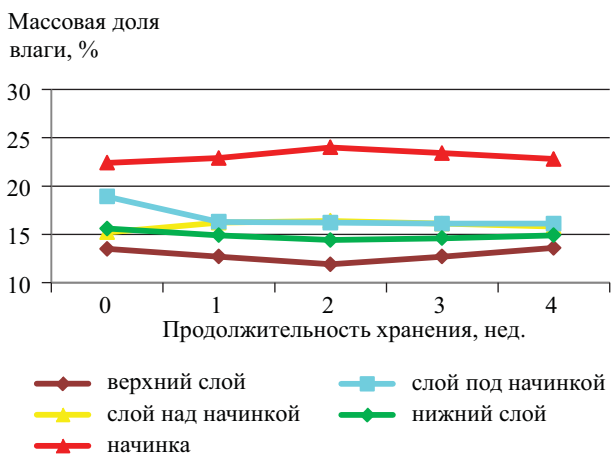


Рис. 3. Массовая доля влаги в различных слоях пряников, изготовленных на дикрахмалфосфате (E 1442), упакованных в (ПП), при хранении.

Активность воды фруктовой начинки, изготовленной с использованием модифицированного крахмала E 1442 ниже, чем у таковой с модифицированным крахмалом E 1422. Это объясняется образующимися химическими связями между молекулами воды и полярными группами крахмала E 1442.

Фруктовая начинка, приготовленная на основе дикрахмалфосфата (E 1442), характеризуется большей влагоудерживающей способностью в отличие от начинки на ацетилованном дикрахмале адипата (E 1422).

Установлена взаимосвязь реологических показателей фруктовых начинок (рис. 1). Их прочность и вязкость на основе модифицированного крахмала E 1442 выше по сравнению с начинками на основе крахмала E 1422, что обусловлено наличием эфирных связей с остатками метафосфорной кислоты.

Проведены исследования влияния свойств модифицированного крахмала двух наименований на процесс влагопереноса сырцовых пряников в процессе хранения. Модельные образцы пряников с фруктовой начинкой, упакованные в полипропиленовую пленку толщиной 40 мкм, хранили при температуре 30°C и относительной влажности окружающего воздуха 40%, массовую долю влаги исследовали в различных слоях пряника в течение четырех недель (периодичность одна неделя).

Массовая доля влаги во всех слоях пряников с фруктовой начинкой, изготовленных с модифицированным крахмалом E 1422 постепенно снижается от 17,3 до 15,7% по средним значениям массовой доли влаги в изделии, что составляет около 9% относительных потерь после четырех недель хранения (рис. 2).

Во всех слоях пряников с фруктовой начинкой, изготовленных на модифицированном крахмале E 1442, массовая доля влаги варьировала от 17,1 до 16,6% по средним значениям в изделии массовой доли влаги, что составляет около 3% относительных потерь. После четырех недель хранения массовая доля влаги такой начинки практически не изменилась (рис. 3). Массовая доля влаги начинки пряников, изготовленной на основе крахмала E 1422, за этот период времени уменьшилась с 22% до 20%.

Химический состав начинки на модифицированном крахмале E 1442 обуславливает более высокие влагоудерживающие свойства по сравнению с начинкой, изготовленной на E 1422. Использование гидроксипропил дикрахмал фосфата (E 1442) позволяет сократить потери массовой доли влаги в пряниках в три раза по сравнению с ацетилованном дикрахмал адипатом (E 1422).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Закономерности процесса влагопереноса могут быть использованы для прогнозирования хранения изделий. При уменьшении массовой доли влаги риск микробиологической порчи снижается, а при сохранении массовой доли влаги возможно «плесневение» поверхности продукта. Поэтому необходимо для каждого наименования пряников обосновывать соответствующую упаковку и учитывать показатели влагопереноса.

Дальнейшие исследования будут направлены на выявления закономерностей влагопереноса в пряниках с фруктовой начинкой, содержащих другие модификации крахмала.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Жушман, А.И. «Модифицированные крахмалы» / А.И. Жушман — Издательство: Пищепромиздат, 2007. — стр. 192–197.
2. Иоргачева, Е.Г. Стабилизация качества сырцовых пряников при хранении / Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова, Е.В. Хвостенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2014. — № 2 (12). — С. 138–143.
3. Казанцев, Е.В. Влияние свойств структурообразователей на прочность кондитерских масс / Е.В. Казанцев, Н.Б. Кондратьев // Материалы докладов XV Международной научно-практической конференции «Пища. Экология. качество» тематика: «Итоги прошлого и перспективы будущего» / ФГБУН СФНЦА РАН, 27-29 июня 2018 г. — Новосибирск: 2018. — С. 252–256.
4. Коптелова, Е.К. Нативные и модифицированные крахмалы для улучшения качества мучных кондитерских изделий / Е.К. Коптелова, Н.Д. Лукин // Кондитерское производство. — 2013. — № 6. — С. 17–18.
5. Национальный центр биотехнологической информации США: [сайт]. URL: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/«Краткое описание вещества № 24847848»: база данных химических соединений и смесей: [сайт]. URL: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/24847848.
6. Национальный центр биотехнологической информации США: [сайт]. URL: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/«Краткое описание вещества № 24847850»: база данных химических соединений и смесей: [сайт]. URL: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/24847850.
7. Соломин, Д.А. Инновации в производстве и применении модифицированных крахмалов / Д.А. Соломин, Л.С. Соломина // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2014. — № 3. — С. 19–22.
8. Срок годности пищевых продуктов. Расчет и испытание / Под ред. Р. Стеле; пер. с англ. В. Широкова под общ. ред. Ю.Г. Базарновой. — СПб.: Профессия. 2008. — 480 с.
9. Neelam, K. Various techniques for the modification of starch and the applications of its derivatives / K. Neelam, S. Vijay, L. Singh // International research journal of pharmacy. 2012. — Vol. 3(5). — P. 25–31.
10. Razak, R.A. Effects of different types and concentration of hydrocolloids on mango filling / R.A. Razak, R. Karim, R. Sulaiman, N. Hussain // International Food Research Journal. — 2018. — Vol. 25 (3). — P. 1109–1119.
11. Saha, D. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review / D. Saha, S. Bhattacharya // Journal of food science and technology. — 2010. — 47 (6). — P. 587–97.

LIST OF SOURCES

1. Zhushman, A.I. «Modificirovanny'e kraxmaly» / A.I. Zhushman — Izdatel'stvo: Pishhepromizdat, 2007. — str. 192–197.
2. Iorgacheva, E. G. Stabilizaciya kachestva sy'rczovy'x pryanikov pri xranenii / E.G. Iorgacheva, O.V. Makarova, E.V. Xvostenko // Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovy'x texnologij. — 2014. — № 2 (12). — S. 138–143.
3. Kazancev, E.V. Vliyanie svojstv strukturoobrazovatelej na prochnost' konditerskix mass / E.V. Kazancev, N.B. Kondrat'ev // Materialy' dokladov XV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Pishha. E'kologiya. kachestvo» tematika: «Itogi proshlogo i perspektivy' budushhego» / FGBUN SFNCzA RAN, 27–29 iyunya 2018 g. — Novosibirsk.: 2018. — S. 252–256.
4. Koptelova, E.K. Nativny'e i modificirovanny'e kraxmaly' dlya uluchsheniya kachestva mучny'x konditerskix izdelij / E.K. Koptelova, N.D. Lukin // Konditerskoe proizvodstvo. — 2013. — № 6. — S. 17–18.
5. Nacional'ny'j centr biotexnologicheskoy informacii SSHa: [sajt]. URL: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/«Kratkoe opisanie veshhestva № 24847848»: baza danny'x ximicheskix soedinenij i smesej: [sajt]. URL: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/24847848.
6. Nacional'ny'j centr biotexnologicheskoy informacii SSHa: [sajt]. URL: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/«Kratkoe opisanie veshhestva № 24847850»: baza danny'x ximicheskix soedinenij i smesej: [sajt]. URL: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/24847850.
7. Solomin, D.A. Innovacii v proizvodstve i primenenii modificirovanny'x kraxmalov / D.A. Solomin, L.S. Solomina // Xranenie i pererabotka sel'xozsy'r'ya. — 2014. — № 3. — S. 19–22.
8. Srok godnosti pishhevy'x produktov. Raschet i ispy'tanie / Pod red. R. Stele; per. s angl. V. Shirokova pod obshh.red. Yu.G. Bazarnovoj. — SPb.: Professiya. 2008. — 480 s.
9. Neelam, K. Various techniques for the modification of starch and the applications of its derivatives / K. Neelam, S. Vijay, L. Singh // International research journal of pharmacy. 2012. — Vol. 3 (5). — P. 25–31.
10. Razak, R.A. Effects of different types and concentration of hydrocolloids on mango filling / R.A. Razak, R. Karim, R. Sulaiman, N. Hussain // International Food Research Journal. — 2018. — Vol. 25 (3). — P. 1109–1119.
11. Saha, D. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review / D. Saha, S. Bhattacharya // Journal of food science and technology. — 2010. — 47 (6). — P. 587–97.

В.Д. Кабанов, член-корреспондент РАН, профессор
П.И. Тищенко, доктор биологических наук, профессор
Ю.И. Тимошенко, кандидат сельскохозяйственных наук
 МГАВМиБ – Московская ветеринарная академия имени К.И. Скрябина
 РФ, 109377, Москва, ул. Академика Скрябина, 23
А.Н. Шевяков, кандидат биологических наук
Л.В. Хасанова
Ю.С. Кожаринова

Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства
 РФ, 141313, Московская обл., Сергиево-Посадский р-н, г. Сергиев Посад, ул. Птицеградская, 10
 E-mail: kabanovvd@yandex.ru

УДК 636.612.015.348

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/63-67

ИЗМЕНЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ГОВЯДИНЫ ПРИ КОНЦЕНТРАТНОМ ОТКОРМЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

В статье изучена питательная ценность говядины, полученной на концентратном откорме крупного рогатого скота, по содержанию в ней жира, протеина и входящих в его состав аминокислот. Образцы на химический анализ отбирали из длиннейшего мускула спины (Musculus longissimus dorsi). Для сравнительного анализа были взяты три образца: два из говядины и один из свинины. Первый образец приготовили из говядины традиционного откорма (I т.о.), второй – из «мраморной» (II к.о.) и третий – из свинины (III с.). Первый и третий образцы отбирали из охлажденной продукции, реализуемой в свежем виде, на поперечном разрезе полутуши по последнему ребру. В качестве второго образца использовали готовый продукт, реализуемый в целлофановом вакуумном пакете под фирменным названием «Медальон из мраморной говядины», полученной на зерновом откорме крупного рогатого скота «ангус черный» (правильное название – абердин-ангусская порода) в течение 200 дней. Химический анализ проводили в исследовательском центре ФНЦ «ВНИТИП» РАН в 2018 г. Химический и аминокислотный состав изучен в воздушно-сухом веществе мышечной ткани. Установлено, что в мышечной ткани говядины, полученной на концентратном откорме, содержалось протеина на 20–23% меньше, а жира примерно в 5 раз больше, чем в мышце свинины и говядины, полученной на традиционном откорме. Суммарное содержание аминокислот концентратной группы было на 23,4% меньше, чем в мышце крупного рогатого скота при стандартном кормлении и на 19,6% меньше, чем в мышце свиней. Ухудшение питательной ценности говядины происходит из-за увеличения в ней жира и снижения концентрации всех без исключения аминокислот, входящих в состав глобулярных и фибриллярных белков.

Ключевые слова: мясной скот, говядина, свинина, мраморная говядина, концентратный откорм, аминокислотный состав, питательная ценность.

V.D. Kabanov, Corresponding member of RAS, Professor
P.I. Tishenkov, Grand PhD in Biological sciences, Professor
Yu.I. Timoshenko, PhD in Agricultural sciences
 MGAVM&B – K.I. Skryabin Moscow Veterinary Academy
 RF, 109377, Moskva, ul. Akademika Skryabina, 23
A.N. Shevyakov, PhD in Biological sciences
L.V. Khasanova
Yu.S. Kozharinova

All-Russian Research and Technological Poultry Institute
 RF, 141313, Moskovskaya obl., Sergievo-Posadskij r-n, g. Sergiev Posad, ul. Pticegradskaya, 10
 E-mail: kabanovvd@yandex.ru

CHANGE IN AMINO ACIDS COMPOSITIONS OF BEEF WITH CONCENTRATED FATTENING OF CATTLE

In the article the authors examine nutritive value of beef generated on concentrate fattening of beef cattle according to content of fat, protein and amino acids. Specimens for chemical analysis have been taken from the longest muscle of dorsum (Musculus longissimus dorsi). For comparative analysis three specimens have been selected: two from beef and one from porkmeat. The first sample has been prepared from beef of traditional fattening (I t.f.), the second one – from marbled beef (II c.f.) and the last one – from pork (III p.). The first and third samples have been extracted from cooled production realized in fresh form, on half carcass transection on second last rib. As for the second specimen an end product has been taken that is realized in cellophane vacuum package under the firm name «Marbled beef medallion», produced on cattle grain fattening «Black Angus» (correct name – Aberdeen-Angus breed) during 200 days. Chemical analysis has been conducted in researching centre Federal Science Centre «All-Russian Scientific-Researching and Technological Institute of Poultry Industry» under the Russian Academy of Science in 2018. Chemical and amino acid content has been examined in air-dried material of muscular tissue. The group of authors has discovered that in beef muscular tissue produced on concentrate fattening the content of protein is 20–23% less and fat is about five times more than in muscle of pork and beef generated on traditional fattening. The total content of amino acids of concentrate group was 23.4% less that in beef cattle muscle under the standard fattening and 19.6% less than in pork muscle. Deterioration of nutritive value arises due to increase of fat content and decrease of amino acids that are a part of globular and fibrillary proteins.

Key words: beef cattle, beef, porkmeat, marbled beef, concentrate fattening, amino acid content, nutritive value.

В условиях интенсификации животноводства все большее значение приобретает усиление контроля за качеством получаемой продукции. Это вызвано и ускорением роста животных под влиянием стимуляторов, других биологически активных веществ, и применением новых технологий производства. В связи с этим мы поставили задачу изучить питательную ценность появившейся в торговой сети говядины, полученной на концентратном откорме крупного рогатого скота, по содержанию в ней жира, протеина и входящих в него аминокислот и сравнить с говядиной, полученной по традиционной технологии, и свиной.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Готовую мясную продукцию для исследований приобретали в одном из торговых центров Москвы. Образцы на химический анализ отбирали из длиннейшего мускула спины (*Musculus longissimus dorsi*). Для сравнительного анализа были взяты три образца: два из говядины и один из свинины. Первый образец приготовили из говядины традиционного откорма (I т.о.), второй – из «мраморной» (II к.о.) и третий – из свинины (III с.). Первый и третий образцы отбирали из поперечного разреза охлажденной полутуши по последнему ребру. В качестве второго образца использовали готовый продукт в целлофановом вакуумном пакете под фирменным названием «Медальон из мраморной говядины», полученной на зерновом откорме крупного рогатого скота «ангус черный» (правильное название – абердин-ангусская порода) в течение 200 дней.

Химический анализ проводили в исследовательском центре ФНЦ «ВНИТИП» РАН в 2018 году. Химический и аминокислотный состав изучен в воздушно-сухом веществе мышечной ткани (табл. 1 и 2).

Таблица 1.
Химический состав мышечной ткани в воздушно-сухом веществе

Показатель	Проба		
	I говядина (т.о.)	II говядина (к.о.)	III свинина (с.)
Влага первоначальная, %	75,23	65,16	75,15
Протеин, %	83,58	60,39	80,52
Жир, %	6,83	35,41	7,22
Зола, %	4,16	2,68	6,36

Обращают внимание большие различия по химическому составу мышечной ткани, полученной из, так называемой, «мраморной говядины» при концентратном откорме по сравнению как с говядиной традиционного откорма, так и свиной. В мышечной ткани говядины второй группы было меньше протеина (60,4%) и больше жира (35,4%) в сравнении с говядиной первой (83,6% и 6,8%), а также мясной свиной (80,5% и 7,2% – соответственно). Если в мышце крупного рогатого скота на концентратном корме содержалось на 20...23% меньше протеина, то жира было примерно в пять раз больше, чем в мышце свиней и крупного рогатого скота при традиционном кормлении. Таким образом, на концентратном откорме у жвачных животных усиливается синтез жира и ослабляются синтетические процессы белка. Об этом можно судить по аминокислотному составу протеина (табл. 2).

Установлено, что сумма аминокислот изменяется в каждой группе пропорционально содержанию мышечной ткани, а доля каждой из них соответственно их биологическому статусу и в зависимости от типа кормления скота (табл. 3).

Аминокислотный состав протеина, % в протеине

Таблица 2.

Аминокислоты	Проба			Сравнение, разность, %			
	говядина		свинина III мясная	I и II		III и II	
	I традиционный откорм	II концентратный откорм		разность		разность	
			% (доля) в протеине	% от доли	% (доля) в протеине	% от доли	
Лизин	7,54	5,29	6,99	2,25	29,8	1,70	24,3
Гистидин	3,52	2,94	3,53	0,58	16,5	0,59	16,7
Аргинин	5,70	3,90	4,98	1,8	31,6	1,08	21,7
Аспарагиновая кислота ¹	7,96	5,61	7,87	2,35	29,5	2,26	28,7
Треонин	3,95	2,69	3,78	1,26	31,9	1,09	28,9
Серин	3,13	2,21	2,99	0,92	29,4	0,78	26,1
Глутаминовая кислота ²	13,28	9,14	12,52	4,14	31,2	3,38	27,4
Пролин	2,96	2,52	2,85	0,44	14,9	0,33	11,6
Глицин	3,44	2,68	3,88	0,76	22,1	1,20	31,0
Аланин	4,83	3,50	5,02	1,33	27,5	1,52	30,3
Цистин	0,97	0,62	0,83	0,35	36,1	0,21	25,3
Валин	4,46	3,09	4,43	1,37	30,7	1,34	30,3
Метионин	2,33	1,48	1,87	0,85	36,5	3,39	20,9
Изолейцин	4,29	3,21	3,98	1,08	25,2	0,77	19,4
Лейцин	7,01	5,12	6,58	1,89	24,0	1,46	22,2
Тирозин	3,18	2,05	2,83	1,13	35,1	0,78	27,6
Фенилаланин	3,55	2,71	3,25	0,84	23,7	0,54	16,6
Триптофан	0,41	0,31	0,52	0,10	24,4	0,11	26,2
Сумма аминокислот:	82,51	59,07	78,64	-	-	-	-

Примечание. Определяли вместе с: ¹ аспарагином, ² глутамином

Таблица 3.
Сравнительные данные содержания протеина и аминокислот в мышечной ткани

Показатель	Группа		
	I (т.о.)	II (к.о.)	III (с.)
Протеин, %	83,6	60,4	80,5
Сумма аминокислот, %	82,5	59,1	78,6
Ранговый порядок всех чисел, или их суммы	1	3	2

Оказалось, что во второй группе степень концентрации всех без исключения аминокислот была значительно ниже, чем в других. На концентратном откорме содержание аминокислот в мышечной ткани уменьшилось как по сравнению с говядиной на традиционном откорме, так и со свиной.

Общее содержание аминокислот в мышечной ткани концентратной группы было на 23,4% меньше, чем у крупного рогатого скота на традиционном откорме и на 19,5% меньше, чем у свиней.

Чтобы определить степень и возможные причины снижения концентрации каждой аминокислоты в отдельности, целесообразно рассматривать их по принципу участия в классах глобулярных и фибриллярных белков.

Под влиянием зернового откорма у животных в большей степени уменьшалась концентрация лизина, аргинина, аспарагиновой и глутаминовой кислот (аспарагин и глутамин), треонина, метионина, лейцина, тирозина. Так, содержание лизина уменьшилось на 29,8 и 24,3% от его доли в говядине (I) и свинине (III) соответственно (далее указываем в таком же порядке), аргинина – 31,6 и 21,7%, аспарагиновой кислоты – 29,5 и 28,7, треонина – 31,9 и 28,9, глутаминовой кислоты – 31,2 и 27,4, метионина – 36,5 и 20,9, лейцина – 24,0 и 28,2, тирозина – на 35,6 и 27,6%.

Большинство из этих аминокислот характеризуется высокой молекулярной массой (146,2...181,2), сложной химической структурой, большим углеродным числом. [2] Их остатки встречаются в глобулярных белках, выполняющих динамические функции. [5] К ним относятся ферменты, гормоны, аминокислоты, предшественники многих сложных биохимических соединений и биологически активных веществ. Они активизируют транспортные, сократительные, запасные, защитные и другие белки. В предыдущих исследованиях установлено, что кодоны этих аминокислот способствуют синтезу белка, кодируют рост и высокую мясную продуктивность животных. [2, 4]

Другая группа аминокислот, входящих в состав фибриллярных белков, куда относятся аланин, валин, глицин, пролин, серин и некоторые другие, также сокращались под влиянием концентратного кормления (II) в достаточно высокой степени. По сравнению с I и III группами уровень аланина снизился на 27,5 и 30,3%, валина – на 30,7 и 30,3, глицина – на 22,1 и 31,0, пролина – на 14,9 и 11,6, серина – на 29,4 и 29,1% соответственно их доли в мышечной ткани.

Эти аминокислоты характеризуются низкой молекулярной массой (75,1...119,1), малым углеродным числом (C₂-C₅), но высокой частотой встречаемости в белках, доходящей до 100%, как аланин. [2] Они входят в состав структурных белков, образующих оболочки, внутренние стенки клеток, мембраны, регулирующие клеточный метаболизм и составляющие большую часть клеточного вещества. [5]

Они составляют главную часть соединительной ткани, межпучковой, межмышечной и подкожной жировой клетчатки, наполняющейся жиром.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим причины снижения концентрации аминокислот, а также изменения качества получаемой продукции. В первом случае главными из них становятся нарушения физиологии пищеварения скота с многокамерным желудком и возможные отступления от норм кормления животных. Во втором – нарушения процессов синтеза мышечной ткани в организме скота.

Обращает внимание сильно действующий фактор, влияющий сразу на все встречающиеся аминокислоты в одном направлении – в сторону уменьшения их содержания в мышечной ткани. Следует полагать, что он определяется изменением характера рубцового пищеварения в многокамерном желудке крупного рогатого скота под влиянием несвойственного для него концентратного типа кормления. Из-за недостаточного поступления в желудок грубых кормов (луговая трава, сено, доброкачественная солома однолетних зерновых культур) у жвачных животных нарушается расщепление кормовой массы, выделение из нее питательных веществ и их усвояемость. Также сказывается «неполноценное» с физиологической точки зрения действие длительного скармливания жвачным большого количества зернового корма и недостатка грубых кормов. Во-первых, даже полноценное зерно злаковых бедно белком, особенно по содержанию в нем незаменимых аминокислот (лизин и метионин). Во-вторых, чисто зерновой рацион противопоказан крупному рогатому скоту на откорме, потому что при обильном кормлении дает нежелательную для человека слишком жирную говядину, содержащую большое количество полинасыщенных жирных кислот.

В работе показано, что даже в самом нежирном из всей мышечной ткани животных – длиннейшем мускуле спины крупного рогатого скота (II) концентратной группы содержалось 35,4% жира или примерно в пять раз больше, чем в мышце свиней и крупного рогатого скота на традиционном откорме. В то же время было на 20...23% меньше протеина. Отрицательная корреляция признаков выражается в том, что чем больше жировой ткани, тем меньше мышечной, в первую очередь протеина, а значит и общей массы аминокислот – главной составной части белка.

Ведущую роль в регулировании липидного и липопротеидного синтеза сыграли аминокислоты, входящие в состав фибриллярных белков, в том числе глицин, пролин и другие аминокислоты этого класса, остатки которых в большом количестве находятся в миозине, фиброине шелка, коллагене, эластине, кератине. [5]

Установлено, что глицин и пролин с низкой молекулярной массой кодируют и принимают участие в синтезе мышечной ткани жирных животных, а, к примеру, лизин и фенилаланин с высокой молекулярной массой – в синтезе мышечной ткани мясных животных. [2]

Наиболее высокая суммарная массовая доля азотистых оснований отмечается в кодонах олигомерных аминокислот (табл. 4), играющих решающую роль в реализации генетической информации.

Решающую роль в специфике каждого олигомерного кодона играют взаимодействующие два

Таблица 4.

Суммарная доля азотистых оснований в кодонах олигомерных аминокислот

Аминокислоты		Суммарная массовая доля оснований в кодонах, мол, %
Олигомерные	Символика гомогенных триплетов	
Лизин	AAA	87,9
Глицин	GGG	64,2
Пролин	CCC	63,0
Фенилаланин	UUU	84,9

Примечание. Наименование азотистых оснований и доля их в ДНК по Е. Чаргаффу: А – аденин 29,3 мол.%; Г – гуанин 21,4; Ц – цитозин 21,0; У – урацил (вместо тимина) 28,3 мол. %.

первых азотистых основания в триплете. Присоединение к ним любого основания в третьем положении кодона не в состоянии изменить суммарную массу доли основания настолько, чтобы она повлияла на сформировавшиеся функции диплетов. В таком случае указанные суммарные массы долей оснований находятся в следующих пределах, мол. %: лизина – 79,6...87,9, фенилаланина – 77,6...84,9, глицина – 63,0...71,3 и пролина – 63,8...72,1. [2, 3]

При взаимодействии кодонов аминокислот с высоко долевыми основаниями, регулирующими белковый обмен, границы критической массы вещества находятся в пределах 77,6...87,9 мол.%, а с низко долевыми основаниями, регулирующими липидный обмен – 63,0...72,1 мол.%. [2, 3]

Кроме того, пролин, образующийся из глутаминовой кислоты, действует как регуляторный, ингибитор (репрессор) по типу обратной связи. Если в системе (организме) накопление пролина, превышает допустимый уровень, то первая из ферментативных реакций, ведущих к его образованию, оказывается ингибированной (подавленной). Биосинтез большинства аминокислот регулируется по принципу обратной связи, благодаря функционированию регуляторных ферментов. Неслучайно также, что глицин входит в большом количестве в состав фибриллярных белков и мышечной ткани жирных животных. По свидетельству Л. Полинга [7], эта аминокислота принимает активное участие в синтезе пептидных связей в полипептидных цепях бесконечно в процессе синтеза полипептидных цепей.

Мы привели лишь два примера разной по своей сути активности аминокислот, входящих в состав фибриллярных белков, чтобы показать их биохимическую функцию и большую роль в сокращении концентрации аминокислот и увеличении жира в туше под влиянием концентратного откорма крупного рогатого скота.

В результате такого кормления вместо филигранных узоров тонкого рисунка в мышцах, получившего название «мраморность», в говядине появляются толстые прослойки жира. Они хорошо видны невооруженным глазом и в межпучковых пространствах, и межмышечных зонах, и в подкожной жировой клетчатке. Вдоль хребтовой части туши даже появляется несвойственный для говядины жировой полив, доходящий как у свиней до 1,5...2,0 см.

Однако у говяжьего жира примерно на 10% выше температура плавления, на 15...20 единиц меньше йодное число, чем свиного, а, следовательно, ниже его расщепляемость и усвояемость. [7]

В говядине больше, чем в свинине, насыщенных жирных кислот, но в два раза меньше мононенасыщенных и в четыре-пять раз меньше полиненасыщенных жирных, в том числе незаменимых – линолевой и линоленовой, входящих в состав клеточных мембран. [1, 6]

Недостаток в организме полиненасыщенных жирных кислот способствует увеличению насыщенных жирных кислот и повышению в крови уровня холестерина, что становится причиной тяжелых заболеваний. [6, 8]

У многих животных постоянный уровень холестерина регулируется по принципу обратной связи. При поступлении с пищей избытка данного стероида, его биосинтез в клетках организма ингибируется. Из-за отсутствия такого механизма контроля у человека, содержание холестерина в крови может существенно возрасти при жирной диете (особенно в возрасте 20–60 лет). Это, во-первых, становится причиной закупорки желчных протоков, жировой инфильтрации печени, а также образования камней. Во-вторых, что не менее опасно, холестерин откладывается в форме атеросклеротических бляшек в стенках кровеносных сосудов, содержащих этот стероид. [8 и 9] Именно данное обстоятельство дает основание считать, что технология производства говядины на концентратном откорме крупного рогатого скота нуждается в коренном преобразовании.

Это, в первую очередь, относится к более рациональному использованию уникальных генетических задатков скота абердин-ангусской породы, сформировавшихся в процессе длительной эволюции и совершенствования черного комолого скота в Шотландии. Все признаки этого не крупного скота, характеризующегося высокой мясной продуктивностью, находятся в тесной взаимосвязи и взаимобусловленности, образуя сложную, неразрывную систему. Нарушение хотя бы одной важной биологической особенности неизбежно приводит к расшатыванию, разбалансированию слаженности составных частей единого организма.

Смена типа кормления – отказ от приготовления сложных кормовых смесей, включающих в себя грубые корма, необходимые жвачным, переход на концентратный откорм, приводит к нарушению системы пищеварения, синтеза аминокислот, протеина и ожирению животных.

Нуждаются также в совершенствовании размещения мясного скотоводства и система содержания животных. Важнейшая отрасль животноводства, как правило, районирована в степных зонах, в долинах предгорий, возвышенностей, суходольных лощинах, лугах и пастбищах. Преобразование отрасли будет, несомненно, способствовать увеличению производства и повышению качества говядины и улучшению здоровья людей. [4, 10]

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вохмяков, А.С. Связь скорости роста и степени ожирения свиней с физиолого-химическими свойствами и жирнокислотным составом подкожного сала: автореф. дисс.... канд биол. наук / А.С. Вохмяков – М.: – 2007. – 121 с.
2. Кабанов, В.Д. Молекулярные основы селекции свиней/В.Д. Кабанов – М.: «Типография Россельхозакадемии». – 2013. – с. 352.
3. Кабанов, В.Д. Бикодоны аминокислот как механизм реализации генетической информации. Учебное пособие. / В.Д. Кабанов – М.: – Издат. «ЗооВетКнига». – 2015. – 43 с.

4. Кабанов, В.Д. Развитие животноводства в России за сто лет. (1917–2017 гг.)//В.Д. Кабанов. – М.: Главный Зоотехник. – 2018. – № 6. – с. 3–23.
5. Ленинджер, А.Л. Биохимия. Молекулярные основы структуры и функций клетки. Перевод с английского. /А.Л. Ленинджер – М.: – Изд. «Мир». – 1989. – 657 с.
6. Лисицын, А.Б. Жирные кислоты. Значение для качества мяса и питания человека. / А.Б. Лисицын, И.А. Шумкова. – М.: – 2002. – 41 с.
7. Полинг, Л. Общая химия. Перевод с английского. / Л. Полинг – М.: Издат. «МИР», – 846 с.
8. Хофман, Э.М. Биохимия стероидов. (перевод с английского) /Э.М. Хофман. – М., 1972.
9. Тютюнников, Б.Н. Химия жиров. Изд. 2-е, переработ. и доп./ Б.Н. Тютюнников – М.: – Пищевая промышленность, – 1974. – 448 с.
10. Фисинин, В.И. Стратегия машинно-технической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года. /В.И. Фисинин и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 80 с.
2. Kabanov, V.D. Molekulyarny'e osnovy' selekcii svinej/V.D. Kabanov – М.: «Tipografiya Rossel'hozakademii». – 2013. – s. 352.
3. Kabanov, V.D. Bikodony' aminokislota kak mexanizm realizacii geneticheskoj informacii. Uchebnoe posobie. / V.D. Kabanov – М.: – Izdat. «ZooVetKniga». – 2015. – 43 s.
4. Kabanov, V.D. Razvitie zhivotnovodstva v Rossii za sto let. (1917–2017 gg.)//V.D. Kabanov. – М.: Glavny'j Zootexnik. – 2018. – № 6. – s. 3–23.
5. Lenindzher, A.L. Bioximiya. Molekulyarny'e osnovy' struktury' i funkcij kletki. Perevod s anglijskogo. / A.L. Lenindzher – М.: – Izd. «Mir». – 1989. – 657 s.
6. Lisicyn, A.B. Zhirny'e kisloty'. Znachenie dlya kachestva myasa i pitaniya cheloveka. / A.B. Lisicyn, I.A. Shumkova. – М.: – 2002. – 41 s.
7. Poling, L. Obshhaya ximiya. Perevod s anglijskogo. / L. Poling – М.: Izdat. «MIR», – 846 s.
8. Xofman, E'.M. Bioximiya steroidov. (perevod s anglijskogo) /E'.M. Xofman. – М., 1972.
9. Tyutyunnikov, B.N. Ximiya zhirov. Izd. 2-e, pererabot. i dop./ B.N. Tyutyunnikov – М.: – Pishhevaya promy'shennost'. – 1974. – 448 s.
10. Fisinin, V.I. Strategiya mashinno-texnicheskoj modernizacii sel'skogo xozyajstva Rossii na period do 2020 goda. /V.I. Fisinin i dr. – М.: FGNU «Rosinformaгротех», – 2009. – 80 s.

LIST OF SOURCES

1. Voxmyakov, A.S. Svyaz` skorosti rosta i stepeni ozhireniya svinej s fiziologo-ximicheskimi svojstvami i zhirnokislotny'm sostavom podkozhnogo sala: avtoref. diss.... kand biol. nauk / A.S. Voxmyakov – М.: – 2007. – 121 s.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

Для включения опубликованных в нашем журнале материалов в Международные системы цитирования следует к статье написать реферат на русском и английском языках.

Привила оформления

Реферат. Рекомендуемый объем – 1000–2000 знаков (200–250 слов). В начале текста НЕ повторяется название статьи. Реферат НЕ разбивается на абзацы. Структура реферата кратко отражает структуру работы. Вводная часть минимальна. Место исследования уточняется до области (края). Изложение результатов содержит КОНКРЕТНЫЕ сведения (выводы, рекомендации и т.п.). Допускается введение сокращений в пределах реферата (понятие из 2-3 слов заменяется на аббревиатуру из соответствующего количества букв, первый раз полностью, сокращение – в скобках, далее используется только сокращение). Избегайте вводных слов и оборотов! Числительные, если не в начале предложения, передаются цифрами. Нельзя использовать аббревиатуры и сложные элементы форматирования (например, верхние и нижние индексы). Категорически не допускаются вставки через меню “Символ”, знак разрыва строки, знак мягкого переноса, автоматический перенос слов.

Summary. При переводе Реферата на английский язык недопустим машинный перевод!!! Вместо десятичной запятой используется точка. Все русские аббревиатуры передаются в расшифрованном виде, если у них нет устойчивых аналогов в англ. яз. (ВТО – WTO, ФАО – FAO и т.п.).

Г.В. Ольгаренко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Б.С. Гордон, кандидат технических наук

Всероссийский научно – исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»

РФ, 140483, Московская область, Коломенский р-н, пос. Радужный, 38

E-mail: prraduga@yandex.ru

УДК 631.67

DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/68-72

ПАРАМЕТРЫ ДОЖДЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН И ПОКАЗАТЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛОЯ ОСАДКОВ

Предложен метод моделирования применения разбрызгивающих устройств на различных по принципу действия дождевальных машинах, работающих в движении, когда обеспечивается равномерность распределения слоя осадков. При обосновании методики расчетов, в качестве исходной рабочей гипотезы приняты следующие положения: применение на дождевальной технике разбрызгивающих устройств, к которым относятся любые устройства, создающие искусственный дождь с пригодными для орошения характеристиками. Это могут быть дождевальные аппараты и насадки; равномерный полив осуществляется в случае, если на любом участке площади сезонной нагрузки машины ее разбрызгивающими устройствами обеспечивается гидромодуль, равный расчетному; метод выбора разбрызгивающих устройств и оценка равномерности орошения должны соответствовать друг другу. В результате продолжения ранее выполненных работ, принято математическое описание условий, обеспечивающих равномерность распределения слоя осадков дождевальными машинами. Анализ показателей равномерности полива подтвердил их соответствие условиям моделирования примененных разбрызгивателей. Доказано, что при моделировании их можно определять по распределению величин обеспечиваемых гидромодулей, используя известные расчетные формулы и частотные графики. Дополнительная эффективно орошаемая площадь за пределами длины трубопровода машин определяется радиусом или шириной эффективного полива, которые находятся согласно изложенному методу.

Ключевые слова: дождевальные машины, показатели равномерности распределения осадков, моделирование, разбрызгивающие устройства.

G.V. Olgarenko, Grand PhD in Agricultural sciences, Professor

B.S. Gordon, PhD in Engineering science

All-Russian Scientific Research Institute "Raduga"

RF, 140483, Moskovskaya oblast', Kolomenskij r-n, pos. Raduzhnyj, 38

E-mail: prraduga@yandex.ru

PARAMETERS FOR RAIN SPRINKLER MACHINES AND RAINFALL DISTRIBUTION INDICATORS

There is offered the simulation method for sprinkling devices application on different mode operating irrigation machines, working in movement, when the uniform irrigation depth should be ensured. In justifying the calculation method, the following provisions were adopted as the initial working hypothesis: the use of sprinkler devices on sprinkling equipment, which include any devices that generate artificial rain with characteristics suitable for irrigation. These can be sprinklers and nozzles; uniform irrigation is carried out, if in any part of the seasonal load area of the machine its spray equipment is provided with a hydraulic module q_1 equal to the calculated q_p ; the method of spraying devices selection and the assessment of irrigation uniformity should be consistent with each other. As a result of continuation of the previously completed work a mathematical description of the conditions was adopted that ensure evenness of rainfall distribution by sprinkling machines. The analysis of irrigation uniformity values has proved their matching to the simulation of sprinkling devices application conditions. It is proved that shown indices could be evaluated by the distribution of supplied hydro modules values, by using well-known rating formula and frequency plots. Additional effectively irrigated area outside the irrigation machine pipeline extension is calculated by the radius or efficient irrigation width; they are evaluated in accordance with the given method.

Key words: irrigation machines, indices of irrigation depth uniformity distribution, simulation of sprinkling devices application.

Искусственный дождь, создаваемый разбрызгивателями дождевальной техники, имеет различные характеристики, которые могут оказывать неблагоприятное воздействие на почву, растения и окружающую среду, в связи низкой равномерностью распределения по орошаемой площади. Но при повышении агроэкологического качества дождя и равномерности полива увеличивается урожайность сельскохозяйственных культур [3] и уменьшается опасность развития неблагоприятных экологических процессов при орошении.

В связи с этим, необходимо обосновать применение для равномерного полива дождевальных аппаратов и насадок на дождевальных машинах, работающих в движении. Выявление общих условий равномерного орошения для дождевальных машин кругового и фронтального действий, а также для шланговых дождевальных машин позволит полу-

чить расчетные зависимости для моделирования выбора разбрызгивающих устройств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При обосновании методики расчетов, в качестве исходной рабочей гипотезы приняты следующие положения:

применение на дождевальной технике разбрызгивающих устройств, к которым относятся любые устройства, создающие искусственный дождь с характеристиками, пригодными для орошения. Это могут быть дождевальные аппараты и насадки;

равномерный полив осуществляется в случае, если на любом участке площади сезонной нагрузки машины ее разбрызгивающими устройствами обеспечивается гидромодуль q_1 , равный расчетному q_p ;

метод выбора разбрызгивающих устройств и оценка равномерности орошения должны соответствовать друг другу.

В результате продолжения ранее выполненных работ [1], принято математическое описание условий, обеспечивающих равномерность распределения слоя садков дождевальными машинами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сезонная нагрузка дождевальной машины кругового действия равна площади круга, сектор которого изображен на рисунке 1.

Выберем на этом секторе прямоугольную систему координат XOY с началом O в месте установки неподвижной опоры машины и осью OX , направленной вдоль ее водопроводящего трубопровода. Здесь же обозначим часть элементарного кольца орошения со средним радиусом R_i и шириной dR . На всем элементарном кольце обеспечиваемый гидромодуль q_i можно определить из уравнения:

$$g_i = \frac{1}{L_i} \sum_1^n \int_S p_k(x,y) ds, \tag{1}$$

где $p_k(x,y)$ – распределение интенсивности дождя k -м разбрызгивателем; L_i – длина i -го элементарного кольца орошения, равная $2\pi R_i$; n, k – количество, нумерация от 1 до n устройств, дождь которых выпадает на рассматриваемое элементарное кольцо орошения; S – кривая линия (окружность радиусом R_i), по отрезкам ds которой проводится интегрирование.

В уравнении (1) под знаком суммы записан криволинейный интеграл первого рода от функции распределения интенсивности дождя $p_k(x,y)$ вдоль окружности радиусом R_i .

Сезонная нагрузка дождевальной машины фронтального действия равна площади прямоугольника длиной L и шириной C (рис. 2). Вместо элементарного кольца выделим на этой площади элементарную полосу орошения длиной L_i и шириной dR , которая расположена на расстоянии R_i от начала прямоугольных координат XOY (рис. 2). Оси OX и OY этой системы направим вдоль смежных сторон площади орошения. Тогда, обеспечиваемый гидромодуль на i -й элементарной полосе

орошения для машины фронтального действия так же можно определить по формуле (1). Для данного случая величина L_i постоянная и равна длине L площади сезонной нагрузки, а под знаком суммы записан криволинейный интеграл от функции распределения интенсивности дождя $p_k(x,y)$ по отрезкам ds прямой линии S , уравнение которой $y = R_i$. Использование уравнения (1) в расчетах объясняется тем, что работу машины фронтального действия можно рассматривать, как работу концевой участка дождевальной машины кругового действия. При этом ее водопроводящий трубопровод должен быть такой большой длины, чтобы при его повороте на некоторый угол, концевой участок машины орошал площадь прямоугольника длиной L и шириной C . Поэтому в формуле (1) для фронтальных машин следует рассматривать часть элементарного кольца, которая распрямляется и приобретает вид элементарной полосы орошения.

Шланговые дождевальные машины, как правило, состоят из разбрызгивающего устройства, перемещающегося прямолинейно, подтягивая его за водоподводящий шланг. Сезонная нагрузка этой машины равна площади прямоугольника длиной L и шириной C . На рисунке 3 представлены смежные площади сезонных нагрузок двух шланговых машин, где на расстоянии R_i от начала прямоугольных координат XOY выделена элементарная полоса орошения шириной dR .

Для шланговых машин обеспечиваемый гидромодуль можно определить по формуле (1) так же, как и для машин фронтального действия. При этом L_i – длина элементарной полосы орошения, равна L , а под знаком суммы записан криволинейный интеграл от функции распределения интенсивности дождя $p_k(x,y)$ по отрезкам ds прямой линии S , уравнение которой $y = R_i$.

Использование уравнения (1) в расчетах шланговых машин объясняется тем, что работу их разбрызгивающих устройств можно рассматривать, как будто они установлены на концах трубопровода длиной B машины фронтального действия, причем, B равно расстоянию между позициями шланговых машин.

Формула (1) верна для всех типов дождевальной техники, работающей в движении. С ее помощью можно определять изменение обеспечиваемого

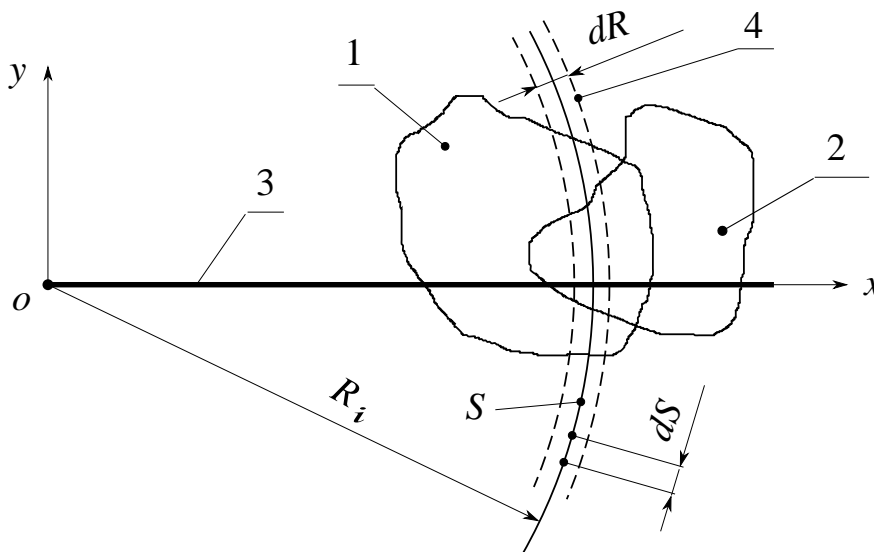


Рис. 1. Часть площади круга, орошаемая машиной кругового действия: 1, 2 – распределение интенсивности дождя разбрызгивателей $p(x,y)$; 3 – водопроводящий трубопровод машины; 4 – часть элементарного кольца орошения.

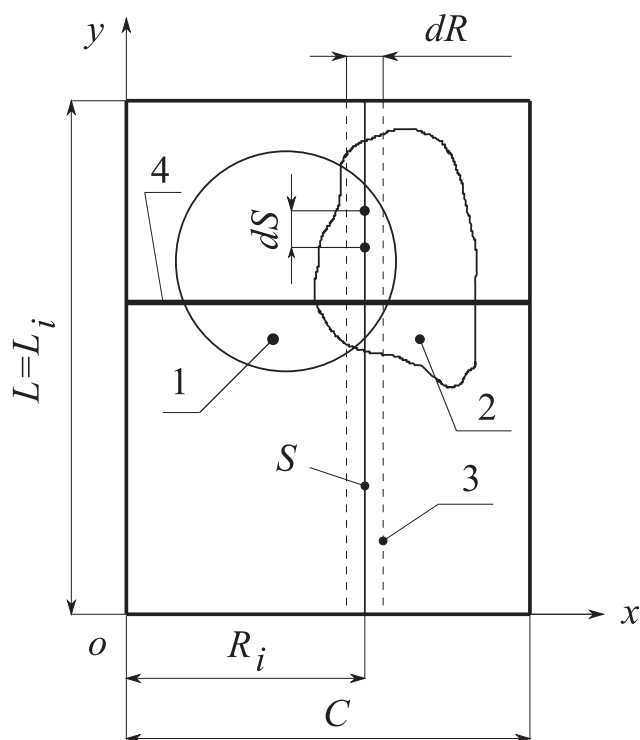


Рис. 2. Площадь сезонной нагрузки фронтальной машины:

- 1, 2 – распределение интенсивности дождя разбрызгивателей $p(x,y)$;
- 3 – элементарная полоса орошения;
- 4 – водопроводящий трубопровод машины.

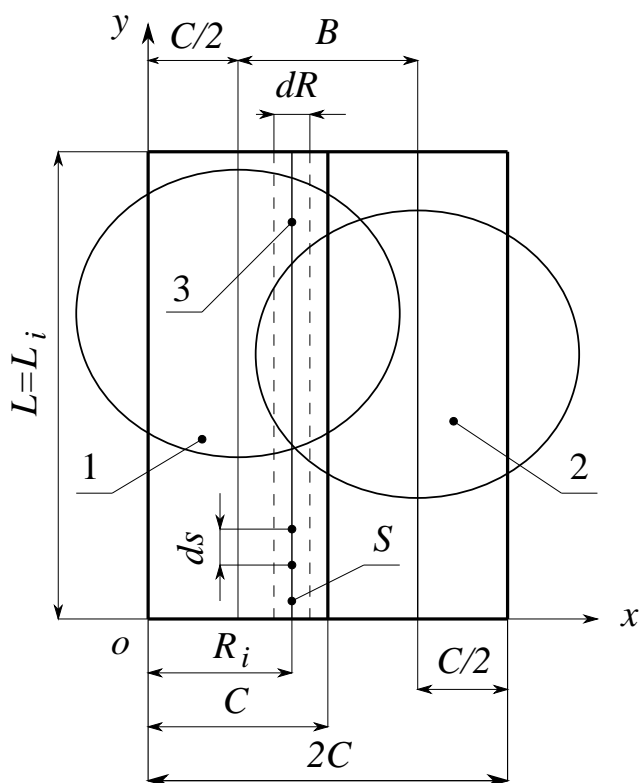


Рис. 3. Смежные площади сезонных нагрузок шланговых машин: 1, 2 – распределение интенсивности дождя разбрызгивателей $p(x,y)$;

- 3 – элементарная полоса орошения.

гидро модуля на площади орошения и решать вопросы целесообразности применения разбрызгивающих устройств с конкретными распределениями интенсивности дождя для определенной схемы их расстановки. При этом, изменяя схему, а также заменяя в расчетах разбрызгиватели, можно выбирать наилучшие параметры из условия равномерного полива.

Изложенный метод выбора разбрызгивающих устройств основывается на условии равенства $q_i = q_p$. Однако при расчетах для различных элементарных колец или полос орошения мы находим обеспечиваемые гидро модули q_p , которые могут отличаться от расчетной величины. В связи с этим возникает задача оценки проектной равномерности орошения по распределению на площади обеспечиваемых гидро модулей, рассчитанных по формуле (1). Этот вопрос важен, так как метод выбора разбрызгивающих устройств и оценка равномерности орошения должны соответствовать друг другу.

Для элементарного кольца или элементарной полосы орошения между обеспечиваемым гидро модулем q_i и слоем осадков h_i существует зависимость:

$$h_i = q_i T, \quad (2)$$

где T – период времени полива площади сезонной нагрузки дождевальными машинами с постоянной угловой или линейной скоростью для машин кругового или фронтального действия, соответственно.

Тогда справедливо равенство:

$$h_1 - h_2 = T(q_1 - q_2), \quad (3)$$

где h_1 и h_2 – слои осадков на любых двух элементарных кольцах или полосах орошения № 1 и № 2; q_1 и q_2 – обеспечиваемые гидро модули на тех же элементарных кольцах или полосах орошения.

Из (3) следует, что равномерного полива можно достичь, когда обеспечиваемые гидро модули одинаковы и равны расчетной величине. Это подтверждает правильность утверждения, что равномерный полив возможен, когда на любой части площади сезонной нагрузки обеспечивается расчетный гидро модуль.

В настоящее время нормативными документами определено несколько формул по оценке равномерности распределения слоя осадков. Для дождевальных машин кругового действия рекомендуется уравнение Хеермана-Хейна [2], где равномерность распределения слоя осадков оценивается коэффициентом C_H . После несложных преобразований этого уравнения и с учетом (2), можно определить коэффициент C_H :

$$C_H = 100 \left[1 - \frac{\sum_1^n |q_i - q_v| R_i}{\sum_1^n q_i R_i} \right], \quad (4)$$

где n – число значений обеспечиваемых гидро модулей q_i , рассчитанных по уравнению (1) для элементарных колец орошения со средними радиусами R_i . Причем, каждый последующий радиус больше предыдущего на одну и ту же величину, начиная от неподвижной опоры машины (см. рис. 1); i – номера гидро модулей q_i , соответствующих радиусам; q_v – средневзвешенный гидро модуль

$$q_v = \frac{\sum_1^n q_i R_i}{\sum_1^n R_i}. \quad (5)$$

Для дождевальных машин фронтального действия коэффициент равномерности распределения слоя осадков C_U рекомендуется вычислять по формуле Христиансена [2], которую, с учетом (2), представим в виде;

$$C_U = 100 \left[1 - \frac{\sum_1^n |q_i - q_c|}{\sum_1^n q_i} \right], \quad (6)$$

где n – число значений обеспечиваемых гидромодулей q_i , рассчитанных по уравнению (1), для элементарных полос орошения, расположенных через равное расстояние друг от друга (рис. 2, 3); i – нумерация гидромодулей q_i ; q_c – значение среднеарифметического гидромодуля, определяемое по формуле:

$$q_c = \frac{\sum_1^n q_i}{n}. \quad (7)$$

Из уравнений (4, 5, 6, 7) следует, что коэффициенты C_H и C_U зависят от распределения обеспечиваемых гидромодулей, по которым на стадии моделирования можно оценивать равномерность полива. Умножая q_i и q_c на T , можно рассчитать величины средневзвешенного и среднего слоев осадков для различных режимов работы машины.

Оценивать равномерность полива шланговых машин также можно по обеспечиваемым гидромодулям аналогично машинам фронтального действия.

Для расчета критериев равномерного распределения слоя осадков рекомендуется еще один метод [4], заключающийся в построении частотного графика для осадков или объемов воды в дождемерах. Определяют коэффициент эффективного полива: отношение эффективной части площади этого графика, заключенной в допустимом интервале плюс-минус 25% среднего или средневзвешенного значения, к площади всего графика. Дополнительно находят коэффициенты недостаточного и избыточного поливов.

Допустим, имеется частотный график $n = f(h)$ зависимости частот n от величины слоя осадков h (рис. 4). Тогда, учитывая (2), справедливо равенство:

$$f(h_i) = f(Tq_i), \quad (8)$$

из которого следует, что, при прочих равных условиях, любой частотный график распределения слоя осадков получается растяжением в T раз вдоль оси абсцисс частотного графика распределения обеспечиваемого гидромодуля $f(q_i)$, причем T больше единицы. График $f(q_i)$ можно построить по пересчитанному ряду слоев осадков, полученных путем их деления на T .

На какой-либо трапеции графика $n=f(h_i)$ выделим область в интервале от $h1$ до $h2$, где функция имеет производные. Учитывая (2), по зависимости (9) определим площадь F – часть общей площади графика, заключенной между $h1$ и $h2$.

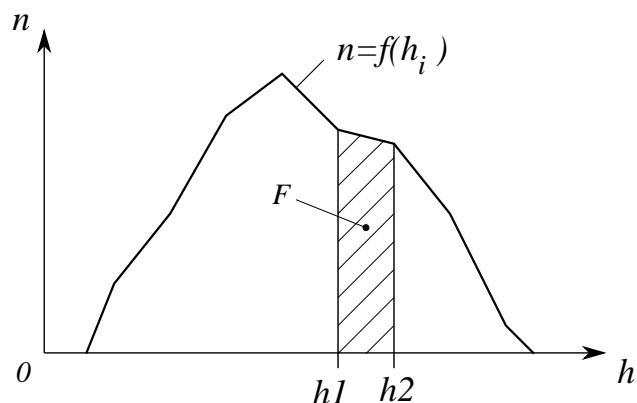


Рис. 4. Частотный график распределения слоя осадков $n = f(h)$.

$$F = \int_{h1}^{h2} f(h_i) dh = T \int_{h1/T}^{h2/T} f(q_i) dq_i. \quad (9)$$

Следовательно, площадь частотного графика слоев осадков и любая ее часть, состоящая из площадей трапеций F , в T раз больше соответствующей части площади частотного графика обеспечиваемых гидромодулей. Поэтому коэффициенты равномерности полива можно определять по частотному графику гидромодулей относительно среднего и средневзвешенного значений, так как при делении площадей друг на друга время T сокращается.

Средний и средневзвешенный слой осадков также будут в T раз больше среднего и средневзвешенного значений обеспечиваемых гидромодулей. Коэффициенты, вычисленные по частотному графику объемов воды в дождемерах, равны коэффициентам, рассчитанным также для гидромодулей.

При работе машин кругового и фронтального действий, разбрызгиватели, дождь которых выпадает за пределы длины трубопроводов, не могут равномерно оросить дополнительную площадь, так как с приближением к краю площади полива интенсивность дождя уменьшается до нуля без перекрытия с противоположной стороны.

В связи с этим и показатели качества полива у широкозахватных машин необходимо сначала определять на площади под их водопроводящим трубопроводом. По полученным результатам можно находить дополнительную площадь эффективного полива аппаратами, дождь которых выпадает за пределы длины трубопровода. Такая оценка равномерности согласуется с тем, что моделирование применения разбрызгивателей сначала ведется на обеспечение расчетного гидромодуля на площади под водопроводящим трубопроводом машин, а потом, используя формулу (1), анализируется равномерность орошения от конечного и других разбрызгивателей, дождь которых выпадает за пределы длины трубопровода машины. Поэтому оценивать качество полива при моделировании следует по распределению обеспечиваемых гидромодулей на площади под водопроводящими трубопроводами машин. За критерии правильного выбора разбрызгивателей при моделировании принимаем высокие показатели равномерности орошения (коэффициент эффективного полива не менее единицы), когда средневзвешенный или средний гидромодули, определяемые по (5, 7) для соответствующих машин, близки по значению к величине расчетного гидромодуля или равны ей. Для контроля оценивать равномерность желательнее еще и по допустимым отклонениям $\pm 20, 15, 10$ и 5% расчетных величин.

Дополнительная эффективно орошаемая площадь находится по радиусу или ширине эффективного полива следующим методом.

На рисунках 5 и 6 изображены графики $q_i = f(R_i)$ изменения обеспечиваемого гидромодуля вдоль машины кругового и фронтального действий в зависимости от R_i (рис. 1, 2, 3). Здесь же ординаты линий равны расчетному гидромодулю и допустимому его отклонению $\pm 25\%$ на площади под водопроводящим трубопроводом машин.

Продолжение линии $0,75q_p$ до ее пересечения с графиком изменения обеспечиваемых гидромодулей машины за пределами ее водопроводящего трубопровода выявит радиус эффективного полива R_p машины кругового действия или эффективную ширину орошения L_p машины фронтального действия.

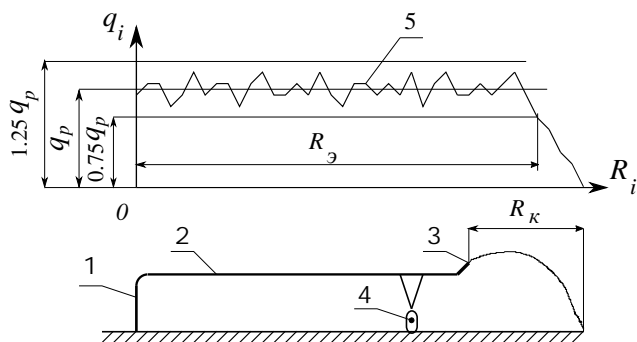


Рис. 5. Определение радиуса эффективного орошения машины кругового действия: 1 – неподвижная опора машины; 2 – водопроводящий трубопровод; 3 – концевой аппарат; 4 – колесная опора; 5 – график изменения обеспечиваемого гидро модуля.

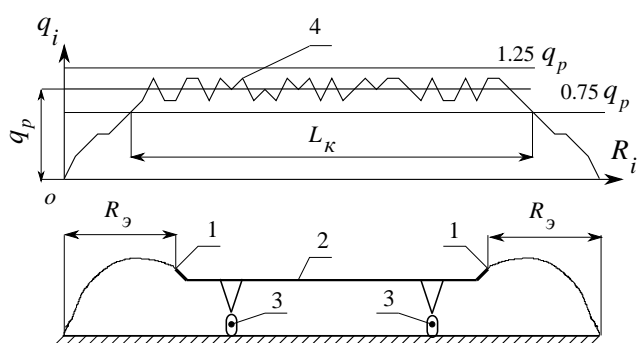


Рис. 6. Определение ширины эффективного орошения машины фронтального действия: 1 – концевой аппарат; 2 – водопроводящий трубопровод; 3 – колесная опора; 4 – график изменения обеспечиваемого гидро модуля.

При испытаниях дождевальной техники равномерность полива также должна оцениваться по распределению слоя осадков на площади под водопроводящим трубопроводом машин, а затем, в зависимости от принципа движения, могут быть определены радиус или ширина эффективного полива относительно среднего или средневзвешенного слоя осадков по допустимому их отклонению $\pm 25\%$.

Разделив средний или средневзвешенный слой осадков на время T в эксперименте, можно вычислить гидро модуль, который был расчетным при проектировании.

Работа шланговых и фронтальных машин аналогична, если длина их трубопроводов равна расстоянию B между позициями (см. рис. 3). Тогда показатели равномерности полива следует определить на площади под этим трубопроводом, а затем находить ширину эффективного орошения $L_э$ для крайних участков.

В результате математического описания условий, обеспечивающих равномерность распределения слоя садков, установлено, что уравнение (1) можно использовать в моделировании применения разбрызгивающих устройств ко всем типам дождевальных машин, работающих в движении, когда величины обеспечиваемых гидро модулей на любой площади сезонной нагрузки равны расчетной величине.

Показатели равномерности полива, рекомендуемые соответствующими документами [2, 4], следует определять по распределению обеспечиваемых гидро модулей на площади полива под водопроводящим трубопроводом машин, а затем, используя изложенный метод, находить дополнительную эффективно поливаемую площадь.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дружинин, Н.И. Основы оптимизации искусственного дождя широкозахватных дождевальных машин / Н.И. Дружинин, Б.С. Гордон // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1986. – № 9. – С. 126–130.
2. Машины дождевальные кругового и поступательного действия с дождевальными аппаратами или распылителями. Определение равномерности орошения: ГОСТ ИСО 11545-2004. – Введ. 2008 – 01 – 01. – Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2006. – 10 с.
3. Ольгаренко, Д.Г. Система показателей для оценки качества полива сельскохозяйственных культур дождеванием/Д.Г. Ольгаренко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 2. – С. 23–27.
4. РД 10.11.1-89, RU. Машины и установки дождевальные. Программа и методы испытаний: взамен ОСТ 70.11.1-74: введ. 01.05.89. – Москва: Госагропром СССР, 1988. – 172 с. – (Испытания сельскохозяйственной техники). – Заменяет: ОСТ 70.11.1-74

LIST OF SOURCES

1. Druzhinin, N.I. Osnovy` optimizacii iskusstvennogo dozhda shirokozaxvatny`x dozhdeval`ny`x mashin / N.I. Druzhinin, B.S. Gordon // Vestnik sel'skoxozyajstvennoj nauki. – 1986. – № 9. – S. 126–130.
2. Mashiny` dozhdeval`ny`e krugovogo i postupatel'nogo dejstvij s dozhdeval`ny`mi apparatami ili raspylitelyami. Opredelenie ravnomernosti orosheniya: GOST ISO 11545-2004. – Vved. 2008 – 01 – 01. – Moskva.: FGUP «Standartinform», 2006. – 10 s.
3. Ol'garenko, D.G. Sistema pokazatelej dlya ocenki kachestva poliva sel'skoxozyajstvenny`x kul'tur dozhdevaniem/ D.G. Ol'garenko // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. – 2014. – № 2. – S. 23–27.
4. RD 10.11.1-89, RU. Mashiny` i ustanovki dozhdeval`ny`e. Programma i metody` ispytanij: vzamen OST 70.11.1-74: vved. 01.05.89. – Moskva: Gosagroprom SSSR, 1988. – 172 s. – (Ispytaniya sel'skoxozyajstvennoj texniki). – Zamenyaet: OST 70.11.1-74.

Рисунки к статье Е.М. Серба, П.Ю. Таджибовой, Л.В. Римаревой и др.
 «Биотехнологические аспекты создания белково-полисахаридного обогатителя
 кормов на основе вторичного сырья пищевых производств» (стр. 56)

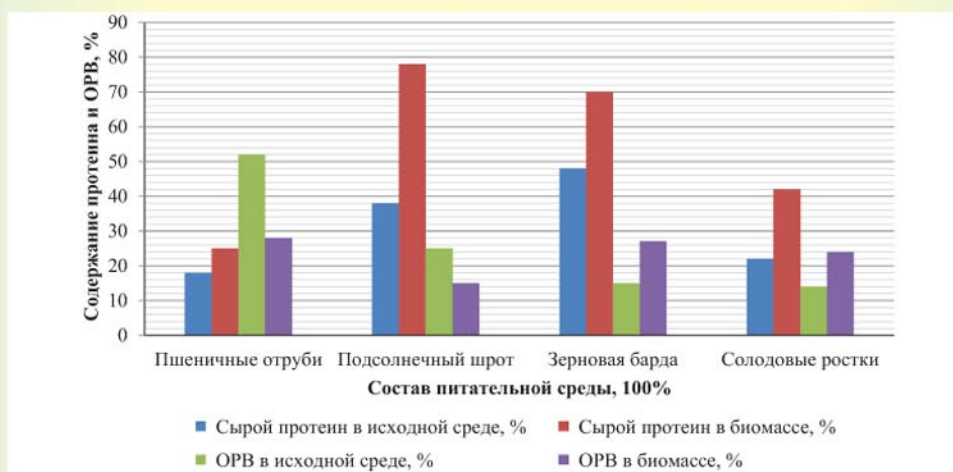


Рис. 1. Содержание белка и полисахаридов (OPB) в биомассе *Aspergillus oryzae* RCAM 01133 на моносредах при твердофазном культивировании.

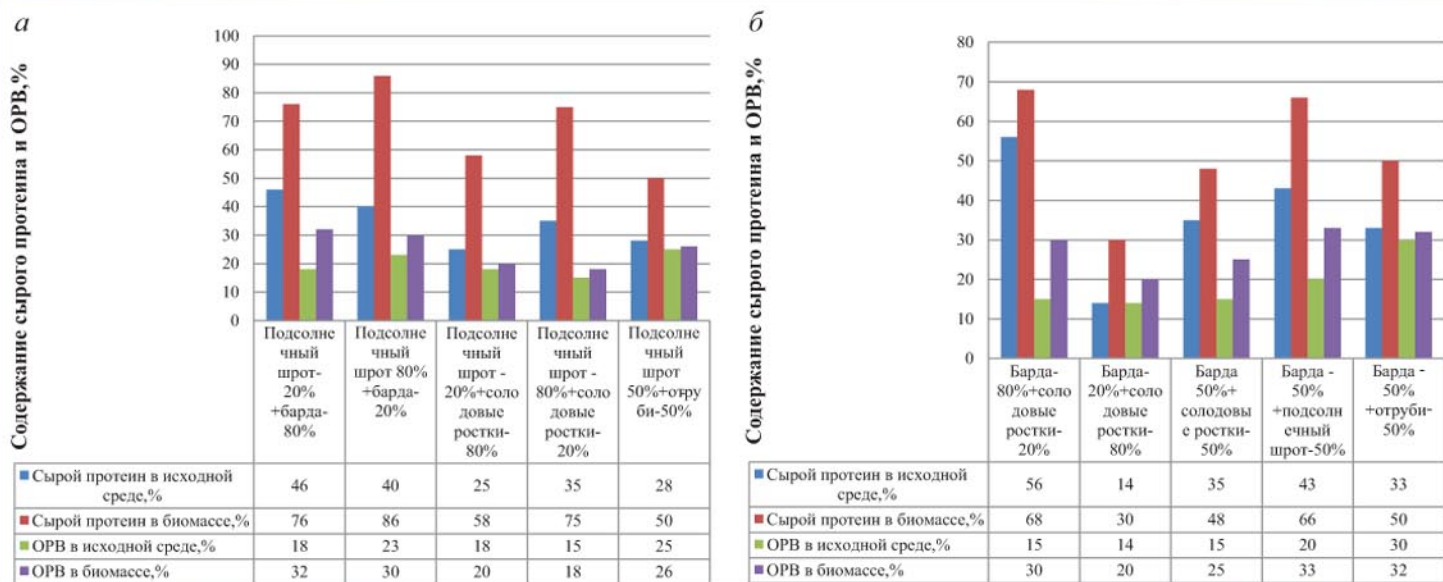


Рис. 2. Накопление сырого протеина и OPB в биомассе гриба *A.oryzae* при твердофазном культивировании на комбинированных средах, содержащих подсолнечный шрот (а), зерновую барду (б) при различных сочетаниях с пшеничными отрубями и солодовыми ростками.

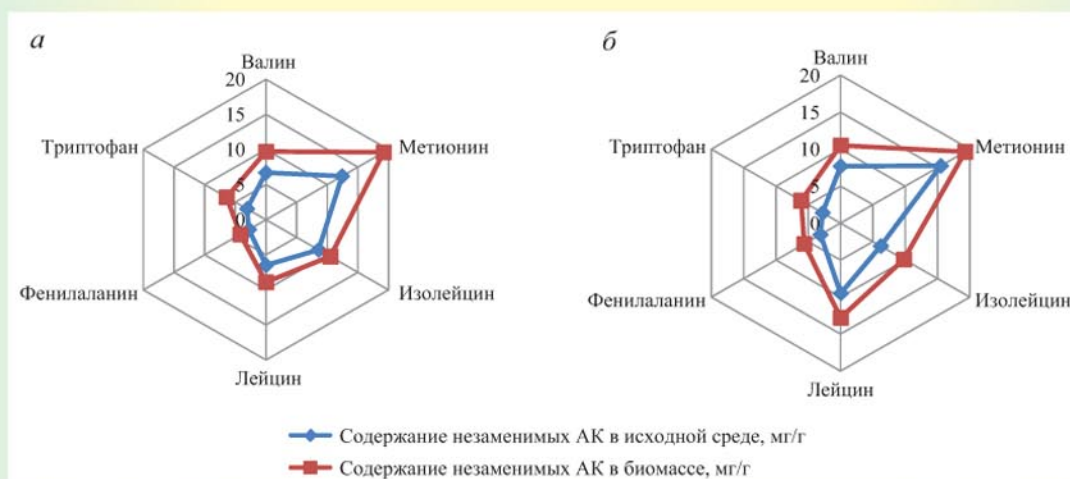
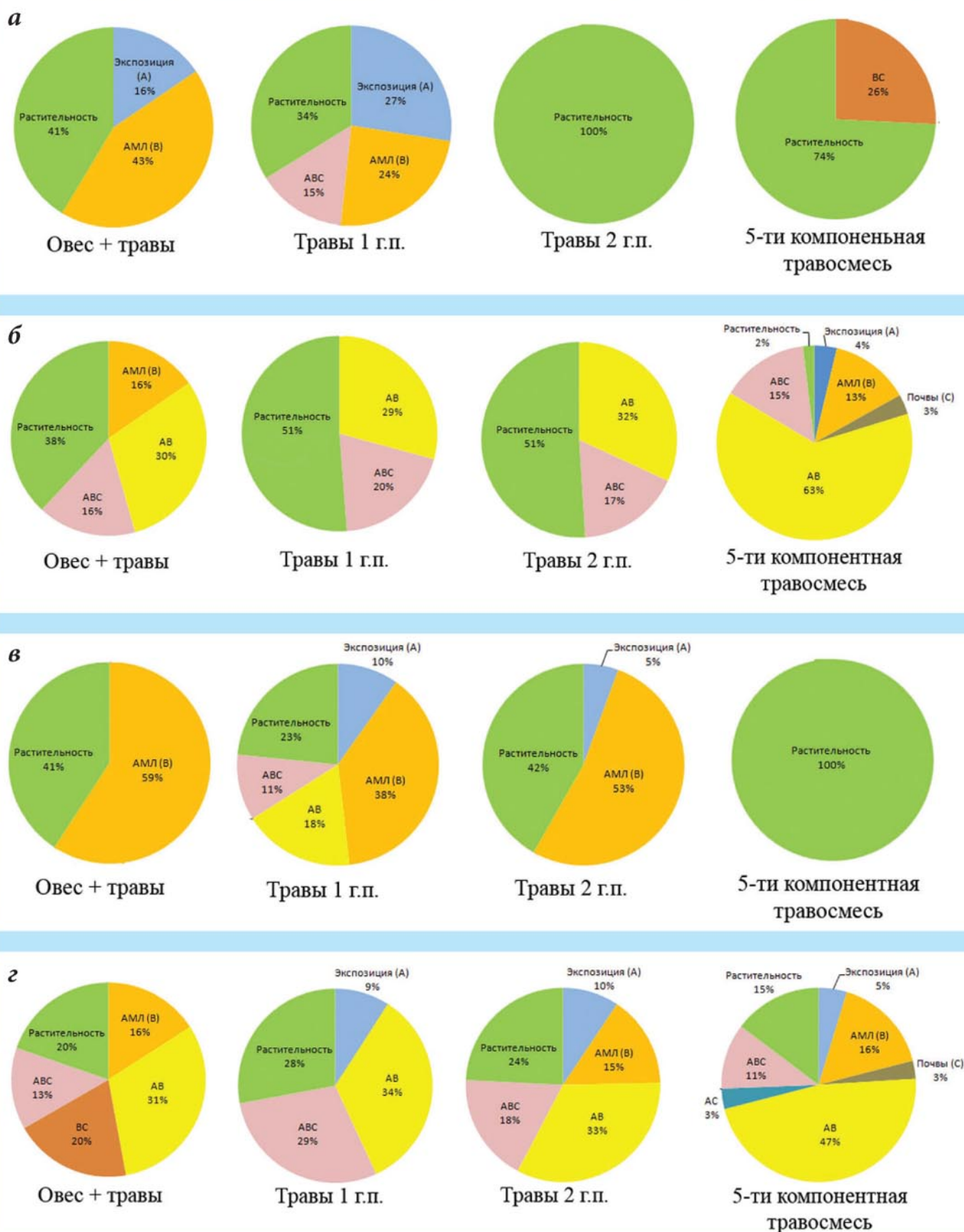


Рис. 3. Содержание незаменимых аминокислот в исходных питательных средах: а – подсолнечный шрот (100%); б – подсолнечный шрот (80%) + зерновая барда (20%), и в биомассе *Aspergillus oryzae* RCAM 01133 при твердофазном культивировании.

Рисунки к статье Д.А. Иванова, М.В. Рублюк
 «Водно-физические свойства почв под разновозрастными травостоями
 в пределах мелиорированного агроландшафта» (стр. 26)



Влияние факторов природной среды гумусовые горизонты почвы:
 а – на плотность; б – на влажность; в – на пористость; г – на пористость аэрации.