ВЕСЦІ
НАЦЫЯНАЛЬНАЙ АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ

СЕРЫЯ АГРАРНЫХ НАВУК 2014 № 2

ИЗВЕСТИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

СЕРИЯ АГРАРНЫХ НАУК 2014 № 2

ЗАСНАВАЛЬНІК – НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ

Часопіс выдаецца са студзеня 1963 г.

Выходзіць чатыры разы ў год

ЗМЕСТ

ДА 85-ГОДДЗЯ НАЦЫЯНАЛЬНАЙ АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ

Привалов Ф. И., Шлапунов В. Н., Гриб С. И. История земледельческой науки в Беларуси 5
Ловкис З. В. Становление и развитие науки в пищевой промышленности 18

ЭКАНОМІКА

Гусаков В. Г. История и перспективы кооперативных отношений в АПК Беларуси 27
Ильина З. М., Кондратенко С. А., Бубен С. Б. Продовольственный рынок Беларуси в условиях развития международных интеграционных процессов 39
Ленский А. В., Михайловский Е. И., Ленская Т. И. Анализ конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий отрасли картофелеводства с применением статистических методов 53

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА

Лапа В. В., Михайловская Н. А., Ивахненко Н. Н., Касьянчик С. А., Погирницкая Т. В. Влияние систем удобрения на биологическую активность дерново-подзолистой супесчаной почвы 61
Цытрон Г. С., Шульгина С. В., Матыченкова О. В. Устойчивость гранулометрического состава дерново-подзолистых почв Беларуси к антропогенным воздействиям 69
Кастрицкая М. С., Кухарчик Н. В., Гашенко О. А. Микроразмножение сортов хмеля *in vitro* 75

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА

Катаева С. А. Экономическая эффективность использования дочерей быков-производителей отечественной и зарубежной селекции 81
Агеец В. Ю. Рыбоводство Беларуси в мировой аквакультуре 86

МЕХАНІЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА

Орда А. Н., Шкляревич В. А., Воробей А. С. Влияние режимов эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники на процесс следообразования 94
Груданов В. Я., Секацкая Ю. А., Поздняков В. М., Бренч А. А. Моделирование процесса обезжелезивания воды в газо-жидкостном эжекторе многосоплового типа 100

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ

Кондратова И. И., Томашевич С. Е., Конович В. М., Шостак Л. М. Исследование процессов черствения зефира, обогащенного пищевыми волокнами 110

ВУЧОНЫЯ БЕЛАРУСІ

Евгений Кузьмич Алексеев (К130-летию со дня рождения) 116
Аркадий Иванович Лаппо (К 110-летию со дня рождения) 118
Сергей Иванович Назаров (К 85-летию со дня рождения) 120
Иван Николаевич Никитченко (К 75-летию со дня рождения) 122
Леонид Степанович Герасимович (К 75-летию со дня рождения) 124

ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ 2014 № 1

Серия аграрных наук

на русском, белорусском и английском языках

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь,
свидетельство о регистрации № 396 от 18.05.2009..

Тэхнічны рэдактар В. А. Т о ў с т а я
Камп'ютэрная верстка Ю. А. А г е й ч ы к

Здадзена ў набор 19.03.2014. Падпісана ў друк 21.04.2014. Выхад у свет 25.04.2014. Фармат 60×84 $^{1}/_{8}$. Папера афсетная.
Друк лічбавы. Ум. друк. арк. 14,88. Ул.-выд. арк. 16,4. Тыраж 122 экз. Заказ 64.
Кошт нумару: індывідуальная падпіска – 48 650 руб., ведамасная падпіска – 117 945 руб.

Выдавец і паліграфічнае выкананне:

Рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства «Выдавецкі дом «Беларуская навука». Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы, распаўсюджвальніка друкаваных выданняў № 1/18 ад 02.08.2013.
ЛП № 02330/455 ад 30.12.2013. Вул. Ф. Скарыны, 40, 220141, Мінск.

© Выдавецкі дом «Беларуская навука».
Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук, 2014

PROCEEDINGS
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

AGRARIAN SERIES 2014 N 2

FOUNDER IS THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

The Journal has been published since January 1963

Issued four times a year

CONTENTS

TO THE 85th ANNIVERSARY OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

Privalov F. I., Shlapunov V. N., Grib S. I. History of arable farming 5
Lovkis Z. V. Development of science in food industry..... 18

ECONOMICS

Gusakov V. G. History and prospects of cooperative relations in the agricultural-industrial complex of Belarus ... 27
Ilyina Z. M., Kondratenko S. A., Buben S. B. Food market of Belarus under the conditions of the development of international integration process 39
Lensky A. V., Mikhailovsky E. I., Lenskaya T. I. Analysis of the competitiveness of potato growing agricultural enterprises..... 53

AGRICULTURE AND PLANT CULTIVATION

Lapa V. V., Mikhailouskaya N. A., Ivakhnenko N. N., Kasyanchik S. A., Poghirnitskaya T. V. Influence of the fertilizers system on biological activity of Luvisol loamy sand soil 61
Tsytron G. S., Shul'gina S. V., Matychenkova O. V. Resistance of granulometric composition of sod-podzolic soils of Belarus to anthropogenic influence..... 69
Kukharchyk N. V., Kastrytskaya M. S., Hashenka O. A. Micro-propagation of hop varieties *in vitro* 75

ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY MEDICINE

Kataeva S. A. Economic efficiency of the use of bulls' daughters of domestic and foreign breeding..... 81
Ageyets V. Yu. Fish farming of Belarus in the world aquaculture 86

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

Orda A. N., Shklyarevich V. A., Vorobei A. S. Influence of the modes of operation of agricultural machinery on trace forming 94
Grudanov V. Ya., Sekatskaya Yu. A., Posdnyakov V. M., Brench A. A. Modelling of water deferrization process in a gas-liquid multinozzle ejector 100

PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Kandratava I. I., Tamashevich S. E., Kananovich V. M., Shostak L. M. Research on staling of marshmallow soufflé enriched in food fibres..... 110

SCIENTISTS OF BELARUS

Evgeny Kuzmich Alekseev (To the 130th Anniversary of Birthday) 116
Arkady Ivanovich Lappo (To the 110th Anniversary of Birthday) 118
Sergei Ivanovich Nazarov (To the 85th Anniversary of Birthday) 120
Ivan Nikolaevich Nikitchenko (To the 75th Anniversary of Birthday) 122
Leonid Stepanovich Gerasimovich (To the 75th Anniversary of Birthday) 124

ДА 85-ГОДДЗЯ НАЦЫЯНАЛЬНАЙ АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ

УДК 001:631.5(091)

Ф. И. ПРИВАЛОВ, В. Н. ШЛАПУНОВ, С. И. ГРИБ

ИСТОРИЯ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ НАУКИ В БЕЛАРУСИ

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Жодино, Республика Беларусь,
e-mail: izis@tut.by

(Поступила в редакцию 27.02.2014)

В Беларуси основы научных знаний о ведении сельского хозяйства стали формироваться в последней трети XVIII – первой половине XIX века. Уже в этот период закладывались опытные поля, проводились работы по совершенствованию системы земледелия, применялись научные подходы по улучшению сортового состава сельскохозяйственных растений и повышению продуктивности, изобретались новые орудия труда и механизмы по облегчению ручного труда и применению приемов механизации трудоемких процессов.

Становление земледелия как науки, изучающей общие приемы возделывания сельскохозяйственных растений, разрабатывающей способы наиболее рационального использования земли и повышения плодородия почвы для получения высоких и устойчивых урожаев в нашей республике, начинается с 20-х годов прошлого столетия.

Почвоведении е и агрохимия. Известно, что важнейшим условием повышения производительности сельхозугодий является уровень плодородия почв. В довоенные и послевоенные годы данной проблеме ученые республики уделяли первостепенное внимание. Поэтому в 1927 г. при Белорусском НИИ сельского и лесного хозяйства была организована Центральная химическая лаборатория, основным разделом работы которой была разработка агрохимической тематики, связанной с полевыми и вегетационными опытами, а также химические и физико-химические исследования почв, удобрений. С 1930 г. лаборатория начала функционировать самостоятельно. Тематика исследований лаборатории – разработка эффективных приемов применения органических и минеральных удобрений. Особое внимание уделялось изучению кислотности почв и их известкованию как важного условия повышения эффективности применения удобрений. Основные результаты исследований Центральной агрохимической лаборатории опубликованы в работах директора станции Г. И. Протасени: «Кислотность почв и методы определения потребности почв в известковании» (1930); «Действие извести на подзолистых почвах БССР по данным вегетационных опытов» (1932); «Кислотность почв Минщины и вопросы известкования» (1932); а также Я. Н. Афанасьева, Г. И. Протасени, А. Г. Медведева «Материалы агрохимической характеристики почв БССР» (1933).

В 1932 г. на базе земледельческих отделов Института сельского и лесного хозяйства и Центральной агрохимической лаборатории создан Институт удобрений и агропочвоведения, в настоящее время – Институт почвоведения и агрохимии. У истоков формирования почвенных и агрохимических исследований как особой, самостоятельной области знаний, а также создания специального научного учреждения, постоянно и целенаправленно ведущего разработку этого направления, стояли известные белорусские ученые – О. К. Кедров-Зихман, Г. И. Протасеня, П. П. Роговой, А. Г. Медведев, С. Н. Иванов, В. М. Пилько, Н. П. Булгаков, В. Н. Четвериков, А. Н. Урсулов, Б. Б. Бельский, А. М. Галковский, В. И. Шемпель, И. М. Курбатов и др. Работу по организации института возглавил академик АН БССР Я. Н. Афанасьев, который стал первым директором. В раз-

ные годы институт возглавляли видные и авторитетные ученые – академик АН БССР П. П. Роговой (1958–1962), член-корреспондент АН БССР С. Н. Иванов (1962–1969), член-корреспондент АН БССР, академик ВАСХНИЛ Т. Н. Кулаковская (1969–1980), академик НАН Беларуси И. М. Богдевич (1980–2005). С 2006 г. институтом руководит член-корреспондент НАН Беларуси В. В. Лапа. Основными задачами, которые стояли с самого начала создания этого института, были: изучение почвенного покрова Беларуси, разработка систем удобрения сельскохозяйственных культур и повышение плодородия почв. В разработке систем применения удобрений крупные исследования проводились и в Белорусском НИИ земледелия (академик В. И. Шемпель, кандидаты с.-х. наук В. С. Рубанов, И. В. Филиппенко, доктора с.-х. наук М. П. Шкель, В. М. Перепелица, Н. П. Кукреш, И. А. Кунцевич, Н. Н. Безлюдный, В. А. Прудников, И. И. Берестов).

Значительную роль в развитии земледелия сыграло проведение крупномасштабных почвенных обследований всех хозяйств республики. Уже в 1957–1964 гг. каждое хозяйство страны получило почвенные карты в масштабе 1:10000, агрохимические картограммы и картограммы агропроизводственных групп почв и рационального использования земель. История почвенных исследований вплоть до 2008 г. связана с именем выдающегося почвоведа нашей страны, академика Н. И. Смеяна.

С 1967 г. проведено 12 туров крупномасштабного агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий республики, а после аварии на Чернобыльской АЭС методическим разработчиком и радиологического обследования почв, загрязненных радионуклеидами территорий, стал Институт почвоведения и агрохимии.

Важным направлением в исследованиях агрохимиков явилась разработка научных основ программирования урожаев сельскохозяйственных культур (1977–1985), авторами которых были академик ВАСХНИЛ Т. Н. Кулаковская и заведующая лабораторией программирования урожаев Л. П. Детковская.

С 1980 г. под руководством академика И. М. Богдевича развивается новое направление по разработке методических основ и созданию в республике автоматизированной системы управления плодородием почв, включающей решение ряда задач по агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства, а именно: распределение фондов минеральных удобрений по областям, районам и хозяйствам; разработку планов применения удобрений под сельскохозяйственные культуры с учетом уровня планируемой урожайности и агрохимических свойств поля или рабочего участка; расчет эффективности использования минеральных удобрений; разработку проектно-сметной документации на известкование кислых почв (Г. В. Василюк, В. В. Лапа).

Теоретические принципы программирования урожаев в 1985–1990 гг. были реализованы в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, в частности в приемах регулирования минерального питания растений. В этот период в Институте почвоведения и агрохимии и в Институте земледелия активно развиваются исследования по изучению эффективности дробного внесения азотных удобрений (В. В. Лапа, И. А. Кунцевич, Н. Н. Семененко, Н. П. Кукреш, В. А. Прудников).

Значительные исследования выполнены в Белорусском научно-исследовательском институте земледелия по изучению эффективности органических удобрений, подстилочного и полужидкого навоза, его сочетаний с торфом, навоза и помета кур птицефабрик (В. И. Шемпель, И. Ф. Филиппенко, В. М. Перепелица, Н. Г. Бачило).

После 1990 г. под руководством члена-корреспондента В. В. Лапы развивается новое направление в агрохимических исследованиях по разработке ресурсосберегающих систем применения удобрений под сельскохозяйственные культуры. Основой этих систем была разработка коэффициентов возмещения выноса элементов питания, обеспечивающих получение планируемых уровней урожайности и поддержание достигнутого содержания фосфора и калия в почвах.

Одним из элементов ресурсосберегающих систем применения удобрений является использование комплексных форм минеральных удобрений. Это направление развивается в лаборатории новых форм удобрений и мелиорантов Института почвоведения и агрохимии под руководством доктора с.-х. наук Г. В. Пироговской. Наиболее широко применяются в хозяйствах республики комплексные удобрения для льна, озимого рапса, сахарной свеклы, промышленное производство которых осуществляется на Гомельском химическом заводе.

В формировании высоких урожаев с хорошим качеством продукции важная роль принадлежит применению микроэлементов и регуляторов роста. Лабораторией микроэлементов этого института (М. В. Рак) разработана серия новых форм жидких хелатных микроудобрений (борных, медных, марганцевых, цинковых) для некорневых подкормок зерновых культур, льна, сахарной свеклы, кукурузы и других культур. Значительные исследования по эффективности комплексных удобрений, микроэлементов и регуляторов роста выполняются в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (Ф. И. Привалов, Г. Н. Шанбанович, И. Г. Бруй).

Мелиорация. В прошлом веке и в настоящее время в повышении эффективности земледелия важная роль отводится мелиорации пахотных и луговых угодий. В связи с этим постановлением Минского Губернского Комитета по делам земского хозяйства от 22 февраля 1910 г. была организована Минская болотная опытная станция. Станция издавала журнал «Болотоведение», где публиковались виднейшие ученые того времени – А. Ф. Флеров, А. Т. Кирсанов, А. Н. Костяков, А. Д. Дубах, В. С. Доктуровский, В. Н. Сукачев и др.

В 1930 г. на базе Минской болотной опытной станции и отдела мелиорации и культуры болот Белорусского НИИ социалистического сельского хозяйстве в г. Минске создан Всесоюзный научно-исследовательский болотный институт, перед коллективом была поставлена задача – «систематически изучать болота и луга Советского Союза со стороны их природы, культуры, экономики и использования».

В республике еще 60 лет назад переувлажненные и заболоченные земли занимали более 8 млн га, или почти 40 % всей территории. В стране было около 3 млн га болот (14 % территории), другими словами, каждый седьмой гектар республики представлял болото.

Важную роль в обосновании и формировании системы земледелия на торфяных почвах сыграли работы А. Т. Кирсанова, Н. Ф. Лебедевича, Г. И. Лашкевича, М. В. Докукина, Б. Б. Бельского, С. И. Тризно, З. Н. Денисова.

В период активного мелиоративного строительства (с 1966 г.) проведены разносторонние исследования по научному обеспечению комплекса мероприятий оптимизации водно-воздушного режима почв, созданию условий для интенсивного использования мелиоративных земель (Г. И. Афанасик, П. И. Закржевский, В. М. Зубец, А. И. Ивицкий, М. Ф. Карловский, В. Т. Климков, В. Н. Кондратьев, А. П. Лихацевич, Г. М. Лыч, И. В. Минаев, Э. И. Михневич, А. И. Мурашко, А. Ф. Печкуров, П. К. Черник, В. Ф. Шебеко, Э. Н. Шкутов).

Одновременно проводилось активное изучение особенностей системы земледелия на мелиорированных, прежде всего торфяных, почвах, многолетним лидером которых был С. Г. Скоропанов (А. З. Барановский, А. И. Барсуков, В. И. Белковский, Д. Б. Даутина, С. В. Кулеш, И. Э. Леуто, А. С. Мееровский, П. Ф. Тиво).

Традиционно большое внимание уделяется исследованию прогрессивных технологий луговодства на осушенных землях, которые обеспечивают до 70% травяных кормов (Н. В. Синицын, Е. В. Руденко, Н. Ф. Башлаков, А. Л. Бирюкович, С. А. Касьянчик).

Содержание и особенности системы земледелия на торфяных почвах сформированы Н. Ф. Лебедевичем в его фундаментальной работе «Основы травопольной системы земледелия на торфяных почвах», удостоенной премии им. В. Р. Вильямса (1951). Теоретические основы и дифференцированная система обработки этих земель обобщены С. Г. Скоропановым в монографии «Освоение и использование торфяно-болотных почв» (1961).

Главная особенность осушенных и особенно торфяных почв – в быстрой динамике их свойств, прежде всего органического вещества. Это побуждает к постоянному совершенствованию технологических регламентов возделывания сельскохозяйственных культур, адаптации их к конкретному состоянию земель. В настоящее время основные технологические приемы земледелия на осушенных землях Беларуси разработаны А. С. Мееровским, Н. Н. Семененко, П. Ф. Тиво, А. Л. Бирюковичем, Л. Н. Лученок и др.

Для информационного обеспечения оценки эффективности использования мелиорированных земель разработана автоматизированная книга истории полей на основе ГИС-технологий (Н. К. Вахонин), обеспечивающая хранение данных по всем урожаеобразующим факторам и урожайности по каждому полю.

Мы имеем сегодня 2,9 млн га мелиорированных земель. В их составе более миллиона гектаров – бывшие болота и почти 2 млн га – переувлажненные в прошлом минеральные земли.

Биоклиматический потенциал республики позволяет получать на мелиорированных землях 10–12 т к. ед/га, это хороший европейский уровень.

Структура посевных площадей. В системе земледелия исключительно велика роль оптимизации структуры посевных площадей, построения севооборотов, системы обработки почвы. Первые опыты по изучению севооборотов в Беларуси заложены на Стебутовском опытном поле в Горках (1922), Беняконской опытной станции Гродненской области (1925), Минской растениеводческой и Турской опытных станциях. Итоги работы за период 1924–1958 гг. обобщены М. С. Савицким (1924). В 1938 г. опыты по изучению севооборотов были заложены на экспериментальной базе «Устье» Оршанского района Витебской области. В послевоенное время исследования по севооборотам возобновлены в БСХА (1945) и в Институте социалистического сельского хозяйства (1946), на базе которого впоследствии был создан БелНИИ земледелия. Основные итоги исследований, проводимых в БСХА, обобщены в работах С. С. Захарова (1957), П. М. Шерстнева (1967) и П. К. Александровского (1982). Важнейшие результаты опытов, проведенных в БелНИИ земледелия, опубликованы в трудах этого института и научных изданиях П. Е. Прокопова (1959, 1960).

С 1958–1960 гг. научно-исследовательская работа по севооборотам значительно расширилась. Опыты были заложены на экспериментальной базе «Зазерье», Полесской и Ганусовской опытных станциях БелНИИ земледелия, в Гродненской, Брестской и Гомельской ОСХОС, а с 1964 г. исследвания в стационарных опытах начаты и на экспериментальной базе «Жодино» БелНИИ земледелия.

Научные основы использования и плодородия торфяно-болотных почв разрабатывались в Беларуси под руководством академика С. Г. Скоропанова. Агробиологические принципы построения севооборотов на мелиорированных торфяниках отражены в работах В. И. Белковского.

Основные исследования по севооборотам в 50-х – начале 60-х годов проводились в Белорусском НИИ земледелия лабораторией севооборотов (заведующие – член-корреспондент АН БССР П. Е. Прокопов, кандидат с.-х. наук Н. И. Кривеня, член-корреспондент НАН Беларуси П. И. Никончик, с 2004 г. – кандидат с.-х. наук А. Ч. Скируха).

В результате многолетних исследований (П. Е. Прокопов, Н. И. Кривеня, П. И. Никончик, А. Г. Майор, А. А. Усеня, А. Ч. Скируха, Л. Н. Грибанов и др.) разработаны агрономические основы севооборотов на дерново-подзолистых почвах применительно к многоотраслевым хозяйствам. В разработанных севооборотах зерновые занимали до 50 %, многолетние травы – до 22 %, картофель, лен – до 11 %. Такие севообороты являлись основой ведения земледелия до начала развития специализации сельскохозяйственного производства (1975 г.).

Исследования по проблеме севооборотов направлены на разработку комплексных экономически и экологически обоснованных систем использования земли на основе принципов биологизации, адаптивной интенсификации и ресурсосбережения, совершенствования и рационального сочетания почвенно-экологических севооборотов, структуры, посевных площадей с системой удобрений, обработки почвы и защиты растений от болезней, вредителей и сорняков.

Разработана система ресурсосберегающих почвенно-экологических севооборотов, обеспечивающая продуктивность пашни 70–85 ц к. ед., снижение затрат азотных удобрений – на 20–25 %, условного топлива и трудовых ресурсов – на 15–25 % при одновременном расширенном воспроизводстве плодородия почвы, снижении степени засоренности посевов и поражения растений болезнями. Отработаны научные основы и принципы построения интенсивных специализированных севооборотов для производства зерна, кормов и возделывания льна. Доказано, что зерновыми колосовыми возможно насыщать севообороты до 67–75 %. В таких севооборотах в структуре зерновых обязательны посевы озимой ржи и овса. Картофеля, льна, клевера возможно иметь в севообороте до 25 %. Кормовые севообороты возможны без зерновых культур.

Обоснованы системы использования земли и организации кормовой базы для хозяйств, специализирующихся на производстве молока, говядины, свинины на основе оптимизации структуры посевных площадей, севооборотов и их рационального сочетания с системами удобрений и защиты растений.

Дана агроэкологическая оценка и обоснованы способы использования промежуточных культур в севооборотах (озимых, подсевных, поукосных, пожнивных). Разработаны интенсивные зерновые и кормовые севообороты с промежуточными культурами, позволяющими довести степень использования агроклиматических ресурсов до 87–88 % и повысить общую продуктивность пашни на 16–20 %.

Обоснованы агроэкономические принципы и организация травосеяния в севооборотах. Определен видовой состав, оптимальный уровень концентрации и продолжительность использования трав в севооборотах, их влияние на общую продуктивность пашни. В севооборотах с удельным весом многолетних трав до 25 % клевер наиболее эффективно возделывать при одногодичном использовании, при 30–37 % – в виде сочетания клевера одногодичного пользования с клеверо-злаковой смесью двулетнего использования, при 40 % – в виде клеверо-злаковой смеси с использованием в течение двух лет. При более высоком удельном весе трав на люцернопригодной почве травосеяние более рационально вести на основе возделывания люцерны (люцерна, люцерна + злаки, люцерна + клевер).

Обосновано ведение контурно-экологических севооборотов на ландшафтной основе. Суть их состоит в научно обоснованном наборе культур для каждого рабочего участка (поля) в соответствии со свойствами почв, пригодности для каждой культуры и удаленности и их чередовании во времени (по годам) с соблюдением принципа плодосмена. Севообороты по контурно-экологической системе вводятся в хозяйствах с пестрыми по плодородию почвами. Ведение севооборотов по такой системе приемлемо для большинства хозяйств республики.

Исследован биологический круговорот питательных веществ и запасы органического вещества за счет растительных остатков при возделывании полевых культур и в различных видах севооборотов, изучен баланс органического вещества и основных элементов питания в почве в различных видах севооборотов, что явилось теоретической основой для совершенствования систем землепользования, севооборотов, удобрений в них и воспроизводства плодородия почвы. Доказано, что в зернотравяных и в зернотравянопропашных севооборотах при ведении травосеяния на клеверной основе баланс гумуса в почве складывается бездефицитно даже при безнавозной минеральной системе удобрений.

Изучено влияние предшественников и различных видов севооборотов на фитосанитарное состояние и биологическую активность почвы. Установлено, что в оптимальном плодосменном севообороте пырей полностью отсутствовал даже без применения специальных гербицидов. В рекомендуемых севооборотах при размещении зерновых культур по оптимальным предшественникам поражение растений корневыми гнилями было ниже порога вредоносности. Включение в специализированный зерновой севооборот пожнивных крестоцветных культур на корм и зеленое удобрение значительно повышало микробиологическую целлюлозолитическую активность почвы.

Результаты многолетних исследований на различных почвах Беларуси по севооборотам обобщены в монографии члена-корреспондента НАН Беларуси П. И. Никончика «Агроэкономические основы систем использования земли» (2007).

В настоящее время в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию исследования по проблеме севооборотов направлены на разработку комплексных экономически и экологически обоснованных систем использования земли на основе принципов биологизации, адаптивной интенсификации и ресурсосбережения, совершенствования и рационального сочетания почвенно-экологических севооборотов, структуры посевных площадей с системами удобрений и защиты растений от болезней, вредителей и сорняков.

Системы обработки почв. В развитии земледелия учеными республики всегда отводилось важное место разработке систем обработки почвы. Уже в 1926–1928 гг. были начаты исследования по сравнительной оценке эффективности осенней и весенней вспашки под яровые культуры, выявлению роли послеуборочного лущения. Изучалось влияние глубины вспашки и агротехнических приемов борьбы с сорной растительностью (М. Г. Чижевский, А. П. Абрамчук, П. Е. Прокопов и др.). Было подтверждено предложение В. Р. Вильямса об эффективности очищения почвы от многолетних сорняков методом «удушения» через двукратное с разрывом лущение с последующей вспашкой.

В последующие годы исследовались вопросы целесообразности углубления пахотного слоя, безотвального рыхления, разуплотнения подпахотного горизонта, мелких обработок (П. Е. Прокопов, А. П. Абрамчук, Н. П. Вострухин). Доктор с.-х. наук Г. Д. Белов по результатам опытов, проведенных на Полесской сельскохозяйственной опытной станции, пришел к выводу о возможности замены вспашки под ряд культур поверхностными обработками. Многолетние исследования, проведенные в Гомельской и Могилевской опытных станциях доктором с.-х. наук Я. К. Михалевым в диссертационной работе (1970), также приводят к выводу, что в системе обработки дерново-подзолистых почв легкого механического состава нет необходимости в ежегодном применении плужных вспашек. Более эффективной оказалась система с заменой до 80 % вспашки в севообороте поверхностным рыхлением: при такой системе стоимость обработки почвы в севообороте снижается на 29–35 %.

Целесообразность чередования через 1 год вспашки и безотвальной обработки чизельными культиваторами была установлена и на тяжелых суглинистых почвах в опытах, проводившихся в Миорском районе Витебской области (В. И. Барташевич, Л. Д. Барташевич).

Исследования показали, что требованиям ресурсосберегающего земледелия в большей степени отвечает комбинированная система основной обработки почвы в севообороте (50 % вспашки и 50 % безотвальной обработки) с учетом биологии возделываемых культур (Г. В. Симченков, Н. Г. Бачило, Л. А. Булавин, В. И. Барташевич).

Равнозначность безотвальной чизельной обработки и вспашки на среднеокультуренной легкосуглинистой почве отмечалась при внесении под зерновые азотных удобрений не менее 80 кг/га д.в., однолетние травы – 35 кг/га, промежуточные крестоцветные – 70 кг/га (Л. А. Булавин). Установлено, что после уборки пожнивных – рапса ярового и редьки масличной, под которые проводилась вспашка, дополнительная зяблевая обработка почвы под культуры ярового сева не требуется (В. Н. Шлапунов, Т. М. Грабко). Исследованиями выявлены различия сельскохозяйственных культур по их реакции на разуплотнение подзолистого горизонта и минимализацию обработки почвы (С. С. Небышинец, А. П. Гвоздов).

Система защиты растений. Наряду с решением проблем систем удобрений, севооборотов и обработки почв неотъемлемой частью земледелия является разработка системы защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, так как природно-климатические условия республики благоприятны для распространения и развития более 65 опасных видов вредителей, 100 видов болезней и 300 видов сорных растений. Потенциальные потери урожая только от 40 наиболее вредоносных из них могут достигать 30 %.

Формирование защиты растений как отрасли земледельческой науки и практики в Беларуси связано с организацией в 1923 г. в Минске Белорусской научно-исследовательской станции защиты растений, позже в этом направлении работали областные опытные станции, Институт биологии АН БССР. До 1971 г. основная исследовательская работа по защите растений от сорной растительности, болезней и вредителей выполнялась в отделах гербицидов (заведующий – канд. с.-х наук И. М. Замбин) и защиты растений (заведующий – канд. биол. наук А. Ф. Марковец) Белорусского научно-исследовательского института земледелия.

В 1971 г. на базе Минской научно-исследовательской станции по колорадскому жуку, нематоде и раку картофеля и отдельных лабораторий БелНИИЗ и БелНИИПОК был создан Белорусский

НИИ защиты растений. Его первым директором был член-ж НИИЗ и БелНИИПОК был создан Белорусский

На сегодняшний день Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию является ведущим и крупнейшим научно-исследовательским учреждением в Республике Беларусь. Команда высококвалифицированных специалистов ежедневно разрабатывает и применяет самые современные технологии для создания продуктов питания, с целью обеспечения населения Республики Беларусь всем многообразием высококачественных продуктов. За годы своего развития Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию совершил своеобразный прорыв в результативности. Предложена огромная совокупность законченных исследований и разработок, которые по своей сути не уступают, а в ряде случаев превосходят лучшие зарубежные аналоги и позволяют достичь наиболее высоких количественных и качественных параметров производства.

Литература

1. *Ловкис, З. В.* 10 лет пищевой промышленности / З. В. Ловкис // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2011. – № 2. – С. 4–11.

2. Научные достижения в пищевой промышленности Республики Беларусь / З. В. Ловкис [и др.]; под общ. ред. З. В. Ловкиса. – Минск: тип. РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2011. – 180 с.

3. Работы Белорусского научно-исследовательского института пищевой промышленности (к 40-летию БССР) / редкол.: А. Д. Митюков [и др.]. – Минск, Белорус. науч.-исслед. ин-т пищевой промышленности, 1958. – 157 с.

4. Пищевая промышленность БССР [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http:// coolreferat.com. – Дата доступа: 05.04.2012.

5. *Эльяшевич, Е. Г.* Развитие медицины, в том числе санитарии и гигиены в БССР в предвоенный период (1918–1940) / Е. Г. Эльяшевич, Л. Л. Каплич, Д. И. Каплич [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://www/bsmu.by/index.php? opton=com_content&view=article&id=2758. – Дата доступа: 05.04.2012.

6. *Тишков, С.* Справка о работе Белорусского научно-исследовательского института пищевой промышленности за период 1945–1954 гг. / С. Тишков // Гос. архив Октябрьской революции и социалистического строительства БССР. – Фонд 54. – Оп. 1 уд. – Д. 102. – 42 с.

7. *Церевитинов, Ф. В.* Химия и товароведение свежих плодов и овощей / Ф. В. Церевитинов. – Т. II. – М.: Госторгиздат, 1949. – 513 с.

8. *Шерман, Г.* Химия пищи и питания / Г. Шерман; пер. с 4-го изд.; под ред. Б. И. Збарского. – М.; Л.: Биомедгиз, 1937. – 503 с.

9. 70 лет Национальной академии наук Беларуси: документы и материалы юбилейных торжеств, 1929–1999 / ред.: А. П. Войтович [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2000. – 540 с.

10. *Академик А. С.* Вечер. Воспоминания современников / сост. Т. Ф. Сосновская; под ред. Н. А. Ламана, В. Н. Решетникова. – Минск: Право и экономика, 2005. – 119 с.

11. *Ловкис, З. В.* Пищевая промышленность Республики Беларусь: анализ и перспективы развития / З. В. Ловкис, И. А. Грибоедова, И. И. Данченко. – Минск: УП Минстата «Главный вычислительный центр», 2008. – 211 с.

ЭКАНОМІКА

УДК 338.436(476)

В. Г. ГУСАКОВ

ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ КООПЕРАТИВНЫХ ОТНОШЕНИЙ В АПК БЕЛАРУСИ

Президиум НАН Беларуси, e-mail: agro-vesti@mail.ru

(Поступила в редакцию 25.09.2013)

Кооперация – организационно-экономическая категория, получившая самое широкое распространение в практике хозяйствования, стала неотъемлемым качеством хозяйственной деятельности различных субъектов экономических отношений. Без кооперации сейчас невозможно представить организацию и ведение современного многообразного и сложного агропромышленного производства.

Эффективность кооперации доказана временем, но так было не всегда. Кооперация прошла непростой путь становления и признания. Ее функции, принципы и механизмы формировались поэтапно и постепенно. В этой связи представляет интерес не только исследование новейших форм и отношений кооперации, но и действовавших в прошлом, которые шлифовались исторически.

Исторические аспекты кооперации. Кооперативные отношения на территории Беларуси прошли длительный путь своего развития. Первые признаки добровольного кооперирования крестьян проявились после отмены крепостного права в 1861 г. Крестьянство начало втягиваться в торговлю, искать рынки сбыта своей продукции, находить способы удешевления и повышения производительности труда. Наиболее бурное развитие кооперация получила после революции 1905 г. К этому времени в значительной степени проявился денежный характер крестьянского хозяйства, началось переселение земледельцев на новые земли, многие крестьяне уходили в города для работы на промышленных предприятиях.

Первые формы крестьянской кооперации на белорусских землях назывались *общества сельского хозяйства*. Их развитие совпало с применением различных машин и орудий и введением новых систем земледелия. Они снабжали членов общества семенами, минеральными удобрениями, сельскохозяйственными орудиями, племенным скотом и т. д. Поначалу состав их был по преимуществу дворянский и шляхетский. Перед революцией 1905 г. общества сельского хозяйства охватывали довольно широкие круги крестьянства и наряду с агрикультурными мероприятиями (показательные поля, зерноочистительные прокатные и случные пункты, введение интенсивных культур) выполняли функции ресурсного снабжения и сбыта продуктов сельского хозяйства. После революции 1917 г. они в основном обслуживали малоимущее крестьянское население.

Еще одной формой кооперации стала *кредитная кооперация*, целью которой являлась финансовая поддержка расширения хозяйственной деятельности. Основным принципом кредитной кооперации была выдача ссуд на хозяйственные надобности с целью улучшения ведения хозяйства и увеличения доходности. Это позволяло ссудополучателям вовремя погасить задолженность и уплатить проценты по займам.

Другим принципом кредитной кооперации являлось равноправие ее членов – независимо от величины вкладов и паев все члены имели только по одному голосу. Важным принципом стала также полная взаимная ответственность всех членов по долгам каждого заемщика. Банки и государство выдавали кредитным товариществам ссуды с условием, если гарантии по возврату кредитов брали на себя другие товарищества.

Для лучшего выполнения функций первичные товарищества объединялись в региональные союзы (окружные или уездные), а районные – в центральные. Открытию и поддержанию товариществ содействовало земство. Исследования показывают, что наибольшей кредитоспособности достигали товарищества, члены которого располагались в округе в среднем на расстоянии 5,0–7,5 км. К сожалению, в силу бедности крестьян большого распространения ссудосберегательные товарищества не получили. Они имели локальное значение.

Еще ранее (в 1895 г.) был издан закон о мелком кредите. Вместо ссудосберегательных стали открываться кредитные товарищества. Их уставы не требовали вступительного пая. Это способствовало более быстрому распространению кредитных товариществ в отличие от ссудосберегательных.

Кредитные товарищества в значительной степени способствовали техническому прогрессу деревни, поскольку выдавали ссуды главным образом на приобретение сельхозяйственного инвентаря.

В 1904 г. был принят закон, согласно которому права земства в области кооперативной деятельности были существенно расширены. Получив от правительства примерный устав товарищества, земства могли открывать новые товарищества явочным порядком без специального разрешения правительства, ограничиваясь лишь уведомлением об уже действующих товариществах.

Государство всячески способствовало развитию кооперации. В 1910 г. правительство передало кооперации 20 млн руб. золотом на пополнение основных капиталов первичных кооперативов, кроме того, ежегодно на эти же цели передавало кооперативам 10 % прироста и вкладов государственных сберегательных паев. В 1911 г. было разрешено выдавать товариществам ссуды на пополнение специальных капиталов по посредническим операциям. Все это способствовало быстрому распространению кредитной кооперации. Если в 1900 г. во всей Российской империи насчитывалось 783 кредитных кооператива и в них состояло 300 тыс. членов (союзов в то время не существовало), то в 1917 г. в стране функционировало около 16,5 тыс. таких кооперативов, они объединяли около 11 млн крестьян, к тому же действовало уже свыше 200 союзов. Особенно эффективно работали кооперативы и союзы в западных районах страны, в том числе и на территории нынешней Беларуси.

После Октябрьской революции 1917 г. деятельность кредитной кооперации была приостановлена, но в условиях новой экономической политики (нэпа) в 1921 г. функции и роль кредитной кооперации возродились. Одними из основных ссудозаемщиков были частные или, как их в то время называли, единоличные хозяйства.

Одной из разновидностей кооперации были *товарищества по закупке машин и совместному пользованию машинами и орудиями*. Самостоятельных закупочных кооперативов на территории Беларуси до 1917 г. почти не было. Закупочные операции осуществлялись в основном кредитными товариществами через свои союзы. Соединение закупочной и кредитной кооперации способствовало решению многих проблем по приобретению дорогостоящих и производительных машин. Основными задачами закупочной кооперации были: 1) установление прямых отношений с заводами или с крупными оптовиками минуя мелкие посреднические звенья; 2) избежание излишних переплат; 3) доставка техники непосредственно на места с гарантией ее хорошей работоспособности.

Часто торговыми операциями занимались и другие кооперативы. Так, молочные и винодельческие товарищества закупали необходимое оборудование для своих членов самостоятельно. Нередко для совместных закупок объединялись совершенно разнородные кооперативы, например, кредитные и потребительские.

Но основную роль по закупу техники и оборудования все же играли закупочные кооперативы. Их деятельность способствовала образованию товариществ по совместному пользованию сельхозмашинами и орудиями, или так называемых машинных товариществ.

Отдельные крестьяне могли арендовать или брать напрокат технику у товарищества, но более поощрялось приобретение машин в собственность у товарищества в результате объединения средств нескольких хозяйств.

За пользование машинами устанавливалась плата с таким расчетом, чтобы итоговая сумма могла покрыть первоначальную стоимость техники, расходы по содержанию и обслуживанию

(если они осуществлялись товариществом), плату процентов на капитал, вложенный в машины, ремонт и т. д. Плата, как правило, была дифференцированной: в зависимости от срока службы машин, продолжительности пользования, сезона эксплуатации и т. д.

Разновидностью машинных товариществ были крестьянские кооперативы по электрификации, организация и функционирование которых осуществлялось на схожих условиях.

Следует сказать и о деятельности *мелиоративных товариществ*. Они обычно организовались для поддержания и повышения плодородия земель: проводилось совместное устройство дренажей, ирригационных сооружений, посадка лесов на пустырях и песках и др. Ускоренное развитие мелиоративные товарищества получили во времена нэпа. Если в 1919 г. во всей стране было всего 7 мелиоративных товариществ, то в 1924 г. их насчитывалось уже около 2 тыс. с общей площадью земель, нуждающихся в мелиорации, свыше 200 тыс. га. Они объединяли свыше 100 тыс. крестьян. Преобладающая часть мелиоративных товариществ находилась в Украине и Беларуси.

Достаточно было две трети землепользователей конкретной местности, вошедших в мелиоративное товарищество, чтобы проводимые мелиоративные мероприятия были обязательны для остальной трети крестьян. При Наркомземе страны действовала специальная комиссия по выработке и соблюдению кодекса в области мелиоративного законодательства.

Источниками финансирования мелиоративных мероприятий были местные средства и кредиты Госбанка. Так, на период работ 1923–1924 гг. Фонду мелиоративного строительства Госбанком был выделен кредит в размере 750 тыс. руб. золотом.

По мере вовлечения крестьян в кооперативное движение и активизации товарооборота быстро стали распространяться прогрессивные элементы ведения сельского хозяйства и его отраслей. Проявилась специализация крестьянских хозяйств. Это послужило основой организации специализированных кооперативов, среди которых наибольшее распространение получили *скотоводческие товарищества*, в составе которых действовали также *кооперативные товарищества по совместному пользованию племенными животными* (в основном высокопродуктивными племенными быками). Организация специализированных животноводческих кооперативов позволяла крестьянам приобретать покупные концентрированные корма, жмых, отруби, жом и др. Улучшение кормления животных обусловило повышение продуктивности и снижение себестоимости продукции.

Специализированные кооперативы давали возможность вести постоянное наблюдение за состоянием и размножением скота, это способствовало возникновению племенных союзов и обществ. Родословная животных с описанием их племенных признаков стала обычным требованием таких кооперативов и союзов. Кроме того, в их функции входила организация выставок животных, где животных оценивали по принятой методологии и давали рекомендации по их использованию на практике.

Наряду с товариществами скотоводов функционировали специальные вспомогательные кооперативы, прежде всего *контрольные* и *страховые союзы*.

Контрольные союзы содействовали организации правильного кормления скота, отбору молодняка для воспроизводства. Специалисты союза, или так называемые контроль-ассистенты, периодически объезжали хозяйства и вели учет продуктивности скота, качества продукции; осуществляли записи рационов кормления и обмеры животных и т. д. Это позволяло поднять культуру скотоводства и доходность хозяйств.

В целях страхования крестьян, прежде всего от падежа животных, организовались кооперативные товарищества по страхованию скота. Члены кооператива формировали запасной капитал и вносили в фонд кооператива 2–3 % стоимости животных. Крестьянам, пострадавшим от падежа, обычно выплачивалось денежное пособие, которое составляло от 2/3 до 3/4 стоимости животного. Компенсация неполной стоимости падежа предусматривала мотивацию лучшего ухода за скотом.

Мелкие страховые товарищества часто объединялись в союзы перестрахования.

Практиковались также случаи страхования посевов, но такого рода кооперативы на территории Беларуси до начала массовой коллективизации были мало распространены.

Следует отметить, что достаточно широкое развитие получили *товарищества пчеловодов*. Пчеловодство в 1920-х годах приобрело организованный характер и была создана вертикальная структура – от первичных кооперативов до центрального союза пчеловодов страны.

Пчеловодческие кооперативы выполняли следующие функции: распространяли пчеловодческие знания; снабжали пчеловодов нужными средствами производства (димарами, медогонками, ульями, подкормочными средствами и др.); оказывали помощь в подборе племенного материала; организацию рассадников племенных маток; снабжали семенами медоносных трав и подкормочными средствами; оказывали посредничество в сбыте продукции.

Кооперативные объединения более высокого уровня – районного, областного, республиканского – сосредотачивали внимание на изготовлении пчеловодческого инвентаря, ульев, производстве искусственной вощины; согласовании работы пчеловодческих кооперативов; внедрении технических новшеств; подготовке специалистов; проведении собраний и съездов.

Важную роль в развитии и укреплении крестьянских хозяйств играли *кооперативы по переработке и сбыту продуктов*. Первоначально операции по сбыту были сосредоточены в кредитных кооперативах, затем их широко стали развивать общества сельского хозяйства и специальные сельскохозяйственные товарищества.

Кооперативный сбыт сельскохозяйственной продукции имел три основные формы.

П е р в а я. Кооператив покупал у крестьян продукцию по твердой цене, принимая на себя весь риск, связанный с дальнейшей ее реализацией. Такая форма слабо связывала крестьян с кооперативом, поскольку получив деньги крестьянин уже не заботился о дальнейшем продвижении продукции и деятельности кооперативной организации.

В т о р а я. Кооперативный характер имели сбытовые операции с выдачей ссуд (как правило, до 3/4 стоимости продукции). Производители продукции в данном случае сами заботились о ее продаже по наиболее высокой цене через уполномоченных. Крестьяне были заинтересованы в эффективной работе кооператива, выдавшем ссуду под продукцию и взявшем ее на хранение. В любом случае заложенную в кооперативе продукцию можно было получить обратно, вернув ссуду.

Т р е т ь я. Наиболее совершенная форма кооперативной организации, практикующая сбыт продукции на комиссионных началах. Кооператив, занимающийся торгово-посредническими операциями, принимал от крестьян продукцию по рыночной цене, но выплачивал вначале лишь часть ее стоимости (половину или 3/4) с условием, что доплата остальной стоимости будет сделана после окончательной реализации продукции. Это давало возможность выжидать более благоприятную ценовую конъюнктуру. Кроме того, имея большие партии продукции, кооператив мог часть ее перерабатывать или улучшать качество (очистка и сортировка зерна, фасовка и др.). Повышая цены за лучшее качество, кооператив вынуждал крестьян улучшать само производство и быстро увеличивать объемы. Так, если в 1914 г. кооперативными организациями по России было собрано всего около 400 т льна, то в 1917 г. – уже почти 33 тыс. т.

Заметную роль в кооперативном сбыте сельскохозяйственной продукции имела кооперативная переработка продукции и организация перерабатывающих предприятий при кооперативных организациях. Существовали кооперативы по сушке плодов, консервированию томатов, переработке картофеля и т. д. Кстати, в районах распространения картофельной кооперации кооперированное крестьянство составляло 70 % и более всего населения.

Но наиболее распространенными были маслодельные артели. Для сравнения: первая маслодельная и сыроварная артель была открыта в 1866 г. в Тверской губернии.

Характерной особенностью маслодельных артелей было то, что наряду со сбытом молочных продуктов (уже переработанных) они занимались одновременно снабжением своих членов товарами первой необходимости: через свои лавки, нередко в кредит, в счет поставляемых в артель молочных продуктов.

Кооперативная переработка и сбыт продукции способствовали ускоренному развитию отраслей. Повышенные цены за переработанную продукцию позволяли улучшать хозяйства членов кооперативов. Так, обязательные в кооперации отчисления от прибылей на пополнение основного капитала давали возможность вести расширенное воспроизводство и укреплять техническую базу хозяйств. Наращивание объемов и улучшение качества продукции увеличивали также поступление налоговых средств в бюджет государства.

Итак, все названные выше формы сельскохозяйственной кооперации имели одно общее правило – крестьянское хозяйство в их составе объединялось только частью своей хозяйственной

деятельности, в целом оно не теряло производственной самостоятельности, более того, укреплялась устойчивость хозяйств и возрастала их доходность.

В отличие от такой кооперации, в конце XIX – начале XX века появились производственные товарищества, где хозяйство, входящее в кооперативную организацию, полностью утрачивало самостоятельность. У членов производственного кооператива могло сохраняться лишь домашнее хозяйство и то не всегда (например, после 1917 г. в сельскохозяйственной коммуне оно во многом также объединялось).

Производственные товарищества назывались обычно *артелями* и организовывались по преимуществу для производства продукции земледелия.

Такие артели и товарищества часто вызывались недостатком ресурсов, прежде всего земли, которую они в основном арендовали, а также слабой обеспеченностью инвентарем. В артели вступала, как правило, беднота, малоземельное крестьянство, с целью получения ссуды, которую каждому в отдельности получить было трудно. Артельные посевы на арендованной земле служили обеспечением ссуды, но уборка урожая осуществлялась крестьянами раздельно. Полученная ссуда направлялась на обеспечение индивидуального крестьянского хозяйства на надельной земле, поэтому основной побудительной причиной образования артелей была потребность в деньгах. В результате кооперативно-производственные и коллективные начала в артелях были слабо развитыми.

Вместе с тем надо сказать, что возникшие в 1894–1896 гг. первые на территории России земледельческие артели в Херсонской губернии под руководством Н. В. Левицкого не отличались устойчивостью и сплоченностью. Несмотря на то что число таких объединений крестьян быстро увеличивалось, просуществовав непродолжительное время, они, как правило, распадались. Так, если в 1902 г. насчитывалось до 120 таких артелей по стране, то затем их осталось около двух десятков, вскоре они также исчезли. В среднем на артель приходилось около 35 га земли, или около 8 га на семью.

До 1905 г. отношение властей к артелям было, как правило, негативное. И только после революции 1905 г. запреты с организации земледельческих коллективов были сняты. Крестьяне объединялись не только с целью получения ссуды, но и для увеличения размеров землепользования, дополнительной аренды земель, облегчения условий аренды и т. д.

Земледельческие коллективы в этот период носили характер в основном *договорных товариществ*. Некоторые товарищества являлись подсобными организациями при сельскохозяйственных обществах, состав их был непостоянен (члены могли свободно вступать и выходить).

Расчет с членами во многих товариществах был по трудовым паям. Обработка товарищеских земель – совместной и выполнялась инвентарем каждого из членов артели. Трудовой пай был равен однодневной работе человека и лошади с бороной или человека и пары волов. Крестьянин, не способный выполнить положенное количество трудовых паев, имел возможность компенсировать задолженность деньгами.

Земледельческие товарищества и артели были, собственно, товариществами по совместной аренде и не являлись коллективными хозяйствами в современном понимании. Экономическое значение их было несущественным. Важной положительной чертой их было то, что артельщики следили за правильным использованием земли каждого члена. Создавалась возможность вводить севообороты и вести хозяйство по примеру сравнительно крупного объединения. Но такие крестьянские артели не могли конкурировать с крупными помещичьими и частнокапиталистическими хозяйствами по продуктивности, качеству продукции, затратам и доходам.

Нельзя не сказать и о том, что в истории земледельческих кооперативов и артелей были случаи организации чисто *интеллигентских коллективов*, которые появлялись и исчезали еще в более короткие сроки, чем крестьянские объединения. По существу и по целям это были объединения интеллигентов с одинаковым мировоззрением, уставших от своих традиционных занятий, чем хозяйственные организации. Не имея устойчивого экономического основания, интеллигентские хозяйства не имели перспектив.

Обобщая историю кооперативной организации в России и в Беларуси, важно подчеркнуть то, что сельскохозяйственная производственная кооперация до Октябрьской революции была раз-

вита слабо, несущественно было ее значение и в общекооперативном движении. Только в послеоктябрьский период 1917 г. земледельческий коллективизм получил ускоренное развитие.

Вообще земледельческие производственные объединения после Октябрьской революции прошли в своей истории три периода: 1) до нэпа; 2) во время нэпа; 3) после массовой коллективизации крестьянства.

1. Первый период характеризовался уничтожением частной собственности на землю и национализацией торговли хлебом и другой основной продукцией сельского хозяйства.

Возникающие в этот период *коллективные хозяйства* основывались в основном на базе помещичьих хозяйств. По своим размерам и численности членов они были незначительными. По преимуществу здесь происходило объединение пролетариата и крестьянской бедноты. В их организации было много беспорядочного, неграмотного, но жил дух революционной идеи, труд не был иным, как общим.

Особенно это наглядно проявилось на примере *коммун*. Собственность на имущество отвергалась категорически. Учет труда и его производительности, как правило, не вели. Этому не способствовали условия того времени. Но среди множества коммун были и образцовые, возглавляемые преданными своему делу революционерами, жизнь таких хозяйств строилась на строгой административной дисциплине. Выжившие в суровых условиях коммуны впоследствии стали крепкими коллективными и советскими хозяйствами, однако это были единицы. Большинство коммун после относительно непродолжительного периода распадалось.

Более устойчивыми оказались *сельскохозяйственные артели*. Советская власть снабжала их, как и коммуны, инвентарем и машинами, предоставляла им льготы в продразверстке. В уставах артелей требовалось ведение учета труда и движения материальных ценностей, предусматривалось внесение паев. Однако деятельность первых артелей мало чем отличалась от коммун. Может лишь тем, что артельщики жили по своим домам и многие из них имели свое небольшое подсобное хозяйство. Основное же условие – отсутствие хорошего учета на практике и распределение продукции не по труду, а по едокам – характеризовали как коммуну, так и артель.

В условиях нэпа многие коллективные хозяйства начали коренные внутренние преобразования. Значительная их часть, занятая лишь проеданием имущества, была ликвидирована. Основной задачей стала организация самостоятельного крупного земледельческого хозяйства в условиях отсутствия частной собственности на землю. Любой крестьянской группе была предоставлена возможность сперва освоить коллективную систему хозяйствования (общий севооборот, обязательное применение удобрений и т. д.), а затем переходить к коллективной организации труда.

Коллективизация перестала основываться на полном идейном единстве участников. Крестьяне объединялись в расчете на материальную выгоду. *Колхозы* позволяли вводить научные основы производства, использовать преимущества взаимопомощи и экономить средства и труд.

По данным Наркомзема России, в целом по стране к 1922 г. в коллективах числилось более 1 млн крестьян, что составляло по отношению ко всему крестьянскому населению 1,4 %. В среднем на один колхоз приходилось около 65 крестьян. В расчете на 100 крестьян имелось около 18 гол. рабочего скота. Обеспеченность техникой в артелях была следующей: плуг приходился на 7,5 га, сеялка – почти на 60 га, жнейка – на 50 га, молотилка – на 85 га.

Нередко колхозы поставляли скот и другие средства *совхозам*, образовавшимся на месте бывших помещичьих усадеб, частнокапиталистических хозяйств и из числа некоторых коммун. Все колхозы начали платить арендную плату за пользование землей и другими сооружениями. В случае неудовлетворительного использования арендуемых ресурсов земельные отделы при местных органах управления могли передать их другим организациям или даже частным лицам.

Вместе с тем правительство усмотрело значительную выгоду для советской власти в колхозно-совхозной организации труда. С 1928 г., как известно, началась тотальная насильственная коллективизация крестьянства, которая завершилась в основном к 1933 г. В ходе ее проведения государство сделало ставку лишь на две основные формы организации крупного сельскохозяйственного производства – колхозы, как менее совершенную форму в смысле коммунистических отношений, и совхозы, как перспективную форму коммунистической организации. Все другие

формы сельскохозяйственного производства – личные подсобные, единоличные, частнокапиталистические и др. – были признаны несоответствующими коммунистическим идеалам. Вскоре почти все они были ликвидированы, за исключением личных подсобных хозяйств, роль которых во все периоды признавалась временной.

Среди других исторических форм крестьянской кооперации можно назвать *кустарно-промысловую кооперацию*. При объединении в кооперативы (артели) крестьяне, занятые кустарным промыслом, имели возможность снабжать себя более дешевыми средствами производства, сырьем и материалами, более организованно и выгодно сбывать свои изделия.

Кооперативы обычно брали кустарные изделия на комиссию, продавали их, из выручки оплачивали стоимость изделий, а прибыль делили с крестьянами в пропорции 1:3 или 1:4 соответственно. При посредстве кооператива кустари получали до 3/4 рыночной цены изделий. Продавая их частному скупщику, они могли иметь менее половины их рыночной стоимости. Средний заработок кустаря в начале XX века достигал 3 руб. в день при 10-часовом рабочем дне. Годовой заработок колебался от 50 до 130 руб.

Существовало несколько форм кустарно-промысловой кооперации: 1) производственно-трудовые артели (наименее развитая и распространенная форма); 2) складочно-сырьевые товарищества, выполняющие главным образом функции по сбыту изделий и по закупке сырья для кустарей; 3) складочно-потребительные товарищества. Их отличие от предыдущей формы состояло в том, что при этом товариществе открывалась еще потребительская лавка, поскольку вся жизнь кустаря (и производственная, и потребительская) протекала в основном в пределах своего кооператива. Большинство первичных кустарно-промысловых товариществ были объединены в местные союзы.

Имела место и *лесная кооперация*, которая получила развитие в основном в советский период. В 1921 г. в стране насчитывалось более 1500 лесных артелей, объединенных в 40 районных и областных союзов. Лесные кооперативы занимались смолокурением, заготовкой леса, изготовлением тары и т. д.

Статистические материалы свидетельствуют, что до Октябрьской революции 1917 г. кооперация охватывала широкие слои сельского населения (в некоторых волостях до 60 % крестьян), в основном зажиточных и средних крестьян, бедняки были вовлечены в кооперацию меньше. Кооперация способствовала развитию товарообмена и укреплению крестьянского хозяйства. Лишь после революции 1917 г. в кооперацию начали вовлекать бедноту. Но во времена «военного коммунизма» роль кооперации была сведена к нулю, и только в период нэпа ее деятельность снова оживилась.

На кооперацию с 1926 г. возлагались задачи поднятия производительности крестьянского хозяйства и увеличения объемов сельскохозяйственного производства. Было признано необходимым оказывать действенную государственную поддержку кооперации. В результате в 1922 г. во всей стране в целом насчитывалось уже до 20 тыс. первичных сельскохозяйственных кооперативов, объединявших до 1/4 всех крестьянских хозяйств страны.

Успехи кооперации были несомненными. В результате Всероссийская партийная конференция в 1922 г. в резолюции по вопросу о задачах партии в кооперации вынуждена была признать, что после введения единого продналога (вначале натурналога) и установления свободы товарооборота в условиях государственного капитализма кооперативная форма товарообмена является наилучшей и заслуживающей всемерной поддержки. В условиях экономической разрухи и недостатка ресурсов у государства кооперации отводилась важнейшая роль в деле подъема экономики страны.

Вскоре после издания Декрета о сельскохозяйственной кооперации (1922 г.) состоялся съезд уполномоченных сельскохозяйственных кооперативных организаций, который создал Всероссийский союз – Сельскосоюз. За первый год его существования количество первичных сельскохозяйственных кооперативов увеличилось в 4 раза, причем среди сельскохозяйственных кооперативов первое место занимали сельскохозяйственные товарищества (до 50 %). Образовались Центральный союз льноводов и коноплеводов (Льноцентр), Центральный союз картофелетерочной кооперации (Союзкартофель) и др.

В 1923 г. один кооператив обслуживал в среднем 120 крестьянских хозяйств, а союз – 8 тыс., тогда как до революции 1917 г. один кооператив обслуживал до 500 крестьянских хозяйств, а один кооперативный союз – около 30 тыс. хозяйств.

Важным событием в работе сельскохозяйственных объединений следует признать Съезд уполномоченных Сельскосоюза, состоявшийся в 1922 г. Признавая необходимым увеличение производства, съезд как программу на ближайший период принял:

а) содействовать кооперированию производства сельскохозяйственной продукции, широко практиковать совместное использование инвентаря и т. д.;

б) снабжать крестьянские хозяйства всеми средствами сельскохозяйственного производства, в первую очередь машинами, племенными животными и семенами, содействовать созданию кооперативов по производству этих средств;

в) организовать устойчивый сбыт продуктов крестьянского хозяйства на кооперативных началах с привлечением к сбыту непосредственных производителей (для поднятия качества производства);

г) организовать переработку продукции и сырья (с учетом различной глубины переработки).

Благодаря активной деятельности Сельскосоюза объемы поставок селу средств производства через кооперацию в 1923 г. достигли дореволюционных показателей. Характерно, что снабжение и сбыт в операциях Сельскосоюза занимали почти одинаковые объемы.

Интересны данные по экспорту и импорту сельскохозяйственной продукции через Сельскосоюз. Так, в 1923 г. на внешнем рынке было продано продукции на сумму около 6 млн руб. (зерно, масло, яйца, сыра и др.), а куплено товаров на сумму около 1 млн руб. (тракторы, косы, сепараторы и т. д.). Экспортные операции составляли более четверти всего объема оборота Сельскосоюза. Кроме того, экспорт льнопродукции и продуктов переработки картофеля осуществлялся самостоятельно – через Льноцентр и Союзкартофель соответственно.

Следует заметить, что кооперативные организации во время нэпа были довольно состоятельными. Так, стоимость имущества картофелеводческих товариществ в среднем по стране в 1923 г. составляла более 36 тыс. руб. золотом. На каждого члена товарищества приходилось свыше 100 руб. Примерно 2/3 – это основной капитал и 1/3 – оборотный, при этом 3/4 капитала составляли собственные средства и только четверть – заемные. Стоимость постройки картофелетерочного завода обходилась в то время в 40 тыс. руб. золотом, а паточного – в 3,5 раза дороже.

Однако обедневшее за годы «военного коммунизма» крестьянство нуждалось в организованном сельскохозяйственном кредите. В этой связи в 1923 г. был создан универсальный кооперативный банк – Всероссийский кооперативный банк (Всекобанк), а в его составе организован сельскохозяйственный банк. Если в 1922 г. на нужды сельскохозяйственного кредитования государством было выделено 20 млн руб. золотом, то в 1924 г. – уже 40 млн руб.

Формой обеспечения ссудной деятельности Всекобанка являлись векселя и ссуды под товар, товарный кредит, причем при государственной поддержке он был крестьянам выгоден.

Правительство осознавало, что дешевый сельскохозяйственный кредит служит не только поднятию и укреплению аграрного производства, но и является стимулирующим условием совместных закупок материалов и машин для сельского хозяйства, а также сбыта и переработки продукции. Более того, понимая всю важность кредита, Всекобанк организовал специальный фонд долгосрочного кредитования производственных начинаний кооперации. Характерно, что в структуре выданных ссуд более 40 % приходилось на производственную кооперацию. Товарные операции Всекобанка проводились на 90 % и более с кооперативными организациями. Всекобанк являлся одним из учредителей «Экспортхлеба» и имел свои отделения в Лондоне, Нью-Йорке, Берлине и других городах.

Таким образом, обобщенная оценка развития кооперации конца XIX – начала XX века показывает, что ее формы и организации были чрезвычайно разнообразными – от обобщения некоторых функций по сбыту, переработке продукции или закупу и совместному использованию средств производства до полного обобществления инвентаря и машин, а также труда. В одних случаях кооперация выполняла вспомогательную роль, в других – основную, обеспечивающую произ-

водственную и иную жизнь крестьян. Поэтому понимать кооперацию однозначно нельзя, в каждом случае следует подходить дифференцированно, в зависимости от ее места, задач и назначения.

Характерно, что сельскохозяйственные кооперативы в период нэпа были сориентированы на обслуживание многообразных потребностей крестьянского хозяйства, поэтому многие из них приобрели универсальное значение. Это, по сути, были товарищества, занимающиеся одновременно снабжением, переработкой и сбытом продукции, выполняя при том и кредитные функции.

Можно полагать, что такое понимание кооперации в значительной мере соответствует ее современной интерпретации, особенно если это касается создания снабженческо-сбытовых кооперативов в структуре ныне действующих крупных сельскохозяйственных предприятий. Такие кооперативы могли бы осуществлять операции снабжения и сбыта не только для действующих предприятий, но и для населения. Однако этим не отрицается возможность образования и других форм кооперативов, которые могут выполнять свои функции, что актуально для фермерских хозяйств, личных подсобных хозяйств населения в сообществе с крупными товарными сельскохозяйственными предприятиями.

В период тотальной коллективизации 1928–1933 гг. сложились две основные формы сельскохозяйственных предприятий – советские и коллективные хозяйства, в последующем в значительной мере огосударствленные и приближенные к совхозам. Поэтому важно определить их соответствие принципам кооперации, место и перспективы в переходный период к рыночной экономике.

Перспективы развития производственной кооперации. Прежде всего следует ответить на два вопроса: 1) можно ли считать колхозы и совхозы кооперативами и 2) насколько целесообразно развитие производственной кооперации в переходный период и в рыночной экономике.

Почему возникли эти вопросы? Во-первых, потому что многие критики не признают бывшие колхозы и совхозы советского образца кооперативами, а во-вторых, ссылаясь на опыт ряда Западных стран, пытаются доказать, что производственной кооперации в нашем понимании не существует и что создание кооперативов должно касаться только сферы снабжения ресурсами, сбыта продукции и обслуживания сельскохозяйственных товаропроизводителей (оказания всевозможных услуг).

Отвечая на первый вопрос, необходимо сказать, что как колхозы, так и совхозы – это объединения людей, призванные решать производственные, снабженческие, сбытовые и социально-экономические задачи на основе использования собственных ресурсов и труда. Любой колхоз и совхоз решает гораздо более сложные и многообразные функции, чем снабженческо-сбытовой кооператив. Правда, входившие в состав колхозов и совхозов хозяйственные подразделения, крестьянские и личные подсобные хозяйства, не имели юридической самостоятельности, а в совхозах не существовали даже имущественные паи их членов. Но это не меняет сути, поскольку формы обобществления имущества и труда в кооперативах могут быть различными.

Использование метода логических сопоставлений и заключений свидетельствует, что колхозы и совхозы с полным основанием можно отнести к кооперативной форме организации труда и производства, но совершенно специфической форме, получившей развитие в восточноевропейских странах в социалистический период. Прежде всего здесь урезанными оказались права и самостоятельность работников в организации и ведении производства. Предприятия действовали по установленному сверху административным путем плану развития. Не имели самостоятельного выхода на важнейшие внутренние и внешние оптовые рынки сбыта и продаж сельскохозяйственной продукции и закупа промышленных ресурсов. Тем не менее, хотя и в ограниченном плане, но колхозы и совхозы имели собственные планы развития, определяли производственные и социально-экономические задачи исходя из наличия ресурсных возможностей. Их успехи зависели от производительности труда, размеров затрат на производство, предприимчивости и поиска эффективных методов хозяйствования. Работники колхозов и совхозов получили право добровольности членства, имели возможность оплачивать труд в зависимости от его количества и качества, коллективно решали многие вопросы жизни и деятельности предприятий, стремились к расширению самостоятельности и несли ответственность и консолидированные обяза-

тельства по результатам хозяйственной деятельности. Эти и другие характеристики позволяют классифицировать колхозы и совхозы как специфическую форму кооперативов.

Ответ на другой вопрос является логическим продолжением первого. Признав колхозы и совхозы разновидностью кооперации, приходится признать правомерность производственной кооперации. Но здесь может возникнуть следующий вопрос. В развитых Западных странах почти нет производственной кооперации в сельском хозяйстве (за исключением земель Восточной Германии, где сказались методы хозяйствования социалистического периода). Совершенно верно. Но в Западных странах не было политики массового производственного кооперирования крестьянства и создания на базе множества крестьянских хозяйств единого крупного сельскохозяйственного предприятия. Сравнительно небольшие по размерам земель фермерские хозяйства там оставались юридически самостоятельными. Им пришлось кооперировать по преимуществу только функции снабжения и сбыта, а нередко и совместного использования ресурсов и переработки продукции, что они успешно делали. В настоящее время любое фермерское хозяйство Запада является членом десятка и более кооперативов по сбыту, снабжению, переработке, закупу и совместному использованию средств производства и т. д.

В практике ряда восточноевропейских стран, в том числе и в Беларуси, образовались крупные по площади сельскохозяйственные предприятия, конечной целью которых было производство и реализация сельскохозяйственной продукции. В условиях Беларуси среднестатистические размеры таких колхозов и совхозов в советский период достигали 3 тыс. га земель сельскохозяйственного пользования, общая численность которых в республике составляла около 2,5 тыс. хозяйств. Они производили более 50 % всей сельскохозяйственной продукции. Концентрировали в своем составе свыше 80 % ресурсного производственного потенциала, обеспечивали элитное семеноводство и племенное животноводство, развитие научно-технического прогресса аграрного комплекса.

Было бы непоправимой ошибкой в переходный к рынку период разрушить эти предприятия, что повлекло бы катастрофическое падение объемов сельскохозяйственного производства и приостановку научно-технического прогресса. Задача состояла в ином, чтобы не разрушая производственного потенциала адаптировать эти предприятия к условиям рыночной экономики. Такие примеры имелись как в Беларуси (колхоз «Коминтерн» Могилевского р-на, «Нива» Оршанского р-на, «Маяк» Дзержинского р-на и т. п.), так и за рубежом – в Восточной Германии, Венгрии, Чехии и др.

Исследования подтвердили, что основной формой сельскохозяйственного предприятия должны быть полностью самоокупаемые кооперативные объединения или юридически самостоятельные ассоциации первичных кооперативов, образованных на месте бывших внутрихозяйственных подразделений. Формула организации таких предприятий: собственность – частная, а труд – коллективный, участие в прибылях посредством имущества и труда. Принципы организации: добровольность членства, самостоятельность хозяйствования, полная ответственность по обязательствам, самофинансирование деятельности, ориентация производства на рыночный спрос.

Следует подчеркнуть, что многие колхозы и совхозы в Беларуси успешно реализовали названные принципы на практике. Уже на самом начальном этапе трансформации традиционных колхозов и совхозов в предприятия рыночного типа они распределяли коллективное и общественное имущество на индивидуальные доли работников в зависимости от количества и качества труда и закрепляли права частной собственности на персонифицированное имущество, вырабатывали механизмы участия работников в прибылях посредством имущества (начисление дивидендов) и труда (распределение части прибыли по труду), предпринимали усилия по интенсификации производства, прежде всего за счет увеличения продуктивности и сокращения затрат на единицу производства, работали над повышением конкурентности продукции и оперативно находили рынки сбыта своей продукции.

Изучение показало, что хозяйства, активно занимающиеся предпринимательской деятельностью, приобретали возможность обеспечить нормальное функционирование производства и всей сложной социальной инфраструктуры в новых условиях за счет своих доходов, однако таких предприятий в общей совокупности было немного.

Большинство хозяйств, делая первые шаги в направлении рыночных преобразований, сталкивалось на этом пути с огромными трудностями, главными из которых были недостаток первоначального капитала и отсутствие опыта производительного его использования. Большим препятствием в этом деле стала иждивенческая психология многих работников, включая руководителей и специалистов, сложившаяся за многие десятилетия социалистического хозяйствования, когда государство централизовало у себя функции экономического и ресурсного обеспечения развития сельскохозяйственного производства.

Тем не менее еще в средине 1990-х годов ставилась задача – в непродолжительный период времени, а именно за 3–5 лет, адаптировать традиционное сельское хозяйство Беларуси к рыночным условиям и обеспечить в связи с этим необходимую конкурентность по ряду основных видов продовольствия: мясо и продукты его переработки, молоко и молокопродукты, зерно, картофель, лен и др.

Организационно-экономические условия для эффективного функционирования имели почти все крупные предприятия. В их состав, как правило, входили многие подразделения растениеводства, животноводства, механизации, переработки, автотранспорта и сбыта. Это, по сути, агрообъединения, включающие комплекс необходимых основных и вспомогательных отраслей и производств. Они имели возможность формировать квалифицированный состав менеджеров, руководителей и специалистов. Достаточно было придать внутренним подразделениям необходимую самостоятельность и завершенность, наладить между ними взаимовыгодные экономические связи, построенные на полной материальной ответственности и заинтересованности. Освоить новые прогрессивные технологии. Внедрить в их состав службы маркетинга и логистики, обеспечивающие выгодный сбыт продукции, службы снабжения ресурсами и организовать при необходимости переработку производимой продукции с целью повышения конкурентности и получения добавленной стоимости. В результате могли образоваться мощные интегрированные конкурентоспособные предприятия и объединения рыночного типа, способные обеспечить как внутренний спрос на продовольствие, так и требуемые экспортные поставки. Но в начальный период реформ этого не произошло. Было упущено время, которое приходится наверстывать ныне.

Научные исследования и практические эксперименты показывают, что именно крупные интегрированные предприятия обладают экономической устойчивостью и защищенностью от рыночной конъюнктуры. Они способны наладить стабильное хозяйствование на принципах самоуправления, самофинансирования. Весь экономический уклад в современном агрокомплексе – база для аналогичной переструктуризации.

Это не говорит о том, что в стране невозможны другие формы и виды предприятий. В настоящее время есть все условия для многообразия хозяйственных организаций, но доминирующей формой, судя по внутристрановым и международным тенденциям, должны стать кооперативно-интеграционные объединения товаропроизводителей, обеспечивающие продвижение продукции по технологической цепочке: от получения сырья для переработки до сбыта готового высококачественного продовольствия. Здесь производственные задачи достигаются с меньшими затратами труда и средств благодаря кооперации имущества и реализации экономических интересов всех категорий работников.

Что для этого необходимо? Алгоритм формирования и эффективной деятельности кооперативно-интеграционного объединения предполагает ряд последовательных действий, среди которых наиболее важное значение имеют следующие:

1) определить механизм преобразования обезличенной государственной собственности ныне действующих предприятий в частную, которая должна доминировать в составе новых кооперативно-интеграционных структур;

2) разработать порядок приватизации собственности и реструктуризации (становления, формирования) внутренней системы организации (управления) нового типа предприятий или объединений;

3) определить порядок образования и функционирования внутренних производственных и обслуживающих структур, схему их экономических взаимоотношений и условия вхождения в кооперативно-интеграционное объединение;

4) предоставить внутренним подразделениям и объединению в целом гарантии экономической свободы и самостоятельности в вопросах оперативного хозяйствования (структура производства, сбыт продукции, оплата труда и т. д.);

5) ориентировать такие предприятия и объединения на самофинансирование хозяйственной деятельности, повышение конкурентности продукции, удовлетворение потребительского спроса;

6) установить жесткий режим правовой и экономической ответственности подразделений предприятия и объединения по обязательствам перед партнерами;

7) создать благоприятные макроэкономические условия для функционирования объединений (стимулирующая система налогов, кредитов и др.).

Конечно, к этому надо добавить еще многие меры по стимулированию инвестиций, внедрению новых технологий и инновационных систем машин, оптимизации себестоимости производства, освоению механизмов выгодного рыночного сбыта и т. п. Все это вместе призвано создать устойчивую базу и определить приемлемую стратегию эффективного хозяйствования. Важно знать, что рост и развитие экономики предприятий находится в контексте экономических интересов субъектов хозяйствования. Если интересы достойно мотивированы, то модели и механизмы развития создаются и реализуются на принципах самохозяйствования, самоопределения и самофинансирования. В этом суть экономических законов, которые нельзя игнорировать.

V. G. GUSAKOV

HISTORY AND PROSPECTS OF COOPERATIVE RELATIONS IN THE AGRICULTURAL-INDUSTRIAL COMPLEX OF BELARUS

Summary

The article deals with the stages of the development of production cooperation in Belarus and presents the proposals to improve it in the nearest future. The paper also concludes that cooperative systems are necessary and unavoidable under the conditions of market relations.

УДК 338.439:339.92(476)

З. М. ИЛЬИНА, С. А. КОНДРАТЕНКО, С. Б. БУБЕН

ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЙ РЫНОК БЕЛАРУСИ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, Минск,
Республика Беларусь, e-mail: ilyinazm@tut.by

(Поступила в редакцию 04.02.2014)

Рынок продовольствия как экономическая система объединяет свободно взаимодействующих производителей и потребителей, которые обмениваются товарами на основе полной и достоверной информации, что приводит к выравниванию и оптимизации издержек. Отечественный рынок функционирует, преломляясь через призму важнейших государственных интересов, вклю-чая безопасность в сфере продовольствия. В этой связи объективной необходимостью является формирование развитого сбалансированного рынка продовольствия и сырья, способного обеспечить достаточный уровень высококачественного и сбалансированного питания населения, эффективное развитие внешнеторговых связей и усиление экспортной ориентации АПК.

Характерными признаками развитого продовольственного рынка являются следующие:

1) удовлетворенный спрос по количественным и качественным параметрам и его активизация у потребителей;

2) создание правовых, экономических и информационно-технологических условий для формирования специализированных товарных рынков;

3) экономическое регулирование рынка на национальном, межрегиональном и региональном уровнях в сочетании с невмешательством государства в хозяйственную деятельность субъектов;

4) наличие инфраструктуры, позволяющей конкурентным продуктовым рынкам интегрироваться в мировую продовольственную систему;

5) внедрение механизма формирования инновационного потенциала производителей продовольствия и сельскохозяйственного сырья и др. [1, 2].

В условиях развития интеграционных процессов в рамках Таможенного союза и Единого экономического пространства (ТС и ЕЭП), когда происходит сближение местных, региональных, национальных и межнациональных рынков под влиянием конкурентной борьбы, разработка механизма обеспечения сбалансированности и устойчивости внутреннего рынка является наиболее актуальной.

Интеграция аграрных рынков в качестве основных задач обуславливает:

устойчивость развития сельскохозяйственного производства и рациональное разделение труда в соответствии с природно-экономическими условиями;

сбалансированность внутренних национальных рынков сельскохозяйственного сырья и продовольствия;

стабильность продовольственного обеспечения и приемлемый для основной части населения уровень цен;

наращивание экспортного потенциала, оптимизацию импорта, сохранение традиционных и освоение новых рынков сбыта, привлечение инвестиций, внедрение инновационных технологий;

повышение конкурентоспособности продукции на внутренних и мировом рынках и др. [1, 3, 4].

Решение поставленных задач предполагает комплексное совершенствование механизмов и направлений ликвидации диспропорций, возникающих на внутреннем продовольственном рынке

при взаимодействии с факторами внешней среды, связанных с нестабильностью конъюнктуры мирового рынка, с необходимостью конкурировать на рынке товаров, производимых в лучших условиях или имеющих высокий уровень экспортной поддержки.

Цель исследования – разработать направления формирования сбалансированного национального продовольственного рынка в условиях развития международных интеграционных процессов.

Сбалансированность и устойчивость рынка сельскохозяйственного сырья и продовольствия оценивается для выявления внутренних и внешних угроз безопасности и независимости, разработки направлений и механизмов их упреждения, реализации стратегии инновационного развития субъектов.

Базовые дефиниции по проблеме обеспечения сбалансированности национального продовольственного рынка представлены в табл. 1.

Таблица 1. **Глоссарий по проблеме сбалансированности и устойчивости продовольственного рынка**

Дефиниция	Сущность дефиниции
Продовольственный рынок	Сложная система продуктовых структур и социально-экономических отношений, возникающих в процессе производства, распределения, обмена и потребления продовольствия и сырья, находящаяся в непрерывном, динамичном развитии под воздействием особенностей платежеспособного спроса и предложения, а также адекватных механизмов и инструментов регулирования
Продуктовый рынок	Механизм движения товаров и оборота капиталов, передачи информации, согласования спроса и предложения, формирования и определения общественных потребностей. Основные продуктовые рынки составляют систему продовольственного рынка
Эффективность продовольственного рынка	Сбалансированность по спросу и предложению, обеспечивающая устойчивое удовлетворение потребности населения в продуктах питания высокого качества, повышение уровня жизни, продовольственную безопасность и независимость государства
Продовольственная безопасность	Обеспеченная соответствующими ресурсами, потенциалом и гарантиями способность территории вне зависимости от внешних и внутренних условий удовлетворять потребность населения в жизнеобеспечивающих продуктах питания в объемах, качестве и ассортименте, необходимых и достаточных для физического и социального развития личности, обеспечения здоровья и расширенного воспроизводства народонаселения
Продовольственная независимость	Максимальная автономность и экономическая состоятельность национальной продовольственной системы, ее адаптивность к конъюнктуре мирового рынка при условии рационального использования производственного потенциала и проведения активной внешнеэкономической деятельности [2]
Устойчивое развитие рынка	Способность субъектов динамично поддерживать рациональную пропорциональность между факторами производства, обмена, распределения и потребления, а также необходимые темпы развития в условиях постоянно изменяющейся внешней среды для стабильного, достаточного и качественного удовлетворения потребности населения в жизнеобеспечивающих видах продовольствия при сохранении этой возможности для будущих поколений
Механизм обеспечения сбалансированности	Логическая и целенаправленная система организационно-экономических и правовых мер, направленных на поддержание сбалансированности и устойчивого развития продуктовых рынков, а также своевременное выявление, упреждение угроз
Угроза безопасности	Реальное и потенциальное проявление деструктивных тенденций и факторов в сфере продовольственного снабжения на международном, национальном, региональном, семейном уровнях, которое приводит к снижению физической и экономической доступности продуктов питания населению, к ухудшению качества и экологической безопасности
Интеграция аграрных рынков	Сближение и слияние местных, региональных, национальных и межнациональных рын-ков под влиянием конкурентной борьбы и регулирующих воздействий институциональных структур на поведение субъектов и состояние конъюнктуры в целях усиления интеграционных связей и развития конкурентной среды [3]
Общий аграрный рынок	Система договорных отношений, институциональных структур и механизмов регулирования торговли продовольствием, средствами производства и услугами для АПК в интересах обеспечения продовольственной безопасности и повышения экономической эффективности АПК государств–участников ЕЭП [1, 2]
Конкурентная устойчивость субъектов	Способность субъектов поддерживать в долгосрочном периоде эффективность сбыта на конкретном продуктовом рынке при использовании возможностей внешней среды

Примечание. Таблица составлена авторами на основе собственных исследований.

Установлено, что эффективным можно считать рынок, сбалансированный по спросу и предложению, обеспечивающий устойчивое удовлетворение потребности населения в продуктах питания высокого качества, повышение уровня жизни, продовольственную безопасность и независимость государства.

Для обеспечения сбалансированности и устойчивости системы продовольственного рынка, находящейся под воздействием сложного комплекса природно-климатических и социально-экономических факторов, неоднозначных по степени и направленности, необходим адекватный механизм регулирования, позволяющий использовать преимущества и нейтрализовать негативное влияние внешней среды.

В ходе выполнения исследования разработан алгоритм комплексной оценки сбалансированности и устойчивости продуктовых рынков (рисунок). Алгоритм автоматизированной системой информационного обеспечения инновационной деятельности на национальном рынке сырья и продовольствия является совместной разработкой Института системных исследований в АПК НАН Беларуси и Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси в 2013 г. *[prod.refor.by].*

Оценка достигнутого уровня продовольственной безопасности выполняется в соответствии с критериями оценки, обозначенными Концепцией национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь, одобренной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10 марта 2004 г. № 252.

Продовольственная безопасность государств ТС и ЕЭП рассмотрена в соответствии с документами, принятыми государствами-участниками, а также с Концепциями повышения продовольственной безопасности ЕврАзЭС и СНГ [5–9].

Достигнутый уровень продовольственной безопасности ТС и ЕЭП оценивается по следующим индикатором:

1) *удельный вес собственного производства в общем объеме товарных ресурсов внутреннего рынка* по жизнеобеспечивающим видам продукции (пороговое значение индикатора по зерну составляет 95 %; маслу растительному – 80; сахару – 80; мясу и мясопродуктам – 85; молоку и молокопродуктам – 90; рыбной продукции – 80 %);

2) *уровень пищевой недостаточности* (удельный вес домашних хозяйств, калорийность питания которых ниже минимально допустимого уровня 2100 ккал/сутки на душу населения: при уровне 5 % достигнуто состояние продовольственной безопасности, более 35 % – государству необходимо принимать меры по борьбе с голодом);

3) *сравнительная эффективность и конкурентоспособность* производителей продовольствия и сельскохозяйственного сырья;

4) *динамика использования природных и других ресурсов сельскохозяйственного производства* (позволяет выявить резервы роста производства сырья и продовольствия в интегрируемых регионах) [3].

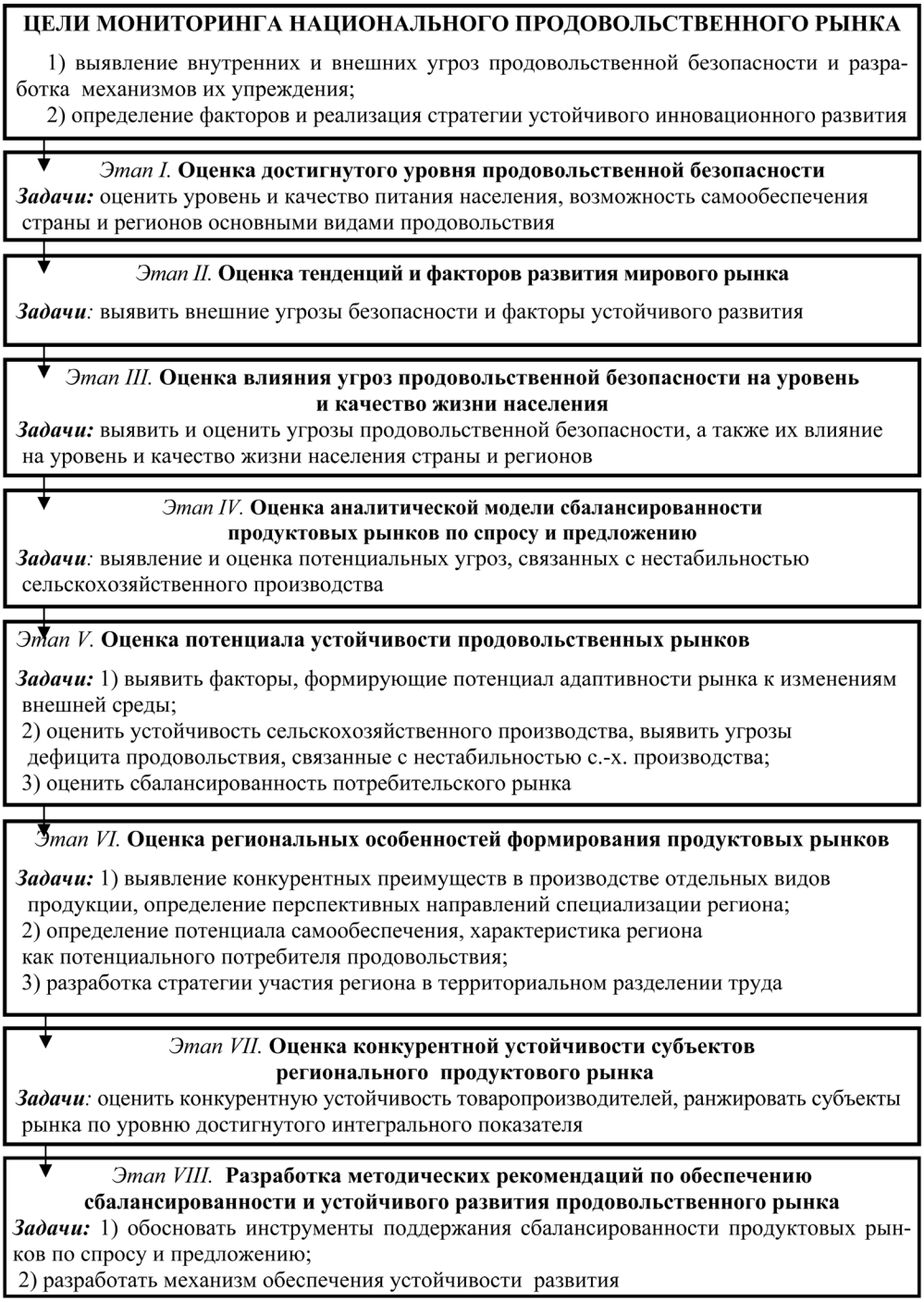
Оценка угроз продовольственной безопасности и их влияния на качество жизни населения страны и регионов предполагает использование следующей системы индикаторов:

I группа – уровень и качество рациона питания населения: энергетическая ценность рациона питания на 1 чел. в сутки – не менее 3000 ккал, потребление основных продуктов на 1 чел. в год – 90–110 % медицинской нормы, удельный вес в рационе белков животного происхождения – не менее 55 % и др.;

II группа – состояние здоровья населения (естественный прирост, ожидаемая продолжительность жизни в городской и сельской местности, распространенность заболеваний, характерных для низкого статуса питания и др.);

III группа – уровень образования (удельный вес грамотного населения и др.);

IV группа – физическая доступность продовольствия: темп роста сельскохозяйственного производства – не менее 5–7 % в год, доля рентабельно функционирующих сельскохозяйственных организаций – не менее 60 %, соотношение кредиторской и дебиторской задолженности сельскохозяйственных организаций 1:1, удельный вес инвестиций в сельское хозяйство в общем объеме – не менее 10 % и др.;



Алгоритм комплексной оценки сбалансированности и устойчивости национального продовольственного рынка

V группа – экономическая доступность продовольствия в разрезе социальных групп домохозяйств в городской и сельской местности: доля затрат на продовольствие в расходах – не более 35 %, темп роста покупательной способности реальных денежных доходов населения – не менее 1 % в год, доля населения с доходами ниже прожиточного минимума – не более 8 % в городской и 10 % сельской местности, уровень безработицы – не более 4 % и др.

Разработка аналитической модели сбалансированности продуктовых рынков по спросу и предложению предполагает оценку соответствия состояния рыночного равновесия границам продовольственной безопасности, в пределах которых отсутствует угроза, а также устойчивость динамики рыночных тенденций.

Для определения величины потенциального дефицита продовольствия и сырья (угрозы безопасности), вызванного нестабильностью сельскохозяйственного производства D_i, предлагается использовать формулу (1):

$$D_i = (P_{\min_i} - P_{\text{кр}_i}) / P_{\text{кр}_i} 100\ \%, \quad (1)$$

где $P_{\min_i}$ – минимальный объем производства *i*-го вида продовольствия, тыс. т; $P_{\text{кр}_i}$ – критический объем потребности региона в продовольствии *i*-го вида, тыс. т.

Индикаторы оценки потенциала устойчивости региональных продовольственных рынков позволяют оценить влияние факторов по группам:

I группа – нерегулируемые условия (сравнительный уровень биоклиматического потенциала, уровень обеспеченности сельского хозяйства земельными ресурсами, уровень экологической безопасности землепользования и др.);

II группа – частично регулируемые условия (уровень плодородия почв пахотных земель, обеспеченность сельского хозяйства трудовыми ресурсами и др.);

III группа – регулируемые условия (уровень социальной стабильности в регионе, удельный вес рентабельных сельскохозяйственных организаций в общей численности, темп роста физического объема продукции, уровень развития конкурентной среды, темп роста реальных денежных доходов населения, и др.).

Для определения *региональных особенностей формирования продуктовых рынков* предлагается использовать следующие показатели:

1) оценка конкурентных преимуществ региона в производстве отдельных видов сельскохозяйственного сырья (экономическая эффективность производства с учетом себестоимости и продуктивности, конкурентоспособность и рентабельность реализации продукции относительно среднего уровня по республике;

2) оценка потенциала и фактической степени участия региона в межрегиональном продуктообмене (производство продовольствия на душу населения, самообеспечение по критическому и оптимистическому уровням продовольственной безопасности, межрегиональная товарность отрасли).

Оценка конкурентной устойчивости товаропроизводителей выполняется на основе следующих показателей:

I группа – частные индексы конкурентной устойчивости производителей сельскохозяйственного сырья: 1) себестоимости производства единицы продукции; 2) урожайности (продуктивности) продукции; 3) плотности поголовья (для отрасли животноводства); 4) устойчивости производства по отношению к нормативному уровню;

II группа – частные индексы конкурентной устойчивости перерабатывающих предприятий: 1) прибыли (убытков) от реализации на рубль стоимости товарной продукции; 2) доли прибыли в выручке от реализации продукции; 3) общей рентабельности предприятия; 4) удельного веса выручки от экспорта продукции в общем ее объеме.

Значение частного индекса конкурентной устойчивости товаропроизводителя по *i*-му показателю I_i рассчитывается по формуле (2):

$$I_i = U_{1(g)} / U_{0(g)}, \quad (2)$$

где *g* – номер группы оцениваемых субъектов; $U_{1(g)}$ и $U_{0(g)}$ – достигнутый уровень *i*-го показателя оцениваемым субъектом и базой оценки по *g*-группе соответственно.

Результаты комплексной оценки сбалансированности и устойчивости национального продовольственного рынка с учетом мировых тенденций. Выполненный анализ позволил выявить и клас-сифицировать факторы, определяющие стабильность мирового продовольственного рынка.

Факторы спроса

Увеличение спроса на сырье и продовольствие, обусловленное ростом численности населения и среднедушевых доходов. Учитывая, что ежегодный прирост производства в течение 10 лет прогнозируется на уровне 1,7 %, а прирост численности населения – в 1,5–1,8 раза выше, мировая продовольственная система еще длительное время будет функционировать в условиях дефицита [10].

Повышение благосостояния и доходов населения (по оценкам ФАО ожидается на уровне 3,5 % в год) происходит за счет стран низким или средним уровнем развития экономики (Индия, Китай).

Рост спроса на продукты животного происхождения и сахар в развивающихся странах. Импорт этой группой стран к 2015 г. увеличится на продукцию растениеводства – на 50 %, животноводства – на 70–100 %.

Приоритет экологической безопасности и качества продовольствия у потребителей развитых стран (ежегодный прирост спроса – 0,5 %). Средняя семья в США в 2011 г. тратила на питание 6,0–7,0 % бюджета, в развивающихся странах – 50,0–60,0 % при существенном различии в структуре рациона. Уровень потребления мяса на душу населения в год в США составляет 120,0 кг, в Германии – 90,0, в России – 81,0 кг, молока и молочных продуктов – 270,0, 425,0 и 263,0 кг соответственно [10].

Факторы предложения

Низкие темпы прироста производства продовольствия и сырья, не позволяющие удовлетворить более активно растущую потребность. В течение последних 15 лет среднегодовой темп роста производства продукции сельского хозяйства в мире составляет 2,2 %, в развитых странах – 0,2, в развивающихся странах – 3,4, готового продовольствия – 2,4, 0,4 и 3,7 % соответственно.

В развитых странах отсутствуют резервы для наращивания производственного потенциала сельского хозяйства без ущерба природной среде. В группе развивающихся стран в силу монополизации рынка темпы роста сельскохозяйственного производства остаются низкими, что продолжает усиливать их продовольственную зависимость.

Недостаточный объем переходящих запасов зерна, который является определяющим фактором устойчивости мировой продовольственной системы. Уменьшение переходящих запасов по отношению к общей потребности в 2007–2008 гг. до 18,4 % оказало сильное дестабилизирующее воздействие (табл. 2).

Таблица 2. **Оценка сбалансированности мирового рынка зерна, 2009–2014 гг.**

Показатель	2009/10	2011/10	2012/11	2013/12	2014/13 (оценка)	Темп роста 2013/12, %
Формирование и использование ресурсов, млн т						
Производство	2238,1	2258,8	2357,5	2312,0	2497,6	98,1
Торговля	260,2	285,0	319,7	309,1	314,4	96,7
Общее потребление	2228,2	2278,8	2330,9	2336,6	2418,2	100,2
Продовольствие	1044,7	1058,1	1066,0	1080,2	1099,0	101,3
Конечные запасы	509,8	505,8	517,0	497,3	563,7	96,2
Индикаторы спроса и предложения						
Потребление продовольственного зерна на душу населения в мире, кг в год	152,8	153,1	151,9	151,9	152,4	100,0
В т. ч. в странах с низким доходом и дефицитом продовольствия, кг в год	156,4	159,3	157,1	157,2	158,2	100,1
Отношение конечных запасов к потреблению, %	22,8	21,7	22,6	20,6	23,0	91,2
Индекс цен ФАО (2002–2004 = 100)	176,0	183,0	241,0	236,0	224,0	97,9

Примечание. Таблица составлена по данным OECD и FAO.

Мировое производство зерна за период 2009–2013 гг. увеличилось на 3,3 % и достигло 2312,0 млн т, при этом объем переходящих запасов достиг 563,7 млн т, что составило 20,6 % объема потребления. Рост объема производства зерновых на 8,8 % в 2014 г., в том числе пшеницы – на 6,8 %, фуражного зерна – на 9,2 %, риса – на 1,9 %, позволит восстановить запасы на уровне 563,7 млн т, или 23,0 %, и обеспечит возможность регулирования сбалансированности продовольственного рынка.

Факторы конъюнктуры рынка

Рост цен на продовольствие и сырье в долгосрочном периоде. Согласно прогнозам ФАО, в ближайшие 10 лет цены на продукты питания будут расти вследствие увеличения объемов ми-

рового потребления и международной торговли. Индекс продовольственных цен по отношению к базисному уровню 2002–2004 гг., равному 100 %, 2008 г. составил 201,4 %, 2010 г. – 188,0, 2011 г. – 230,1, 2012 г. – 213,4, 2013 г. – 210,5 %.

Отсутствие открытой, адекватной, многосторонней инфраструктуры продуктовых рынков, что не позволяет сформировать условия для наращивания производства и устойчивого развития сельских территорий. После двух крупных международных всплесков цен на продовольствие в 2007–2008 гг. и в 2010–2011 гг. в 2012 г. население 60 развивающихся стран оплачивало за местные продукты питания в среднем на 80,0 % больше, чем до кризиса.

На формирование общего аграрного рынка государств – участников ТС и ЕЭП будут оказывать влияние особенности внешней среды, важнейшие из которых следующие:

приоритет в формировании мировых ресурсов сохраняется за странами, ориентированными на экспорт;

концепция конкурентоспособности изменяется в направлении влияния факторов развития сельской местности как среды обитания, определяющих качество жизни и потребления;

увеличение емкости мирового рынка происходит при ухудшении условий формирования ресурсов, нестабильной динамике производства;

конкуренция на продуктовых рынках усиливается и усложняется вследствие применения мер тарифного и нетарифного регулирования, обусловленных правилами ГАТТ/ВТО;

усиливается ориентация на инновационное развитие производства и многофункциональность сельского хозяйства.

Учитывая факторы и закономерности мирового рынка, стратегическим направлением развития национального продовольственного рынка Республики Беларусь является достижение устойчивости собственного производства на инновационной основе и использование преимуществ межрегиональной интеграции в рамках ТС и ЕЭП.

По отношению к критическому уровню продовольственную безопасность в целом по ТС и ЕЭП можно характеризовать как достаточную, когда собственное производство превышает потребность в 1,2–1,5 раза в энергетической оценке 2300–2500 ккал/сутки на человека. Прогнозируемые объемы производства позволят приблизиться к оптимальному уровню обеспеченности, в соответствии с рациональными нормами потребления, в 2015 г. (табл. 3).

Таблица 3. **Уровень продовольственной безопасности ТС и ЕЭП, 2010–2015 гг.**

Вид продукции	Уровень самообеспечения, %								Уровень безопасности, млн т	
	критическая потребность				оптимальная потребность				критический	оптимистический
	2010	2011	2012	2015	2010	2011	2012	2015		
Зерно	0,82	1,32	0,95	1,33	0,51	0,82	0,59	0,83	98,2	157,0
Картофель	1,11	1,51	1,40	1,50	0,67	0,92	0,84	0,90	28,4	47,0
Овощи	1,34	1,54	1,52	1,63	0,78	0,91	0,89	0,96	13,6	23,2
Масло растительное	1,46	1,42	1,71	1,96	0,88	0,85	1,03	1,18	2,4	4,0
Сахар	1,74	2,45	1,86	2,0	1,07	1,52	1,15	1,24	3,4	5,5
Мясо	0,92	0,96	1,02	1,14	0,63	0,65	0,7	0,78	9,9	14,5
Молоко	0,99	0,98	0,98	1,14	0,76	0,76	0,76	0,88	44,2	57,3
Яйца	1,12	1,12	1,07	1,12	0,84	0,85	0,81	0,85	45,2	60,1
В среднем	1,20	1,40	1,30	1,50	0,76	0,91	0,84	0,95	–	–

Примечание. Таблица составлена по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, Агентства Республики Казахстан по статистике, Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации.

Республика Беларусь. Уровень самообеспеченности за счет собственного производства составляет 86 %. На душу населения в 2012 г. произведено мяса в убойном весе – 115 кг, молока – 715 кг, куриных яиц – 406 шт., картофеля – 730 т и зерна – 975 т, что позволяет приблизить потребление продовольствия к медицинским нормам. Среди стран Таможенного союза Беларусь по

производству на душу населения по ряду продуктов, включая мясо, молоко, яйца и картофель, занимает первое место.

Калорийность рациона – 3200 ккал/сутки на душу населения – достаточна и практически исключает голод или недоедание. Вместе с тем внутренний рынок можно считать ненасыщенным по качественным параметрам.

Российская Федерация. Обладая огромным потенциалом производства продукции (10,0 % мировых запасов пахотных земель, более 25,0 % пресной воды и более 8,0 % запасов минеральных удобрений), страна продолжает импортировать значительную часть продовольствия. Доля собственного производства в общем объеме потребления все еще недостаточна: мясные продукты – 60,0 %; молочные – 80,0; сахар – 58,0; овощи – 84,0; фрукты – 40,0 %.

Повышение доходов населения и относительно умеренные цены на продукты питания способствуют росту внутреннего потребительского рынка и повышению экономической доступности продовольствия населению. В 2012 г. темп роста цен составил 6,0 %. Ожидается, что среднемесячная заработная плата в сельском хозяйстве увеличится до 22,5 тыс. руб. по сравнению с 13,0 тыс. руб. в 2012 г.

Республика Казахстан. Недостаточным остается удельный вес переработки основных видов сельскохозяйственного сырья, несмотря на ежегодный рост объемов производства (103,0 % в 2012 г.), что связано с его низким качеством, сезонностью производства, неразвитостью системы заготовки, транспортировки и хранения, высоким уровнем износа основных средств.

Уровень потребления мяса и мясопродуктов на душу населения в 2012 г. достиг 67,0 кг, молока и молокопродуктов – 224,1, рыбы и морепродуктов – 10,8, хлеба и хлебопродуктов – 124,0, овощей – 86 кг, что составляет 81,7 %, 50,0, 60,0, 112,7, 59,0 % медицинской нормы.

В ходе исследования выявлены *резервы увеличения емкости потребительского рынка* интегрированного регионального формирования ТС и ЕЭП:

рост численности населения государств-участников: в 2008 г. она составляла 167,9 млн чел., 2010 г. – 168,5, 2011 г. – 169,3, 2012 г. – 169,7 млн чел.;

стабильное повышение реальных денежных доходов населения, которые в 2008 г. отмечены на уровне 6662,0 доллара США на 1 чел. в год, 2010 г. – 6866,0, 2011 г. – 7720,0, 2012 г. – 8143,0 доллара США;

необходимость достичь оптимального уровня питания – 3500 ккал. на 1 чел. в сутки – в ассортименте продуктов высокого качества в каждом государстве.

Оценка устойчивости производства основных видов сырья и продовольствия за период 2008–2012 гг., результаты которой представлены в табл. 4, позволяет сделать следующие выводы:

1) *сравнительно высокий уровень устойчивости* достигнут в Республике Беларусь по производству зерна – 83,2 %, картофеля – 91,5, сахарной свеклы – 89,7, мяса – 87,0, молока – 95,2, яиц – 93,2 %, что является результатом многолетней эффективной государственной аграрной политики;

Таблица 4. **Оценка устойчивости сельскохозяйственного производства ТС и ЕЭП, 2008–2012 гг., %**

Страна	Зерно	Картофель	Сахарная свекла	Мясо	Молоко	Яйца
Устойчивость производства						
Беларусь	83,2	91,5	89,7	87,0	95,2	93,2
Казахстан	68,9	84,9	79,8	95,4	92,7	86,0
Россия	70,7	73,8	67,2	87,8	98,7	94,6
ТС и ЕЭП	71,4	80,9	70,1	88,5	99,1	93,8
Потенциальная угроза дефицита продовольствия						
Беларусь	–27,1	–15,2	–25,8	6,4	–48,2	–74,3
Казахстан	–24,7	–7,0	20,2	12,6	3,9	9,4
Россия	26,5	–4,7	51,0	21,7	9,6	4,9
ТС и ЕЭП	18,4	–10,9	–10,0	19,4	1,9	1,9

Примечание. Таблица составлена по данным Евразийской экономической комиссии.

2) сложившийся уровень устойчивости сельскохозяйственного производства *недостаточен для обеспечения долгосрочной сбалансированности продуктовых рынков* по спросу и предложению, по зерну в Республике Казахстан – 68,9, Российской Федерации – 70,7, в целом по ТС и ЕЭП – 71,4 % при пороговом значении индикатора – 75,0 %, по сахарной свекле – 79,8, 67,2, 70,1 % соответственно;

3) потенциальная *угроза дефицита зерна сохраняется на высоком уровне* в Российской Федерации – 26,5 % по отношению к критическому объему потребности, в целом по ТС и ЕЭП – 18,4 %; *по мясу*: в Республике Беларусь – 6,4 %, Республике Казахстан – 12,2, Российской Федерации – 21,7, в целом по ТС и ЕЭП – 19,4 %;

4) государства – участники ТС и ЕЭП, имея дифференцированный уровень устойчивости производства, могут посредством *согласованных механизмов формирования страховых и резервных продовольственных фондов взаимно стабилизировать конъюнктуру продуктовых рынков.*

Оценка продовольственного рынка Республики Беларусь в контексте продовольственной безопасности, выполненная по базовым индикаторам и среднему уровню 2010–2012 гг., позволила выявить следующие факторы:

– энергетическая ценность рациона питания населения значительно меньше медицинской нормы, уровень угрозы составил 16,7 %, при этом в сельской местности – 9,3 %, в малообеспеченных домашних хозяйствах – 40,2 % (табл. 5);

– в рационе домашних хозяйств *сельской местности* наблюдается дефицит потребления мяса и мясопродуктов – 13,8, рыбы – 23,1, овощей – 31,5 %. Дефицит белков животного происхождения в рационе малообеспеченных домашних хозяйств составляет 4,5 %;

– *темп роста реальных денежных доходов населения* составляет 110,7 %, нестабилен и недостаточен для обеспечения экономической доступности оптимального рациона питания для ряда социальных групп. Доля затрат на продовольствие в совокупных расходах домохозяйств на 17,4 % превышает оптимальный уровень;

Таблица 5. **Индикаторы угроз продовольственной безопасности и независимости Беларуси, 2000–2012 гг.**

Индикаторы	Пороговое значение	Фактическое значение					Устойчивость, 2010–2012 г., %
		2000	2005	2010	2011	2012	
Уровень и качество рациона питания населения							
Энергетическая ценность рациона, ккал:	Не менее 3000	2774	2713	2429	2506	2564	83,3
все домашние хозяйства							
домашние хозяйства в сельской местности		3097	3094	2705	2686	2771	90,7
малообеспеченные домашние хозяйства		2217	2035	1775	1799	1806	59,8
Удельный вес в рационе белков животного происхождения, %:	Не менее 55,0	49,5	55,7	61,9	62,0	61,8	112,5
все домашние хозяйства							
домашние хозяйства в сельской местности		42,1	49,1	54,7	55,3	55,3	100,2
малообеспеченные домашние хозяйства		43,6	44,8	51,3	53,0	53,2	95,5
Экономическая доступность продовольствия							
Темп роста реальных денежных доходов населения, %	Не менее 1,0	113,8	118,1	115,1	98,9	121,5	110,7
Доля затрат на продовольствие в расходах, %:	Не более 35,0	58,0	42,4	39,0	41,3	43,0	117,4
все домашние хозяйства							
домашние хозяйства в сельской местности	Не более 60,0	58,4	45,0	40,5	42,3	43,7	120,5
малообеспеченные домашние хозяйства		63,5	51,0	47,9	50,3	52,2	83,6
Доля населения с доходами ниже прожиточного минимума, %	Не более 8,0	41,9	12,7	5,2	7,3	6,3	78,3
Физическая доступность продовольствия							
Темпы роста с.-х. производства, %	Не менее 5,0–7,0	109,3	101,7	102,5	106,6	106,6	100,2
Рентабельность ведения с.-х. деятельности, %	Не менее 40,0	3,0	–	–0,5	12,3	14,7	22,5

Окончание табл. 5

Индикаторы	Пороговое значение	Фактическое значение					Устойчивость, 2010–2012 г., %
		2000	2005	2010	2011	2012	
Удельный вес инвестиций в сельское хозяйство в общем объеме, %	Не менее 10,0	6,8	13,3	16,5	11,8	14,8	143,7
Эффективность функционирования рынка							
Сальдо внешней торговли с.-х. сырьем и продовольствием, млн долл. США	–	–614,6	–388,9	626,2	808,7	1393,0	Положительное сальдо
Удельный вес импорта в объеме внутреннего потребления, %		18,5	15,5	14,0	14,0	13,6	Допустимый уровень
В т. ч продукты критического импорта, %:							
рыба и морепродукты	Не более 20,0	–	–	85,5	80,7	81,3	Превышает в 4,2 раза
растительное масло		–	–	53,1	39,4	54,1	Превышает в 2,6 раза
крупа		–	–	53,3	52,1	51,7	Превышает в 2,6 раза

Примечание. Таблица рассчитана авторами по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь.

– сложившийся *уровень рентабельности* ведения сельскохозяйственного производства в республике на 77,5 % ниже критического;

– *удельный вес импортной продукции в объеме внутреннего потр*ебления не превышает допустимый уровень (20,0 %), однако по таким видам продукции, как рыба и морепродукты (81,3 %), растительное масло (51,7 %), крупа (53,3 %), макаронные изделия, необходимо конкурентоспособное замещение импорта.

В результате выполненного комплексного исследования сбалансированности и устойчивости продовольственного рынка Республики Беларусь как субъекта общего аграрного рынка регионального интегрированного формирования ТС и ЕЭП выявлены следующие значимые факторы (табл. 6).

Таблица 6. **Продовольственная безопасность Беларуси как субъекта общего аграрного рынка ТС и ЕЭП, 2010–2012 гг.**

Сильные стороны	Потенциальные угрозы
Продовольственная независимость и физическая доступность продовольствия	
За счет собственного производства удовлетворяется 86,0 % потребности в продовольствии	Сложившийся уровень рентабельности ведения сельскохозяйственного производства, который в 2012 г. был равен 14,7 %, ниже необходимого
Достаточный уровень производства на душу населения позволяет приблизить потребление к медицинским нормам (в 2012 г. мяса в убойном весе – 115 кг, молока – 715 кг, куриных яиц – 406 шт., картофеля и зерна – 730 и 975 т)	Значительный уровень потенциальной угрозы дефицита собственного производства по отношению к критическому объему потребности по продуктовому рынку зерна в Витебской области – 41,9 %, Гомельской – 42,2, Минской – 58,0, Могилевской – 27,5, Брестской области – 18,5 %
Рост сельскохозяйственного производства в 2011 г. – 106,6 %, в 2012 г.– 106,6 %, что является результатом долгосрочной эффективной аграрной политики	Сохраняется наличие продуктов критического импорта, включая рыбу и морепродукты – 81,3 %, растительное масло – 54,1; крупу – 51,7 %
Удельный вес инвестиций в сельское хозяйство в общем объеме, который в 2010 г. был равен 16,5 %, 2011 г. – 11,8, 2012 г. – 14,8 %, позволяет обеспечить инновационность развития аграрной сферы	Значительно превышение кредиторской задолженности сельскохозяйственных организаций над дебиторской – в 4,8 раза в 2012 г.
Обеспечено положительное сальдо внешней торговли с.-х. сырьем и продовольствием: в 2010 г. – 626,2 млн долларов США, 2011 г. – 808,7, в 2012 г. – 1393,0 млн долларов США	
Уровень потребления основных продуктов питания населения	
Калорийность рациона питания населения равная 3200 ккал/сут достаточна и практически исключает голод или недоедание	Энергетическая ценность рациона питания меньше медицинской нормы: в 2012 г. – на (–14,5 %), уровень потребления молока и молокопродуктов – (–26,2 %), мяса и мясопродуктов – (–11,3 %), рыбопродуктов – (–17,6 %)

Продолжение табл. 6

Сильные стороны	Потенциальные угрозы
Внутренний потребительский рынок имеет резервы увеличения емкости по высококачественным видам продовольствия	Высокий уровень недоедания в малообеспеченных домашних хозяйствах (–39,8 %), а также дефицит белков животного происхождения в рационе – 3,2 %, жиров – 26,1, углеводов – 30,3 % В рационе домашних хозяйств сельской местности сохраняется дефицит потребления мяса – 13,8 %, рыбы – 23,1, овощей – 31,5 % В разрезе регионов существенно дифференцирован уровень потребления мяса и мясопродуктов: в Гродненской области – 78,0 кг на человека в год, Минской – 75,0, Брестской – 65,0, Витебской – 64,0 кг, что связано с различным уровнем доходов
Экономическая доступность продовольствия	
Социальную ситуацию в республике можно охарактеризовать как стабильную (фактический *уровень безработицы* составляет 0,5 %, социально допустимый – 4,0 %) Ежегодно снижается доля потребления продуктов питания, произведенных в личных подсобных хозяйствах населения, что свидетельствует о повышении устойчивости продовольственного снабжения	Темп роста реальных доходов населения нестабилен и недостаточен для обеспечения экономической доступности оптимального рациона для всех социальных групп (в 2012 г. – 121,5 % при пороговом значении 101,0 %) Степень адекватности роста производительности труда в народном хозяйстве изменению реальной заработной платы снижается и в 2011 г. составила 92,0 % при нормативном уровне – 110,0 % Высокая доля затрат на продовольствие в совокупных расходах домохозяйств 43,0 % превышает допустимый уровень 35,0 % В сельской местности высока доля населения с доходами ниже прожиточного минимума – 10,7 %
Формирование продуктовых рынков	
Рынок зерна	
Достаточный уровень производства на душу населения (2012 г. – 975 кг) При дальнейшей интенсификации объем собственного производства может быть увеличен до 15,0 млн т, что позволит реализовать экспортный потенциал	До 1,5 млн т пшеницы твердых сортов, для импортозамещения которой в республике неблагоприятны природно-климатические условия, необходимо закупать
Рынок мяса и мясопродуктов	
В 2012 г. на душу населения произведено 115 кг мяса в убойном весе, уровень потребления составил 88,0 кг Сформировалась группа населения по доходам, которая может расширить ассортимент и повысить качество потребляемого мяса	Уровень доходов отдельных групп домохозяйств (малообеспеченных) не позволяет достичь медицинских норм потребления мяса и мясопродуктов (41,0 кг) Ограничено предложение высокоценных видов мяса (крольчатины; индюшатины; баранины)
Рынок молока	
Беларусь на мировых рынках последние три года сохраняет долю на уровне 4,0–5,0 %	Высокая степень зависимости экспорта от одного рынка сбыта (92,1 %) Недостаточный уровень конкурентоспособности на внешнем рынке по цене ввиду высокой энергоемкости модернизированного производства в республике
Рынок сахара	
По объему производства сахарной свеклы республика занимает 14-е место, по экспорту – 17-е. В 2014 г. планируется экспортировать 420 тыс. т сахара	Проблема сохранения и эффективности собственной сырьевой базы с целью сокращения импорта тростникового сырья, рынок которого сильно волатилен
Рынок масла растительного	
Спрос внутреннего рынка (132 тыс. т) может удовлетворяться за счет рапсового масла Имеется резерв увеличения производства льняного масла к 2015 г. – 1,1 тыс. т	Высокий удельный вес импорта в объеме внутреннего потребления – 54,1 %

Окончание табл. 6

Сильные стороны	Потенциальные угрозы
Рынок овощей	
Высокий уровень производства овощей на душу населения – 246,0 кг при адекватном среднедушевом потреблении 149,0 кг	Высокий уровень сезонности снабжения овощами, который обусловлен отсутствием инфраструктуры хранения и переработки
Рынок картофеля	
Производство в 2 раза превышает потребность, 90 % валового сбора приходится на индивидуальный сектор и крестьянские (фермерские) хозяйства	Экспорт картофеля ограничен низким уровнем качества сырья и неразвитостью переработки

Примечание. Таблица составлена авторами на основе собственных исследований.

Конкурентные преимущества субъекта общего аграрного рынка:

высокий уровень самообеспечения основными видами продовольствия и сельскохозяйственного сырья;

устойчивый рост сельскохозяйственного производства в долгосрочном периоде как результат эффективной государственной аграрной политики;

уровень инвестиций в сельское хозяйство, позволяющий обеспечить инновационность развития аграрной сферы;

поступательное увеличение объемов экспорта продовольствия и сырья;

высокая доля республики на рынке молока государств – участников Таможенного союза и мировом рынке;

достаточный уровень калорийности рациона питания населения и объем потребления, максимально приближенный к медицинским нормам;

наличие резервов расширения емкости внутреннего потребительского рынка по высококачественным видам продовольствия;

стабильность социальной ситуации др.

Потенциальные угрозы продовольственной безопасности:

недостаточный для обеспечения устойчивого развития отрасли уровень рентабельности ведения сельскохозяйственного производства;

значительное превышение кредиторской задолженности сельскохозяйственных организаций над дебиторской;

низкий уровень конкурентоспособности отечественной продукции на внешнем рынке;

нестабильный уровень собственного производства продукции растениеводства ввиду сложности природно-климатических условий в некоторых регионах (Витебская и Гомельская области);

высокий удельный малообеспеченных домашних хозяйств в сельской местности и уровень недоедания в рационе социальной группы;

недостаточный для повышения экономической доступности продовольствия темп роста реальных денежных доходов населения;

сохранение высокой доли затрат на продовольствие в совокупных расходах домашних хозяйств;

наличие критического импорта продовольствия (рыба и морепродукты, растительное масло, крупы) и др.

Выводы

1. В ходе исследования установлено, что продовольственная безопасность и независимость обеспечивается каждым государством самостоятельно. Вместе с тем интеграция аграрных рынков регионального формирования ТС и ЕЭП позволит создать предпосылки для его устойчивого развития, включая: условия для роста эффектности товаропроизводителей, доходов на-

селения и экономики регионов; использование общих инструментов, позволяющих взаимно стабилизировать конъюнктуру продуктовых рынков.

2. В качестве приоритетов развития продовольственного рынка Концепцией согласованной агропромышленной политики государств – членов ТС и ЕЭП, определены: сбалансированное развитие производства и рынков сельскохозяйственной продукции и про-довольствия; обеспечение справедливой конкуренции между субъектами государств-членов, в том числе равных условий доступа на общий аграрный рынок; унификация требований, связанных с обращением сельскохозяйственной продукции и продовольствия; защита интересов производителей государств-членов на внутреннем и внешнем рынках и др.

3. Направления обеспечения сбалансированности продовольственного рынка государств – членов ТС и ЕЭП предусматривают следующие меры: совершенствование инфраструктуры продовольственных рынков разных уровней: национального, регионального, местного; внедрение согласованных инструментов для осуществления стабилизационных операций и поддержания сбалансированности конъюнктуры, включая формирование страхового и резервного фондов продовольствия, проведение товарных и закупочных интервенций; использование биржевых механизмов торговли, позволяющих прогнозировать конъюнктуру рынка и страховать коммерческие риски субъектов.

Комплексный подход к совершенствованию механизма обеспечения сбалансированности национального продовольственного рынка, включая обоснование направлений его совершенствования, методику оценки устойчивости и сбалансированности, инструменты стабилизации, позволит сочетать интересы субъектов и стимулировать конкурентную среду, создавая предпосылки для более полного удовлетворения потребительского спроса населения в продуктах питания.

Литература

1. Аграрная политика Союзного государства Беларуси и России: приоритеты и механизмы реализации / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2010. – 216 с.

2. *Гусаков, В. Г.* Продовольственный рынок: прогнозы и перспективы / В. Г. Гусаков // Веды. – 2013. – № 34. – С. 4.

3. Таможенный союз: рынки сырья и продовольствия / З. М. Ильина [и др.]; под ред. З. М. Ильиной. – Минск: Ин-т систем. исследований в АПК НАН Беларуси, 2013. – 250 с.

4. *Сидорский, С. С.* ЕЭП: настройка аграрного рынка / С. С. Сидорский // Российская газета. Союз. Беларусь–Россия [Электронный ресурс]. – 2013. – № 2603. – Режим доступа: http: // www.businessprovo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_180200.html. – Дата доступа: 05.01.2014.

5. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации: утв. Указом Президента Российской Федерации, 30 янв., 2010 г. № 120 // Сайт Президента России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://graph. document. kremlin. ru/page. aspx?1;1049708. – Дата доступа: 26.02.2014.

6. Концепция повышения продовольственной безопасности государств – участников СНГ: утв. Решением Совета глав правительств Содружества Независимых Государств, 19 нояб. 2010 г. // Информационная система «Континент» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://continent-online. com/Document/?doc_id=30942545. – Дата доступа: 25.02.2014.

7. Концепция продовольственной безопасности Евразийского экономического сообщества: утв. Решением Межгосударственного Совета Евразийского экономического сообщества, 11 дек. 2009 г., № 464 // Предпринимательское право [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www. businesspravo. ru/Docum/DocumShow_DocumID_180200.html. – Дата доступа: 25.02.2014.

8. О Концепции согласованной (скоординированной) агропромышленной политики государств – членов Таможенного союза и Единого экономического пространства // Нац. интернет-портал Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: http: // adilet.zan.kz/rus/docs/H13B0000035. – Дата доступа: 05.01.2014.

9. Стратегический план развития Республики Казахстан до 2020 года: утв. Указом Президента Респ. Казахстан, 1 февр. 2010 г., № 922 // Сайт правительства Респ. Казахстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.government.kz/docs/u100000922_20100201.htm. – Дата доступа: 26.02.2014.

10. Сельскохозяйственный прогноз ОЭСР–ФАО на 2012 г. / Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: /http://innclub. info/wp-content/uploads/2012/07/1_ОЭСР_agr_outlook-20121.pdf. – Дата доступа: 11.01.2014.

Z. M. ILYINA, S. A. KONDRATENKO, S. B. BUBEN

FOOD MARKET OF BELARUS UNDER THE CONDITIONS OF THE DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL INTEGRATION PROCESS

Summary

The article presents the results of the development of the directions of forming the balanced national food market under the conditions of the international integration process, including theoretical and methodological aspects of the assessment of the market balance in the context of food security; tendencies and factors of the development of the world market; assessment of the stability of production of the main types of agricultural raw materials and self-reliance level in the member states of the Customs Union and the Common Economic Space.

A special attention is paid to the substantiation and approbation of the indicators of the assessment of food security and independence. The directions of ensuring the balance of the food market of the member states of the Customs Union and the Common Economic Space are specified.

УДК (635.21:631.14):339.137.2

А. В. ЛЕНСКИЙ[1], Е. И. МИХАЙЛОВСКИЙ[2], Т. И. ЛЕНСКАЯ[3]

АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

[1]Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, Минск, Республика Беларусь, e-mail: alex_lensky@mail.ru
[2]Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь
[3]Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 08.10.2013)

Необходимость повышения конкурентоспособности агропромышленного комплекса, в том числе картофелепродуктового, обозначена на государственном уровне как важнейшая задача экономической политики. Наращивание экспортного потенциала, насыщение внутреннего рынка доступным для всех групп населения высококачественным продовольствием, а промышленности – сырьем требует от субъектов хозяйствования аграрной сферы выработки действенного механизма воздействия на формирование и реализацию конкурентных преимуществ. В этой связи исследование проблемы конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий отрасли картофелеводства с применением статистических методов приобретает особую актуальность.

Конкурентоспособность – это комплексный показатель, рост которого зависит от рационального использования совокупности факторов. В этой связи нами составлена факторная модель, позволяющая на основе статистических методов оценки установить основные признаки, влияющие на уровень конкурентоспособности продукции, а также структуру взаимосвязей данных признаков или их классификацию.

На первом этапе выделен ряд признаков, характеризующих уровень развития производства картофеля. Всего нами определено 16 признаков, которые потенциально можно рассматривать как составляющие следующих предполагаемых факторов, влияющих на конкурентоспособность предприятия: технический, инвестиционный, организационный, инновационный, экономический, социальный. В то же время «фактор» является комплексным понятием, интегрирующим в себе определенные свойства объекта исследования, которые могут быть выражены конкретными численными показателями.

Целью проведения статистического факторного анализа является редукция данных, т. е. выделение из всей совокупности таких признаков, которые могут с достаточной точностью характеризовать объект исследования на предмет оценки его конкурентоспособности и, кроме того, установление связи между этими признаками (группировка их в факторы).

По материалам годовых отчетов 312 сельхозяйственных предприятий Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь за 2011 г. (рассматривались организации, имеющие в структуре посевных площадей не менее 50 га картофеля) выделены численные значения признаков, которые в достаточной степени характеризуют указанные факторы:

технические – затраты на ГСМ при производстве картофеля, затраты на содержание основных средств при производстве картофеля;

организационные – валовой объем производства картофеля, площадь возделывания картофеля, уровень специализации на картофелеводстве (отношение площади возделывания картофеля к площади пашни);

социальные – затраты на оплату труда при производстве картофеля;

инновационные – прямые затраты труда на производстве картофеля, урожайность картофеля, удельный вес реализованного картофеля;

экономические – затраты на семена картофеля, затраты на удобрения и средства защиты при производстве картофеля, объем реализации картофеля, цена реализации картофеля, себестоимость производства картофеля, себестоимость реализации картофеля, рентабельность реализации картофеля.

Здесь следует отметить, что отнесение того или иного показателя в группу конкретного фактора носит субъективный характер.

В дальнейшем, при проведении статистического анализа, возможна совершенно иная классификация как факторов, так и входящих в них признаков, которая объективно определит значимые факторы и их природу.

Таким образом, главной целью факторного анализа является сокращение числа признаков и определение структуры взаимосвязей между ними.

Принято считать статистический анализ такого рода успешным, если достаточно большое число переменных удается объяснить малым числом факторов. Являются ли факторы причинами или просто агрегированными теоретическими конструкциями зависит от интерпретации модели.

При подготовке информации особое внимание необходимо уделять объему выборки, поскольку считается, что для надежной интерпретации результатов количество объектов должно не менее чем в 5 раз превышать количество переменных. В нашем случае это условие выполняется: 312 предприятий при рассмотрении 22 признаков.

Таблица 1. **Корреляционная матрица анализируемых признаков**

Признак	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1,00															
2	0,89	1,00														
3	–0,13	–0,11	1,00													
4	–0,20	–0,13	0,16	1,00												
5	0,58	0,26	–0,18	–0,30	1,00											
6	0,55	0,66	–0,09	–0,11	0,11	1,00										
7	–0,16	–0,10	0,15	0,15	–0,26	–0,07	1,00									
8	–0,24	–0,11	0,13	0,31	–0,51	–0,09	0,18	1,00								
9	–0,10	–0,05	0,04	0,09	–0,24	–0,06	0,28	0,26	1,00							
10	–0,03	–0,04	0,41	0,04	–0,05	–0,07	0,22	0,03	–0,09	1,00						
11	0,80	0,65	–0,12	–0,16	0,66	0,46	–0,24	–0,27	–0,12	–0,10	1,00					
12	–0,14	–0,06	0,69	0,26	–0,34	–0,04	0,32	0,48	0,34	0,42	–0,17	1,00				
13	0,20	0,13	0,16	0,15	0,18	0,10	0,10	0,04	0,14	0,20	0,09	–0,23	1,00			
14	0,09	–0,01	–0,08	0,01	0,35	0,01	–0,25	–0,14	–0,13	–0,21	0,53	0,29	–0,21	1,00		
15	–0,23	–0,13	0,73	0,31	–0,42	–0,12	0,38	0,58	0,41	0,43	–0,24	0,21	–0,17	0,89	1,00	
16	0,31	0,17	–0,16	–0,16	0,44	0,10	–0,18	–0,37	–0,19	–0,09	0,22	0,58	–0,04	–0,42	–0,40	1,00

Примечания:

1. Признаки в таблице обозначены следующим образом: 1 – валовый сбор картофеля, т; 2 – площадь возделывания картофеля, га; 3 – затраты на оплату труда при производстве картофеля, тыс. руб/т; 4 – прямые затраты труда на производстве картофеля, чел.-ч/т; 5 – урожайность картофеля, ц/га; 6 – уровень специализации на картофелеводстве, %; 7 – затраты на ГСМ при производстве картофеля, тыс. руб/т; 8 – затраты на семена картофеля, тыс. руб/т; 9 – затраты на удобрения и средства защиты при производстве картофеля, тыс. руб/т; 10 – затраты на содержание основных средств при производстве картофеля, тыс. руб/т; 11 – объем реализации картофеля, т; 12 – цена реализации картофеля, тыс. руб/т; 13 – удельный вес реализованного картофеля, %; 14 – себестоимость реализации картофеля, тыс. руб/т; 15 – себестоимость производства картофеля, тыс. руб/т; 16 – рентабельность реализации картофеля, %.

2. Серым цветом выделены ячейки с коэффициентами корреляции, которые не являются значимыми на уровне $P < 0,05$.

В основе исследования лежит матрица корреляций между переменными. Целесообразность выполнения факторного анализа определяется наличием статистически значимых корреляций, при этом также следует ожидать, что переменные, тесно связанные между собой, должны также тесно коррелировать с одним и тем же фактором. Корреляционная матрица, построенная на основании данных, полученных из материалов годовых отчетов сельскохозяйственных предприятий, приведена в табл. 1.

На основании приведенной матрицы нами произведен отбор признаков, имеющих высокую степень взаимной корреляции в целях исключения проблемы мультиколлинеарности в дальнейшем анализе, обусловленной возможным наличием избыточных данных. Так, исключены признаки «себестоимость производства картофеля» и «себестоимость реализации картофеля». Во первых, один из указанных признаков является избыточным вследствие высокого коэффициента их парной корреляции (0,89), во вторых, себестоимость производства продукции в факторном анализе будет представлена статьями затрат на семена, удобрения и средства защиты, заработную плату, содержание основных средств. Данный признак также имеет высокие коэффициенты корреляции с перечисленными статьями расходов (с затратами на оплату труда – 0,73, затратами на семена – 0,58). Кроме того, признак «себестоимость реализации картофеля» наряду с признаком «цена реализации картофеля» является входным параметром для расчета рентабельности, которая присутствует в расчете.

Коэффициенты корреляции подавляющего большинства оставшихся признаков (75 %) являются значимыми на уровне $P < 0,05$, следовательно, применение факторной модели анализа зависимости переменных следует считать оправданным.

Для непосредственного выполнения факторного анализа нами был принят метод главных компонентов, учитывающий всю дисперсию данных. Этот метод целесообразно применять, если основной задачей исследования, как в данном случае, ставится определение минимального количества факторов, которые вносят максимальный вклад в дисперсию данных. Определение минимального количества факторов было выполнено нами на основании критерия «каменистой осыпи» (критерий Кэттеля), графическое изображение которого представляет собой график зависимости собственных значений факторов от их номеров в порядке выделения. Для определения количества факторов была использована форма графика, имеющая четкий разрыв между крутой частью кривой, где факторам свойственны большие собственные значения, и плавной хвостовой частью кривой, связанной с остальными факторами. Опыт показывает, что точка, с которой начинается плавное убывание собственных значений (осыпь), указывает на действительное количество факторов (рис. 1).

В данном случае нами принято количество факторов, равное пяти. Необходимо отметить также, что процедура, основанная на определении количества факторов по их собственным значениям, дает аналогичный результат. В соответствии с ней, к рассмотрению принимаются только те факторы, которые имеют собственные значения выше 1, остальные факторы в модель не включают (критерий Кайзера).

Из значения кумулятивного процента объясненной дисперсии следует, что указанные 5 факторов определяют 72 % дисперсии, и дальнейшее увеличение количества факторов будет нецелесообразным (табл. 2).

Таблица 2. **Собственные значения факторов и объясненная дисперсия**

Фактор	Собственное значение	Объясненная дисперсия, %	Кумулятивные собственные значения	Кумулятивная объясненная дисперсия, %
1	4,00	28,55	4,00	28,55
2	1,96	13,98	5,95	42,53
3	1,65	11,81	7,61	54,34
4	1,30	9,29	8,91	63,63
5	1,16	8,29	10,07	71,92

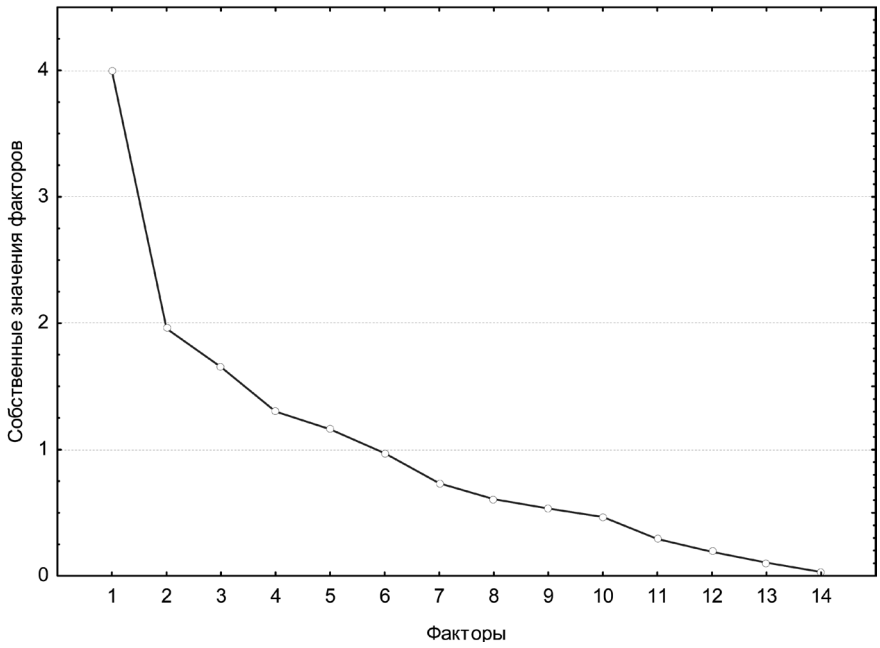


Рис. 1. График «каменистой осыпи»

Для упрощения интерпретации результата необходимо применение процедуры вращения факторов. Один из известных методов «Варимакс» предполагает критерий, в котором для каждого признака важно добиваться, чтобы дисперсия квадратов нагрузок фактора была максимальна. При этом заранее определяется, что факторные нагрузки в процессе вычислений нормализуются, т. е. делятся на корень квадратный из соответствующей дисперсии. Сами по себе факторные нагрузки могут трактоваться как корреляции между соответствующими переменными и факторами: чем выше нагрузка по модулю, тем больше близость фактора к исходной переменной. В табл. 4 сгенерированы факторы, имеющие нагрузки по абсолютной шкале больше 0,7.

Т а б л и ц а 3. **Группировка признаков в факторы и значения факторных нагрузок**

Признак	Фактор				
	1	2	3	4	5
Валовый объем производства картофеля, т	0,902	0,210	–0,157	0,013	0,159
Площадь возделывания картофеля, га	0,944	0,044	–0,018	0,031	–0,037
Затраты на оплату труда при производстве картофеля, тыс. руб/т	–0,097	–0,006	0,188	–0,787	0,034
Прямые затраты труда на производстве картофеля, чел.-ч/т	–0,185	0,104	0,684	–0,156	0,210
Урожайность картофеля, ц/га	0,334	0,393	–0,482	0,040	0,507
Уровень специализации на картофелеводстве, %	0,796	–0,052	0,014	0,065	–0,111
Затраты на ГСМ при производстве картофеля, тыс. руб/т	–0,047	0,007	0,357	–0,259	–0,393
Затраты на семена картофеля, тыс. руб/т	–0,097	–0,200	0,705	–0,032	–0,175
Затраты на удобрения и средства защиты при производстве картофеля, тыс. руб/т	–0,001	0,072	0,601	0,192	–0,214
Затраты на содержание основных средств при производстве картофеля, тыс. руб/т	–0,010	0,047	–0,098	–0,844	–0,182
Объем реализации картофеля, т	0,738	0,118	–0,114	0,027	0,579
Цена реализации картофеля, тыс. руб/т	0,118	0,879	0,213	–0,190	–0,123
Удельный вес реализованного картофеля, %	0,041	–0,157	–0,001	0,107	0,891
Рентабельность реализации картофеля, %	0,108	0,836	–0,330	0,168	0,026

Исходя из проведенного объединения признаков в факторы, можно установить, что фактор 1 определяет организационный уровень производства продукции (объемы производства и реализации картофеля), фактор 2 является экономическим (включает цену и рентабельность реализации продукции), факторы 4, 5 свидетельствуют об уровне интенсификации производства (величина удельных затрат на семена, оплату труда, содержание основных средств, а также удельный вес реализованной продукции) (рис. 2).

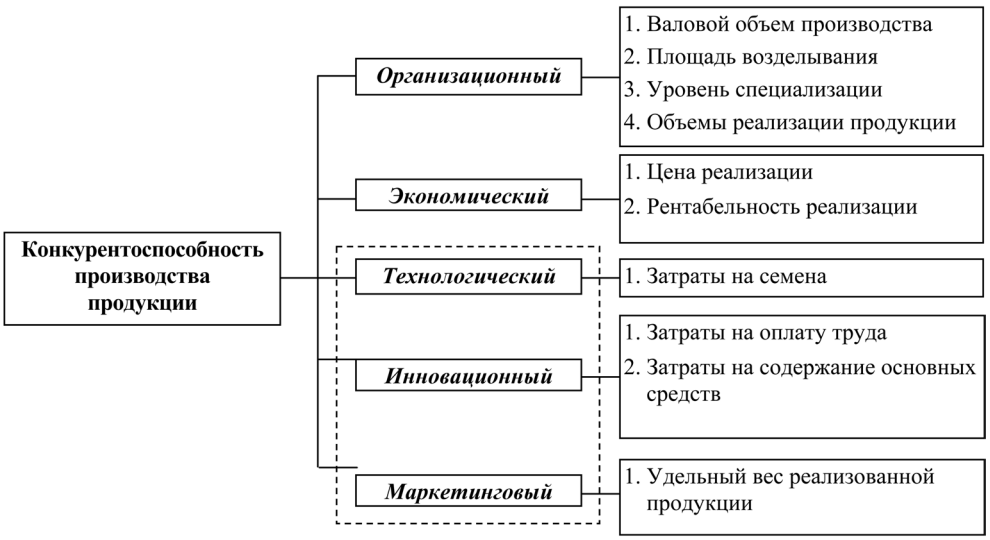


Рис. 2. Факторы для определения конкурентоспособности производства продукции картофелеводства (составлено по результатам факторного анализа)

На втором этапе нами выполнен кластерный анализ тех же объектов (312 предприятий) исследования с применением указанных признаков, что позволяет провести их классификацию в относительно однородные группы, называемые кластерами. Объекты в каждом кластере должны быть похожи друг на друга в большей степени, чем на объекты других классов, и отличаться от объектов других кластеров сильнее, чем от объектов собственного класса.

При подготовке исходных данных желательно, чтобы вся таблица соответствовала одному типу переменных, однако на практике соблюдение указанного условия не представляется возможным, поскольку описываемые признаки имеют различные размерности. Такая несопоставимость перечеркивает саму идею многомерной классификации, так как она автоматически будет осуществляться по более масштабному показателю. В рассматриваемой нами процедуре непосредственного разнесения объектов исследования по классам предшествовала процедура приведения всех показателей к сопоставимому виду, или процедура нормирования на основе статистической стандартизации:

$$x_{ij}^{\text{н}} = \frac{x_{ij} - \overline{x}_j}{\sigma_j}, \qquad (1)$$

где $x_{ij}^{\text{н}}$ – нормированный j-й показатель i-го объекта; x_{ij} – значение j-го показателя i-го объекта; x_j – среднее значение j-го показателя по всему множеству классифицируемых объектов; σ_j – среднеквадратическое отклонение j-го показателя.

При использовании такой процедуры нормирования все показатели, описывающие классифицируемый объект, приводятся к виду, когда выборочные средние равны 0, а разброс вокруг среднего или вы-борочные дисперсии равны 1. Таким образом, с помощью нормирования удается избавиться от нежелательного влияния разномасштабности показателей на степень схожести между объектами.

На первом этапе исследования была применена древовидная классификация по методу Варда, с использованием в качестве меры близости параметра «евклидово расстояние» с целью предварительного определения количества групп (рис. 3).

Как следует из рис. 3, расстояние связи резко возрастает на одном из последних шагов (ордината > 40 резко возрастает до 60), следовательно, сельхозяйственные предприятия можно объективно разделить на четыре группы.

Для определения наименований предприятий, входящих в каждую группу, был применен дополнительный анализ по методу k-средних Мак–Кина. Этот метод подразумевает наличие ги-

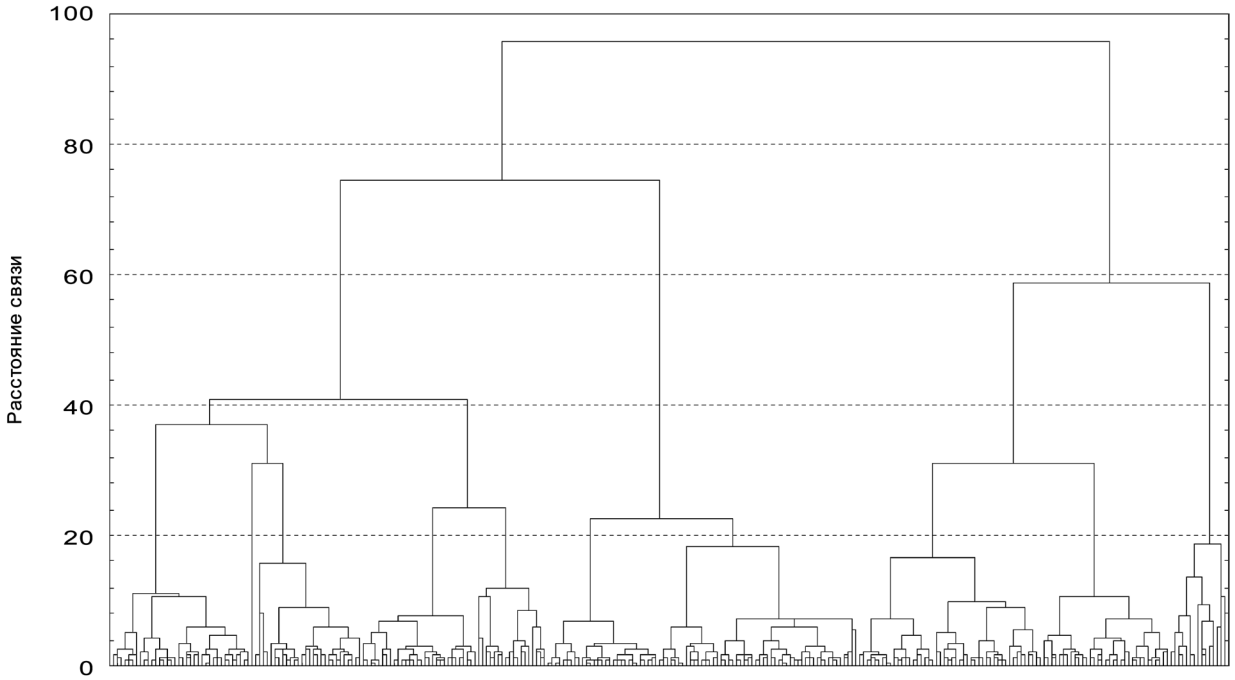


Рис. 3. Дендрограмма объединения и последовательность объединения в группы

потезы о предполагаемом количестве кластеров, наблюдения в которых сопоставляются кластерам так, что средние значения в кластере (для всех переменных) максимально возможно отличаются друг от друга. В данном случае алгоритм *k*-средних используется для разделения набора объектов на четыре группы. При проведении анализа в программе Statistica нами реализована опция «Сортировать расстояния и выбрать наблюдения на постоянных интервалах», выбирающая четыре наблюдения, которые служат центрами таким образом, чтобы минимизировать изменчивость внутри групп.

Присвоение каждого объекта ближайшему центроиду в модуле «Кластерный анализ по методу *k*–средних» программы Statistica проводится на основе меры расстояния, рассчитываемой как немасштабируемый квадрат евклидова расстояния. В результате расчета были получены четыре группы предприятий: Cluster 1 – 10, Cluster 2 – 96, Cluster 3 – 156 и Cluster 4 – 50. Дисперсионный анализ подтвердил работоспособность модели (табл. 4).

Уровень значимости для всех признаков меньше 0,05, соответственно, каждый из признаков отражает различия между группами. При этом, исходя из межгрупповой и внутригрупповой сумм квадратов, наибольший вклад в классификацию предприятий внесли следующие признаки: валовый объем производства и площадь возделывания, затраты на семена, объем реализации продукции и удельный вес реализованной продукции в общем объеме производства.

Таким образом, различие групп в основном обусловлено организационным и технологическим факторами производства. В то же время необходимо отметить, что данное заключение совершенно не должно нивелировать инновационные признаки: применение современных машин и оборудования, систем удобрений и защиты растений, хранения и переработки продукции.

В целях улучшения восприятия результатов кластерного анализа нами выполнена группировка сельскохозяйственных предприятий, сформированных в кластеры, и расчет средних значений показателей (табл. 5).

Если в предприятиях кластера 1 высокий уровень затрат на содержание основных фондов связан с эксплуатацией нового высокотехнологичного оборудования, то для организаций кластера 4 причиной является использование морально и физически устаревших технических средств, высокая степень износа парка машин, что обуславливает повышенные расходы на поддержание основных фондов в работоспособном состоянии.

Таблица 4. **Результаты дисперсионного анализа по определенным выше классифицирующим признакам**

Признак	Межгрупповая сумма квадратов	Степень свободы	Внутригрупповая сумма квадратов	Степень свободы	F-отношение	P-уровень
Валовый объем производства картофеля, т	226,72	3	84,28	308	276,18	0,0000
Площадь возделывания картофеля, га	162,10	3	148,90	308	111,77	0,0000
Затраты на оплату труда при производстве картофеля, тыс. руб/т	16,01	3	294,99	308	5,57	0,0010
Уровень специализации на картофелеводстве, %	75,38	3	235,62	308	32,84	0,0000
Затраты на семена картофеля, тыс. руб/т	181,61	3	129,39	308	144,10	0,0000
Затраты на содержание основных средств при производстве картофеля, тыс. руб/т	10,29	3	300,71	308	3,51	0,0156
Объем реализации картофеля, т	207,79	3	103,21	308	206,71	0,0000
Цена реализации картофеля, тыс. руб./т	27,70	3	283,30	308	10,04	0,0000
Удельный вес реализованного картофеля, %	105,71	3	205,29	308	52,87	0,0000
Рентабельность реализации картофеля, %	54,33	3	256,67	308	21,73	0,0000

Таблица 5. **Средние значения показателей конкурентоспособности в четырех группах предприятий**

Показатель	Кластер			
	1	2	3	4
Валовой объем производства картофеля, т	14339	3420	1894	1223
Площадь возделывания картофеля, га	426	141	103	92
Затраты на оплату труда при производстве картофеля, тыс. руб/т	59	96	99	184
Уровень специализации на картофелеводстве, %	12,1	5,0	3,2	2,9
Затраты на семена картофеля, тыс. руб/т	103	107	143	380
Затраты на содержание основных средств при производстве картофеля, тыс. руб/т	79	56	67	90
Объем реализации картофеля, т	4985	1829	511	328
Цена реализации картофеля, тыс. руб/т	999	782	684	870
Удельный вес реализованного картофеля, %	38,4*	55,1	28,4	28,4
Рентабельность реализации картофеля, %	74,2	50,4	10,2	–8,1
Количество предприятий	10	96	156	50

* В половине предприятий удельный вес реализованной продукции составляет более 50 %.

Выводы

1. Текущий анализ уровня конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий с достаточной точностью возможно выполнить на основе системы показателей, объединенных в группы факторов: организационный, экономический, технологический, технический. Проведенный статистический факторный анализ подтвердил целесообразность применения следующих признаков, описывающих уровень развития производства. Так, к организационному фактору нами отнесены уровень специализации, удельный вес занятости в животноводстве; экономическому – рентабельность без господдержки, рентабельность реализации в животноводстве и растениеводстве; технологическому – расход энергоресурсов, оплата труда в животноводстве и растениеводстве, общие затраты в животноводстве и растениеводстве; техническому – наличие энергетических мощностей.

2. Выполненный кластерный анализ сельскохозяйственных предприятий позволяет объективно разделить всю их совокупность на четыре группы: специализированные организации, высоко-, средне- и недостаточно эффективные предприятия. При этом установлено, что высокоэффективные производители картофеля составляют более 30 % от общей численности, среднеэффективные – 50 %, недостаточно эффективные – 16 %. Удельный вес специализированных организаций, имеющих площади посадок картофеля свыше 400 га, составляет всего лишь 3 %. Анализ показателей конкурентоспособности свидетельствует, что низкоэффективные предприятия резко отличаются от организаций других групп высоким уровнем удельных затрат на оплату труда, семенной материал, содержание основных средств, что связано, в первую очередь, с низким уровнем урожайности и товарности произведенной продукции.

Литература

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2012. – 354 с.
2. *Халафян, А. А.* STATISTICA 6. Статистический анализ данных: учебник / А. А. Халафян. – 2-е изд. – М.: Бином, 2010. – 522 с.

A. V. LENSKY, E. I. MIKHAILOVSKY, T. I. LENSKAYA

ANALYSIS OF THE COMPETITIVENESS OF POTATO GROWING AGRICULTURAL ENTERPRISES

Summary

The paper deals with the factorial and cluster analyses of the competitiveness level of potato growing agricultural enterprises. Substantiated is the possibility of using the system of indicators united into the groups of organizational, economic, technological, and technical factors.

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА

УДК 631.445.24:631.484:631.8

В. В. ЛАПА, Н. А. МИХАЙЛОВСКАЯ, Н. Н. ИВАХНЕНКО,
С. А. КАСЬЯНЧИК, Т. В. ПОГИРНИЦКАЯ

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Республика Беларусь, e-mail: brissagro@gmail.com

(Поступила в редакцию 26.03.2013)

Системы удобрения сельскохозяйственных культур существенно влияют на агрохимические и биологические свойства почвы, определяющие ее плодородие, режим питания растений и их урожайность [1–3]. Наиболее исследовано влияние систем удобрения на агрохимические свойства почв, значительно меньше внимания уделяется изучению их биологических свойств. К настоящему времени практически отсутствует информация по влиянию систем удобрения на биологическую активность дерново-подзолистых супесчаных почв, менее устойчивых в отношении риска деградации плодородия. Для поддержания биологического равновесия и сохранения плодородия дерново-подзолистых супесчаных почв необходимо регулировать нагрузку по минеральным удобрениям. Повышенная нагрузка или несбалансированное применение минеральных удобрений может негативно воздействовать на ключевые микробиологические и биохимические процессы, формирующие плодородие, вызывая в ряде случаев усиление минерализации органических соединений почвы [4, 5].

Одним из основных критериев оценки изменений плодородия почв, вызываемых антропогенной деятельностью, является биологическое состояние почвы [1, 4, 6], поэтому экологическая роль диагностики биологического состояния дерново-подзолистых супесчаных почв возрастает. Актуальность биологического тестирования обусловлена не только экологическими задачами, но и необходимостью накопления информации по характеристике биологического статуса дерново-подзолистых супесчаных почв.

Для надежной оценки биологического состояния почв необходимы комплексные исследования по достаточно широкому спектру показателей их активности, включая основные микробиологические и биохимические [7, 8]. Особое внимание следует уделить оценке активности минерализационных процессов в циклах углерода и азота, которые регулируются экстрацеллюларными гидролитическими ферментами, что позволит определить экологически обоснованные системы удобрения, обеспечивающие высокую и устойчивую урожайность сельскохозяйственных культур при сберегающем уровне минерализации органических веществ для сохранения плодородия дерново-подзолистых супесчаных почв.

Цель исследований – установить влияние систем удобрения в севообороте на интегральные микробиологические параметры (микробную биомассу, метаболическую активность микробных сообществ) и активность ключевых биохимических процессов, связанных с циклами углерода и азота (аммонификация, минерализация углеводов, гумификация), в дерново-подзолистой супесчаной почве и определить экологически наиболее обоснованную систему удобрения, обеспечивающую сберегающий уровень биологической активности и высокую продуктивность севооборота.

Объекты и методы исследования. Биологические исследования проводили в 2008–2010 гг. в длительном стационарном опыте по оценке эффективности различных систем удобрения сель-

скохозяйственных культур на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой с глубины 30–50 см песком (ГП «Экспериментальная база им. А. В. Суворова», Узденский р-н).

Схема стационарного опыта предусматривала внесение трех доз азота ($N_{36, 60, 84}$) на разных уровнях фосфорно-калийного питания – в расчете на 50 % ($P_{20}K_{40}$), на 100 % ($P_{40}K_{80}$) и на 125 % компенсации выноса ($P_{70}K_{120}$).

Опыт развернут в трех полях. Исследования проводили в 2004–2010 гг. в зернотравяном севообороте: горохо-овсяная смесь – ячмень – озимая рожь + клевер – клевер – озимая тритикале. Опыт включает 15 вариантов в 4-кратной повторности. Общий размер делянки 45 м^2 (5 м × 9 м), учетная площадь – 32 м^2 (4 м × 8 м). Под горохо-овсяную смесь вносили навоз КРС, 40 т/га. Схема опыта и среднегодовые дозы удобрений в зернотравяном севообороте приведены в табл. 1.

Отбор почвенных образцов для биологических исследований проводили в оптимальные сроки весной до внесения удобрений [9], поскольку весенний отбор позволяет снизить маскирующий эффект внесения удобрений [10], гидротермических условий [11], возделываемых культур [12] и дает возможность оценить результат биохимической деятельности микроорганизмов, когда процессы трансформации свежего органического вещества, поступившего в почву в течение вегетации, практически завершены.

Микробиологическую диагностику почвы проводили по интегральным параметрам – микробной биомассе и метаболической активности микробных сообществ почвы. Количественное определение микробной биомассы – с применением фумигационно-экстракционного метода E. D. Vance, P. C. Brookes, D. S. Jenkinson [13]. В соответствии с методикой расчет содержания углерода (сжигание хромовой смесью) в микробной биомассе проводили по разнице между фумигированными (лизис микробных клеток) и нефумигированными (без лизиса клеток) образцами почвы.

В качестве показателя метаболической активности микробных сообществ почвы определяли активность микробных дегидрогеназ, применив модифицированный метод А. Ш. Галстяна, где трифенилтетразолий хлористый (ТТХ) используется в качестве ферментного субстрата, а оценка активности проводится колориметрически по концентрации окрашенного продукта ферментативной реакции трифенилформазана (ТФФ) [14].

Ферментативную диагностику почвы выполняли по гидролитическим (инвертаза и уреаза) и окислительным (полифенолоксидаза и пероксидаза) ферментам. Активность инвертазы определяли колориметрическим методом, предложенным Т. А. Щербаковой, с использованием сахарозы в качестве ферментного субстрата; для определения количества редуцирующих сахаров, образующихся в результате энзиматической реакции, использована динитросалициловая кислота [15]. Для установления уреазной активности почвы применяли метод Т. А. Щербаковой, в котором ферментным субстратом служит мочевина, активность рассчитывали по концентрации аммония – мг $N\text{-}NH_4^+$/кг [14]. Для определения активности почвенных оксидаз – полифенолоксидазы и пероксидазы – использовали колориметрический метод, разработанный Л. А. Карягиной и Н. А. Михайловской, с применением гидрохинона в качестве ферментного субстрата, где активность ферментов устанавливается по окрашенному продукту ферментативной реакции, бензохинону [16].

Результаты и их обсуждение. Длительное применение разных систем удобрения в севообороте обусловило формирование разных уровней насыщенности пахотного слоя дерново-подзолистой супесчаной почвы подвижными формами фосфора и калия. Диапазоны содержания в почве подвижных (0,2 н HCl) фосфора и калия составляли 136–264 мг/кг P_2O_5 и 71–238 мг/кг K_2O. Различия по содержанию гумуса в почве – в пределах 2,63–2,98 %, по уровню кислотности pH_{KCl} 5,38–5,72.

Дифференциация пахотного слоя дерново-подзолистой супесчаной почвы по агрохимическим свойствам оказала влияние на ее биохимические показатели. Результаты ферментативной диагностики выявили различия по интенсивности процессов аммонификации (уреаза) [17, 18], минерализации углеводов (инвертаза) [15, 17, 19], а также по активности процессов гумификации лигнинов растительных остатков (полифенолоксидаза и пероксидаза) [20–22] в зависимости от системы удобрения в севообороте (табл. 1). Установлена взаимосвязь ферментативных показателей с продуктивностью севооборота.

Наиболее высокие в опыте показатели продуктивности (77,3–81,7 ц/га к. ед.) получены при использовании системы удобрения в расчете на 125 % компенсации выноса фосфора и калия

($N_{36-84}P_{70}K_{120}$). При этом диапазоны варьирования ключевых биохимических показателей – аммонификации и минерализации углеводов – составили 176–189 мг $N\text{-}NH_4^+$/кг и 2018–2143 мг глюкозы/кг соответственно. Показатели активности окислительных ферментов – полифенолоксидазы и пероксидазы – составили 43,4–48,8 и 43,4–46,9 мг хинона/кг почвы соответственно (см. табл. 1).

Высокие показатели продуктивности севооборота (75,7–81,6 ц/га к. ед.) получены также при использовании системы удобрения в расчете на 100 % компенсации выноса фосфора и калия ($N_{36-84}P_{40}K_{80}$), при этом диапазоны варьирования биохимических показателей – аммонификации и минерализации углеводов – составили 164–168 мг $N\text{-}NH_4^+$/кг и 1899–2054 мг глюкозы/кг соответственно. Показатели активности окислительных ферментов – полифенолоксидазы и пероксидазы – составили 40,8–44,4 и 40,6–45,3 мг хинона/кг почвы соответственно (см. табл. 1).

Таблица 1. **Продуктивность зернотравяного севооборота и биохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы в зависимости от системы удобрения**

Вариант опыта	Продуктивность, к. ед. ц/га	Инвертаза, мг глюкозы/кг	Уреаза, мг $N\text{-}NH_4^+$ /кг	ПФО	ПО
				мг хинона/ кг	
Без удобрений	50,4	1391	141	36,0	35,1
8 т/га Н КРС – фон	58,5	1850	162	40,9	41,2
$N_{60}P_{70}$	76,2	1794	155	42,4	39,5
$N_{60}K_{120}$	75,6	1974	172	41,1	38,4
$P_{70}K_{120}$	69,1	1760	159	42,2	41,0
$N_{36}P_{70}K_{120}$	77,3	2053	176	43,4	43,4
$N_{60}P_{70}K_{120}$	79,1	2143	189	45,5	45,7
*$N_{84}P_{70}K_{120}$	81,7	2018	180	48,8	46,9
$P_{40}K_{80}$	66,8	1643	156	40,0	39,6
$N_{36}P_{40}K_{80}$	75,7	1899	164	40,8	40,6
$N_{60}P_{40}K_{80}$	77,6	1993	168	41,8	43,7
*$N_{84}P_{40}K_{80}$	81,6	2054	168	44,4	45,3
$P_{20}K_{40}$	64,2	1560	148	37,4	37,2
$N_{36}P_{20}K_{40}$	72,1	1761	163	40,3	38,6
$N_{60}P_{20}K_{40}$	75,0	1860	169	42,3	40,2
$НСР_{05}$	0,86	154,3	14,0	2,51	3,07

*N – дробное внесение. То же для табл. 2, 3.

Дробное внесение азотных удобрений (N_{84}) при компенсации 125 % выноса Р и К обеспечивало продуктивность зернотравяного севооборота 81,7 ц/га к. ед. и поддерживало более умеренную активность гидролитических ферментов в почве, при этом биохимические показатели аммонификации и минерализации углеводов составили 180 мг $N\text{-}NH_4^+$/кг и 2018 мг глюкозы/кг соответственно. Показатели активности окислительных ферментов при дробном внесении азота повышались: полифенолоксидаза – 48,8 мг хинона/кг, пероксидаза – 46,9 мг хинона/кг почвы (см. табл. 1).

При использовании системы удобрения в расчете на 100 % компенсации выноса фосфора и калия дробное внесение азотных удобрений (N_{84}) не изменяло или повышало активность гидролитических ферментов. Биохимические показатели аммонификации и минерализации углеводов составили 168 мг $N\text{-}NH_4^+$/кг и 2054 мг глюкозы/кг соответственно. Активность окислительных ферментов при дробном внесении азота повышалась: полифенолоксидаза – 44,4 мг хинона/кг, пероксидаза – 45,3 мг хинона/кг почвы. Продуктивность севооборота при 100 % компенсации выноса фосфора и калия и дробном внесении азота составила 81,6 ц/га к. ед. (см. табл. 1).

Проведение биохимических исследований по гидролитическим ферментам, выполняющим деструкционную функцию, и по окислительным ферментам, ответственным за гумификацию растительных лигнинов, позволило дать оценку интенсивности процессов минерализации и гу-

мификации в зависимости от системы удобрения. При этом особое значение имеет соотношение интенсивностей минерализационных и гумификационных процессов, которое показывает направленность трансформации органических веществ и изменение плодородия почвы при разных системах применения удобрений.

Для сравнительного анализа экспериментальных данных по активности ферментов, которая представлена количеством разных превращенных субстратов за единицу времени, каждый показатель выражали в относительных единицах (%) по отношению к контролю, используя методику Дж. Ацци [23].

Полученные характеристики дифференцировали по направленности их действия, группируя однонаправленные процессы. Общую активность гидролитических ферментов инвертазы и уреазы (%) рассматривали как характеристику минерализующей способности дерново-подзолистой супесчаной почвы. Аналогичным образом дана оценка интенсивности ферментативных процессов, связанных с гумификацией органических веществ в почве. В качестве характеристики активности гумификации использовали общую активность окислительных ферментов полифенолоксидазы и пероксидазы (%), учитывая их ключевую роль в процессах гумификации растительных лигнинов [20–22].

При системе удобрения, рассчитанной на компенсацию 125 % выноса РК, отмечен самый высокий в опыте уровень минерализации – 137–144 % (табл. 2). На фоне внесения $N_{60}P_{70}K_{120}$, где получена продуктивность 79,1 ц/га к. ед., наблюдали максимум минерализации – 144 %, активность гумификации при этом составила 128 % по биохимической оценке, что указывает на сдвиг в сторону потерь органического вещества.

Таблица 2. **Влияние систем удобрения на показатели минерализации и гумификации в дерново-подзолистой супесчаной почве, %**

Вариант опыта	Уреаза	Инвертаза	Минерализация	ПФО	ПО	Гумификация
Контроль	100	100	100	100	100	100
Навоз КСР, 8 т/га – фон	115	133	124	114	117	116
$N_{60}P_{70}$	110	129	120	118	113	116
$N_{60}K_{120}$	122	142	132	114	109	112
$P_{70}K_{120}$	113	127	120	117	117	117
$N_{36}P_{70}K_{120}$	125	148	137	121	124	123
$N_{60}P_{70}K_{120}$	134	154	144	126	130	128
$*N_{84}P_{70}K_{120}$	128	145	137	136	134	135
$P_{40}K_{80}$	111	118	115	111	113	112
$N_{36}P_{40}K_{80}$	116	137	127	113	116	115
$N_{60}P_{40}K_{80}$	119	143	131	116	125	121
$*N_{84}P_{40}K_{80}$	119	148	134	123	129	126
$P_{20}K_{40}$	105	112	109	104	106	105
$N_{36}P_{20}K_{40}$	116	127	122	112	110	111
$N_{60}P_{20}K_{40}$	120	134	127	118	114	116

При дробном внесении азотных удобрений $*N_{84}P_{70}K_{120}$ отмечен сберегающий уровень минерализации – 137 % и достаточно высокая продуктивность – 81,7 ц/га к. ед. (см. табл. 1, 2). Дробное внесение азота способствовало усилению гумификации до 135 % по сравнению с 123 и 128 % при внесении $N_{36}P_{70}K_{120}$ и $N_{60}P_{70}K_{120}$ (см. табл. 2). Соотношение активностей процессов минерализации и гумификации показывает направленность изменения плодородия. При дробном внесении азотных удобрений $*N_{84}P_{70}K_{120}$ показатели минерализации и гумификации сближаются и составляют 137 и 135 % соответственно, что свидетельствует о достижении определенного баланса этих процессов и способствует поддержанию плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы (см. табл. 2).

При использовании системы удобрения, рассчитанной на компенсацию 100 % выноса РК, активность минерализации по биохимическим параметрам составила 127–134 %. Высокая продуктивность севооборота (77,6 и 81,6 ц/га к. ед.) и высокий уровень минерализации (131 и 134 %) отмечены в вариантах $N_{60}P_{40}K_{80}$ и с дробным внесением азота $*N_{84}P_{40}K_{80}$ (см. табл. 1, 2). В отличие от системы удобрения со 125 % компенсации выноса Р и К, здесь не отмечено тенденции снижения активности минерализационных процессов при дробном внесении азота, но тенденция повышения скорости гумификации до 121 и 126 % сохраняется (см. табл. 2). Однако в целом при использовании системы удобрения, рассчитанной на 100 %-ную компенсацию выноса РК ($N_{36\text{-}84}P_{40}K_{80}$), активность минерализации при разных дозах и способах внесения азотных удобрений превышала активность гумификации на 8–12 %, что указывает на определенный сдвиг в сторону потерь органического вещества и снижения его содержания в почве (см. табл. 2). В этом случае результаты биохимической оценки направленности изменения плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы также соответствуют агрохимическим показателям.

Таким образом, сравнительный анализ результатов ферментативной диагностики, соотношения минерализации и гумификации, продуктивности севооборота и агрохимических свойств позволил установить, что на дерново-подзолистой супесчаной почве система удобрения со 125 % компенсации выноса фосфора и калия и дробным внесением азотных удобрений ($*N_{84}P_{70}K_{120}$) экологически наиболее обоснована в отношении сохранения плодородия. Ее применение обеспечивает высокую продуктивность зернотравяного севооборота (81,7 ц/га к. ед.), сберегающий уровень минерализации органических веществ почвы (137 %), способствует достижению баланса процессов минерализации и гумификации. При этом дерново-подзолистая супесчаная почва характеризуется следующими биохимическими параметрами: уреазная и инвертазная активности составляют около 180 мг $N\text{-}NH_4^+$/кг и 2018 мг глюкозы/кг почвы, полифенолоксидазная и пероксидазная – около 48,8 и 46,9 мг хинона/кг почвы соответственно.

В задачи исследований входило определение интегральных микробиологических параметров – микробной биомассы и метаболической активности микробных сообществ почвы. Значимость микробиологических исследований обусловлена ключевыми функциями микробных сообществ в почве [1]. Микробная биомасса является основным агентом происходящих в почве биохимических изменений [24]. Большинство процессов трансформации органических веществ являются микробно-опосредованными и протекают при прямом участии почвенных микроорганизмов или за счет микробных метаболитов [1, 19, 24]. Почвенные микроорганизмы – это активный компонент органического вещества почвы, контролирующий деструкционную функцию почвы, высвобождение и доступность элементов питания для других организмов, в том числе растений [25]. Микробная биомасса представляет собой небольшой, но активный резерв элементов питания. Считается, что деятельность микробных сообществ во многом определяет устойчивость получения сельскохозяйственной продукции [25, 26]. Так как углерод микробной биомассы более лабилен, чем общий органический углерод почвы, а возраст $C_{биомассы}$ составляет всего несколько лет [19, 26], многие исследователи полагают, что этот микробиологический показатель наиболее адекватен для оценки агротехнологий, в том числе систем удобрения [25, 26].

Следует отметить, что показатель «микробная биомасса» в настоящее время наиболее часто используется в микробиологических исследованиях по оценке плодородия или антропогенной нагрузки на почвы [24, 25, 27]. Традиционные микробиологические исследования, включающие опре-деление общей численности и/или группового состава микроорганизмов, не нашли широкого практического применения для оценки почвенного плодородия. Это связано с тем, что количество микроорганизмов не всегда пропорционально их реальной активности и интенсивности проводимых ими процессов. Специфическая особенность микроорганизмов в том, что численность и активность являются для них двумя разными характеристиками [1].

Определение микробной биомассы дает более надежные результаты и в большей степени подходит для диагностических целей, в особенности в сочетании с одновременным определением активности микробных дегидрогеназ, которые характеризуют интенсивность процессов дегидрирования органических субстратов и метаболическую активность микрофлоры. Как известно, дегидрогеназы имеются у абсолютного большинства микроорганизмов [28]. В отличие от других

ферментов дегидрогеназы не имеют внеклеточного компонента, они не адсорбируются и не накапливаются в почве, дегидрирование органического субстрата идет за счет дегидрогеназ живых микробных клеток [6, 8], поэтому дегидрогеназная активность относится к наиболее объективным характеристикам актуальной численности и метаболической активности микробных сообществ почвы. Определение двух интегральных микробиологических параметров – микробной биомассы и дегидрогеназной активности микробных сообществ почвы – дает более объективную информацию как об актуальной численности, так и о метаболической активности микробных сообществ почвы [28].

В табл. 3 приведены результаты оценки содержания углерода в микробной биомассе и метаболической активности микробных сообществ дерново-подзолистой супесчаной почвы. Установлено, что достигнутая за счет применения разных систем удобрения дифференциация по агрохимическим показателям в пахотном слое почвы оказала значительное влияние на ее микробиологические характеристики. Наиболее высокие показатели обилия микробной биомассы и дегидрогеназной активности в дерново-подзолистой супесчаной почве отмечены при системе удобрения, рассчитанной на 125 % компенсации выноса фосфора и калия ($N_{36\text{-}84}P_{70}K_{120}$), содержание углерода в микробной биомассе варьировало в пределах 25,2–28,0 мг/г, активность дегидрогеназ – 744–928 мг ТФФ/кг, а общая микробиологическая активность – 210–249 %. При системе удобрения со 100 % компенсации выноса Р и К почвенные микробиологические показатели снижались: $С_{биомассы}$ – до 20–22,4 мг/г, дегидрогеназная активность – до 506–610 мг ТФФ/кг и общий уровень активности – до 152–177 % (см. табл. 3).

Таблица 3. **Влияние систем удобрения на микробиологические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы**

Вариант опыта	$С_{биомассы}$, мг/г	Дегидрогеназа, мг ТФФ/кг	Общий уровень активности, %
Контроль	14,5	303	100
Навоз КРС, 8 т/га – фон	25,0	845	225
$N_{60}P_{70}$	23,2	700	195
$N_{60}K_{120}$	25,5	744	211
$P_{70}K_{120}$	23,0	720	198
$N_{36}P_{70}K_{120}$	25,2	744	210
$N_{60}P_{70}K_{120}$	28,0	928	249
$*N_{84}P_{70}K_{120}$	26,2	850	230
$P_{40}K_{80}$	17,3	408	127
$N_{36}P_{40}K_{80}$	20,0	506	152
$N_{60}P_{40}K_{80}$	21,6	547	165
$*N_{84}P_{40}K_{80}$	22,4	610	177
$P_{20}K_{40}$	15,6	315	106
$N_{36}P_{20}K_{40}$	19,4	458	144
$N_{60}P_{20}K_{40}$	20,6	518	156
$НСР_{05}$	2,9	168	

Сберегающие уровни микробиологической активности (210 и 230 %) при высокой продуктивности зернотравяного севооборота (79,1 и 81,7 ц/га к. ед.) отмечены при использовании системы удобрения со 125 % компенсации выноса Р и К в вариантах $N_{36}P_{70}K_{120}$ и с дробным внесением азота $*N_{84}P_{70}K_{120}$. При этом дерново-подзолистая супесчаная почва характеризуется следующими микробиологическими параметрами: микробная биомасса – 25,2–26,2 мг/г, активность дегидрогеназ – 744–850 мг ТФФ/кг.

При системе удобрения со 100 % компенсации выноса Р и К дробное внесение азотных удобрений ($*N_{84}P_{40}K_{80}$) не приводило к снижению микробиологической активности почвы, напротив, она повышалась до 177 % по сравнению со 152–165 % в вариантах $N_{36}P_{40}K_{80}$ и $N_{60}P_{40}K_{80}$ (см. табл. 3).

Таким образом, проведена биохимическая и микробиологическая диагностика дерново-подзолистой супесчаной почвы по инвертазной, уреазной, полифенолоксидазной и пероксидазной активности, а также по обилию микробной биомассы и метаболической активности микробных сообществ в зависимости от системы удобрения. Результаты оценки биологической активности почвы показали значимость системы удобрения сельскохозяйственных культур и обеспеченности почвы элементами минерального питания для интенсивности проявления основных биохимических процессов, формирующих плодородие – аммонификации, минерализации углеводов, гумификации растительных лигнинов, а также для развития и деятельности микробных сообществ. Показано, что биохимическая диагностика по гидролитическим ферментам, выполняющим деструкционную функцию, и по окислительным ферментам, ответственным за гумификацию, позволяет дать оценку интенсивности процессов минерализации и гумификации в зависимости от системы удобрения и по соотношению активностей минерализационных и гумификационных процессов, давать оценку направленности изменения плодородия почвы при разных системах применения удобрений. Получены новые количественные данные по влиянию системы удобрения на интенсивность биохимических процессов минерализации и гумификации органических веществ дерново-подзолистой супесчаной почвы. Установлена наиболее обоснованная с экологических позиций система удобрения.

Выводы

1. Проведена биохимическая диагностика дерново-подзолистой супесчаной почвы по параметрам, характеризующим интенсивность процессов аммонификации, минерализации углеводов и гумификации лигнинов растительных остатков, которые играют значимую роль в формировании и поддержании почвенного плодородия. Определены интегральные микробиологические характеристики дерново-подзолистой супесчаной почвы.

2. Сравнительный анализ результатов ферментативной диагностики, соотношения минерализации и гумификации, продуктивности севооборота и агрохимических свойств показал, что на дерново-подзолистой супесчаной почве наиболее обоснована система удобрения со 125 %-ной компенсацией выноса фосфора и калия и дробным внесением азотных удобрений ($*N_{84}P_{70}K_{120}$). Ее применение обеспечивает высокую продуктивность зернотравяного севооборота (81,7 ц/га к. ед.), сохранение содержания гумуса в почве, сберегающий уровень минерализации органических веществ почвы (137 %), способствует достижению баланса процессов минерализация и гумификации.

3. При использовании системы удобрения, рассчитанной на 100 % компенсации выноса ($P_{40}K_{80}$), как при внесении N_{36} и N_{60}, так и при дробном внесении $*N_{84}$, активность минерализации органических веществ по биохимической оценке на 8–12 % превышала активность гумификации, что свидетельствует о тенденции снижения содержания органического вещества в дерново-подзолистой супесчаной почве.

Литература

1. *Звягинцев, Д. Г.* Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. Л. Бабьева, Г. М. Зенова. – М: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.

2. Продуктивность зернотравяного севооборота и плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы при применении различных систем удобрения / В. В. Лапа [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 1(46). – С. 89–104.

3. *Лапа, В. В.* Параметры изменения агрохимических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы в зависимости от севооборотов и систем удобрения / В. В. Лапа, Н. Н. Ивахненко // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 2(43). – С. 7–22.

4. *Туев, Н. А.* Экологические проблемы интенсивного земледелия / Н. А. Туев // Вестн. с.-х. науки. – 1988. – № 6. – С. 91–95.

5. Влияние системы удобрения на ферментативную активность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы / В. В. Лапа [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 2(49). – С. 187–200.

6. *Dick, R. P.* A review: long-term effects of agricultural systems on soil biochemical and microbial parameters / R. P. Dick // Agr. Ecosys. Environ. – 1992. – N 40. – P. 25–36.

7. *Bandick, A. K.* Field management effects on soil enzyme activities / A. K. Bandick, R. P. Dick // Soil Biol. Biochem. – 1999. – Vol. 31. – P. 1471–1479.

8. Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties / F. Gil-Sotres [et al.] // Soil Boil. Biochem. – 2005. – Vol. 37. – P. 877–887.

9. *Михайловская, Н. А.* Влияние системы удобрения на ферментативную активность дерново-подзолистой супесчаной почвы / Н. А. Михайловская, О. Миканова, О. В. Рудько // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 2(39). – С. 186–195.

10. *Карягина, Л. А.* Микробиологические основы повышения плодородия почв / Л. А. Карягина. – Минск: Наука и техника, 1983. – 182 с.

11. *Павлючук, З.* Влияние потенциала почвенной влаги на ферментативную активность почвы: автореф. … дис. канд. биол. наук: 06.01.03. / З. Павлючук; МГУ. – М., 1982. – 20 с.

12. *Міхайлоўская, Н. А.* Уплыў сельскагаспадарчых культур і ўмоў увільгатнення на ферментатыўную актыўнасць дзярнова-падзолістай суглінкавай глебы / Н. А. Міхайлоўская // Вес. акад. навук БССР. Сер. с.-г. навук. – 1991. – № 3. – С. 91–94.

13. *Vance, E. D.* An extraction method for measuring soil microbial biomass C / E. D. Vance, P. C. Brookes, D. S. Jenkinson // Soil Biol. Biochem. – 1987. – Vol. 19, N 6. – P. 703–707.

14. *Хазиев, Ф. Х.* Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазиев. – М.: Наука, 1990. – 189 с.

15. *Щербакова, Т. А.* Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества / Т. А. Щербакова. – Минск: Наука и техника, 1983. – 221 с.

16. *Карагіна, Л. А.* Вызначэнне актыўнасці поліфенолаксідазы і пераксідазы у глебе / Л. А. Карагіна, Н. А. Міхайлоўская // Вес. Акад. навук БССР. Сер. с.-г. навук. – 1986. – № 2. – С. 40–41.

17. *Speir, T. W.* Hydrolytic Enzyme Activities to Assess Soil Degradation and Recovery / T. W. Speir, D. J. Ross // Enzymes in the environments: activity, ecology and applications / eds. R. G. Burns, R. P. Dick. – New York, 2002. – P. 407–431.

18. Fractionation of humus-urease complexes / B. Ceccanti [et al.] // Soil Biol. Biochem. – 1978. – N 10. – P. 39–45.

19. *Туев, Н. А.* Микробиологические процессы гумусообразования / Н. А. Туев. – М.: ВО Агропромиздат, 1989. – 237 с.

20. *Александрова, Л. Н.* Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л. Н. Александрова. – Л., 1980. – С. 122–133.

21. *Martin, J. P.* Comparison of the use of phenolase and peroxidase for the synthesis of model humic acid type polymers / J. P. Martin, K. A. Haider // Soil Sci. Soc. Amer. J. – 1980. – Vol. 44, N 5. – P. 983–988.

22. *Kirk, T. K.* Enzymatic “combustion”: the microbial degradation of lignin / T. K. Kirk, R. L. Ferrell // Annu. Rev. Microbiol. – 1987. – Vol. 41. – P. 465–505.

23. *Ацци, Ж.* Сельскохозяйственная экология / Ж. Ацци. – М.: Наука, 1959. – 479 с.

24. Elucidation of the source and turnover of water soluble and microbial biomass carbon in agricultural soils / E. G. Gregorich [et al.] // Soil Biol. Biochem. – 2000. – Vol. 32. – P. 581–587.

25. Short-term effects of dairy slurry amendment on carbon sequestration and enzyme activities in a temperate grassland / R. Bol [et al.] // Soil Biol. Biochem. – 2003. – Vol. 35, N 11. – P. 1411–1421.

26. *Bergstrom, D. W.* Sensitivity of soil enzyme activities to conservation practices / D. W. Bergstrom, C. M. Monreal, D. J. King // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1988. – Vol. 62. – P. 1286–1295.

27. *Ryan, M. C.* Combining ^{13}C natural abundance and fumigation extraction methods to investigate soil microbial biomass turnover / M. C. Ryan, R. Aravana // Soil Biol. Biochem. – 1994. – Vol. 26. – P. 1583–1585.

28. *Cashida, L. E.* Microbial metabolic activity in soil as measured by dehydrogenase determinations / L. E. Cashida // Appl. Environ. Microbiol. – 1977. – Vol. 34. – P. 630–636.

V. V. LAPA, N. A. MIKHAILOUSKAYA, N. N. IVAKHNENKO, S. A. KASYANCHIK, T. V. POGHIRNITSKAYA

INFLUENCE OF THE FERTILIZERS SYSTEM ON BIOLOGICAL ACTIVITY OF LUVISOL LOAMY SAND SOIL

Summary

The paper researches the influence of the fertilizers system in a crop rotation on the integral microbiological parameters (microbial biomass, metabolic activity of microbial communities) and the activity of the key biochemical processes connected with carbon and nitrogen cycles (ammonification, mineralization of carbohydrates, humification) in Luvisol loamy sand soil. A more ecologically acceptable fertilizers system ensuring a saving level of biological activity and a high productivity of crop rotation is identified.

Basing on the data of biological tests, activity of organic substances mineralization (hydrolytic enzymes), microbiological, agrochemical properties and the productivity of crop rotation it’s established that the following fertilizers system is more acceptable on Luvisol loamy sand soil: compensation of 125 % of P and K removals ($N_{84}P_{70}K_{120}$) with split application of nitrogen fertilizers. This system ensures a high productivity of grain-grass rotation, a saving level of soil enzymatic activity and soil organic substances mineralization.

УДК 631.445.24:631.435(476)

Г. С. ЦЫТРОН, С. В. ШУЛЬГИНА, О. В. МАТЫЧЕНКОВА

УСТОЙЧИВОСТЬ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ К АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Республика Беларусь, e-mail: soil@tut.by

(Поступила в редакцию 14.05.2013)

Почва как особое природное тело является результатом суммарного действия всех факторов и процессов почвообразования, характер проявления которых в значительной степени зависит от ее гранулометрического состава. Дисперсность минеральной составляющей почв определяет важные в агрономическом отношении свойства: структурное состояние, водопроницаемость, водоудерживающую, водоподъемную и поглотительную способности, содержание и качество органического вещества, потенциальный резерв элементов минерального питания и т. д. [1–5].

До недавних пор считалось, что гранулометрический состав принадлежит к числу консервативных генетических характеристик почв, поскольку в природных условиях его преобразование протекает достаточно медленно относительно изменений других свойств. Однако хозяйственная деятельность может значительно ускорить ход его преобразования. Согласно исследованиям одних авторов, интенсивная антропогенная нагрузка на почву активизирует миграцию илистой фракции из пахотного горизонта вглубь по профилю [6–9]. Процесс обезыливания пахотных горизонтов сопровождается накоплением в них пылеватых фракций, ростом количества тонкодисперсного кварца [1, 6]. В свою очередь, илистая фракция концентрирует основную массу органического вещества (55–90 %) и выступает фактором его аккумуляции и стабилизации [10], поэтому потеря тонкодисперсной минеральной массы верхними горизонтами почв является нежелательным и негативным явлением. Другие исследователи, наоборот, считают, что окультуривание почв дерново-подзолистого типа сопровождается относительным накоплением ила в верхней части профиля [1, 11, 12]. Существует также и мнение ученых о том, что в дерново-подзолистых почвах, сформировавшихся на песчаных отложениях, существенного изменения гранулометрического состава не происходит [13, 14]. Несмотря на противоречивые в научных публикациях данные, преобладающее большинство исследователей констатирует изменение консервативной характеристики почвы под влиянием антропогенного фактора.

Поскольку в условиях Беларуси гранулометрический состав является определяющим в формировании практически всех других свойств почв, участвующих в формировании их плодородия, то цель данной публикации и состояла в выявлении изменений гранулометрического состава автоморфных агродерново-подзолистых почв (почв пахотных земель) песчаного и легкосуглинистого гранулометрического состава по сравнению с их естественными аналогами.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований явились автоморфные дерново-подзолистые почвы легкосуглинистого и песчаного гранулометрического состава гомогенного строения под лесом и их агроестественные аналоги – агродерново-подзолистые почвы. Разрезы естественных легкосуглинистых почв были заложены в Дзержинском лесхозе, а агроестественных – на пахотных землях СПК «Щемыслица» Минского района. Разрезы почв, характеризующие естественные почвы, сформировавшиеся на мощных песках, заложены в Барановичском лесхозе, а агроестественные – на пахотных землях ЧТПУП «АгроЭлитПродукт» (бывший колхоз «Заря») Барановичского района. Для установления изменений свойств исследуемых почв нами использована морфолого-аналитическая характеристика как современного состояния разрезов лесных

(естественных) почв республики и соответствующих им почв пахотных земель, так и фондовые материалы РУП «Институт почвоведения и агрохимии» прошлых лет, а также информация научных публикаций и данные полевых стационарных опытов.

Гранулометрический состав исследуемых почв определяли методом «пипетки» по Н. А. Качинскому. Баланс ила (относительного процента потери (–) и накопления (+) его по отношению к содержанию в почвообразующей породе) рассчитывали по формуле Б. Г. Розанова [15]:

$$\frac{Ain - Aio}{Aio} \cdot 100,$$

где *Ain* – процентное содержание ила в *n*-м горизонте, *Aio* – процентное содержание ила в породе.

Математическую обработку данных выполняли с помощью «Пакета анализа Microsoft Excel».

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований (табл. 1, рис. 1, *а, б*) показали, что как для естественных, так и используемых под пашню легкосуглинистых разновидностей почв дерново-подзолистого типа характерно преобладание по всему профилю фракции крупной пыли (0,05–0,01 мм). Максимум содержания этой фракции в лесных почвах наблюдается в почвообразующей породе на глубине 120–130 см, минимум – в верхней части профиля. Для агроестественных аналогов этих почв характерно практически равномерное распределение крупной пыли по всему профилю. К тому же следует отметить существенное увеличение ее содержания в верхней части профиля по сравнению с естественными почвами – 60,6 % против 51,5 % в слое 0–20 см.

Таблица 1. **Результаты статистической обработки данных гранулометрического состава естественных и агроестественных почв дерново-подзолистого типа, развивающихся на лессовидных легких суглинках**

Генетический горизонт	Глубина отбора образца, см	Количество фракций, % на абсолютно сухую почву								
		Гравий (3–1 мм)	Песок			Пыль крупная (0,05–0,01 мм)	Физическая глина (менее 0,01 мм)	В том числе		
			крупный (1–0,5 мм)	средний (0,5–0,25 мм)	мелкий (0,25–0,05 мм)			пыль средняя (0,01–0,005 мм)	пыль мелкая (0,005–0,001 мм)	ил (менее 0,001 мм)
Естественные (почвы под лесом)										
A_1	1–5	–	–	1,1	25,9±7,0	49,6±8,3	23,5±0,2	5,8±0,9	6,3±1,2	11,4±2,1
A_2	10–20	–	–	0,2	28,2±3,4	53,4±4,6	18,2±2,5	5,4±2,2	4,6±1,9	8,3±1,5
Bt	40–50	–	–	–	18,2±2,4	53,4±2,2	28,0±2,0	4,9±1,1	3,3±1,0	19,9±4,0
B	80–90	–	–	0,1	22,1±6,1	56,2±6,5	21,3±1,3	4,3±0,9	3,4±1,4	14,1±1,2
BC	120–130	–	–	0,1	15,6±1,4	58,7±1,1	25,7±0,3	5,8±0,8	5,2±0,4	14,7±0,1
Агроестественные (почвы пахотных земель)										
Ап	5–10	–	–	0,5	17,4±2,7	60,5±2,0	21,9±1,3	7,02±0,7	6,8±1,0	8,1±0,7
Ап	15–20	–	–	–	16,7±2,0	60,7±1,6	22,6±1,5	7,4±1,1	7,7±1,2	7,6±0,7
A_2	30–40	–	–	0,4	17,1±2,1	61,7±2,5	21,4±1,5	7,2±0,8	7,4±1,1	6,7±0,3
A_2B_1	40–50	–	–	0,4	13,4±1,6	59,1±9,5	23,9±2,3	6,2±0,9	5,4±0,6	12,3±20,
Bt	60–70	–	–	0,2	11,1±5,2	60,5±3,2	28,2±2,1	5,6±1,4	6,5±1,8	17,3±0,8
B	80–90	–	–	0,2	12,2±4,5	59,7±4,0	28,1±2,9	5,4±1,5	5,8±1,2	16,9±1,6
BC	120–130	–	–	0,1	9,8±3,1	61,2±3,8	28,8±2,8	4,9±1,3	5,9±2,0	18,1±1,4

По содержанию физической глины (<0,01 мм) и ила (<0,001 мм) в тех и других почвах наблюдается четкая дифференциация по профилю с максимумом накопления их в иллювиальном горизонте. Однако, если максимальное накопление физической глины (28,0 %) и ила (19,9 %) в естественных почвах отмечается на глубине 40–50 см, то в агроестественных – уже на глубине 60–70 см, т. е. в агродерново-подзолистых легкосуглинистых почвах наблюдается увеличение мощности элювиальной части профиля по сравнению с естественными аналогами.

По фактическому содержанию как фракции физической глины, так и ила верхняя часть профиля исследуемых почв также различается. Так, например, если в слое 0–20 см естественных почв содержание физической глины в среднем равно 20,9 %, ила – 9,9 %, то в пахотных – 22,3 и 7,9 % соответственно.

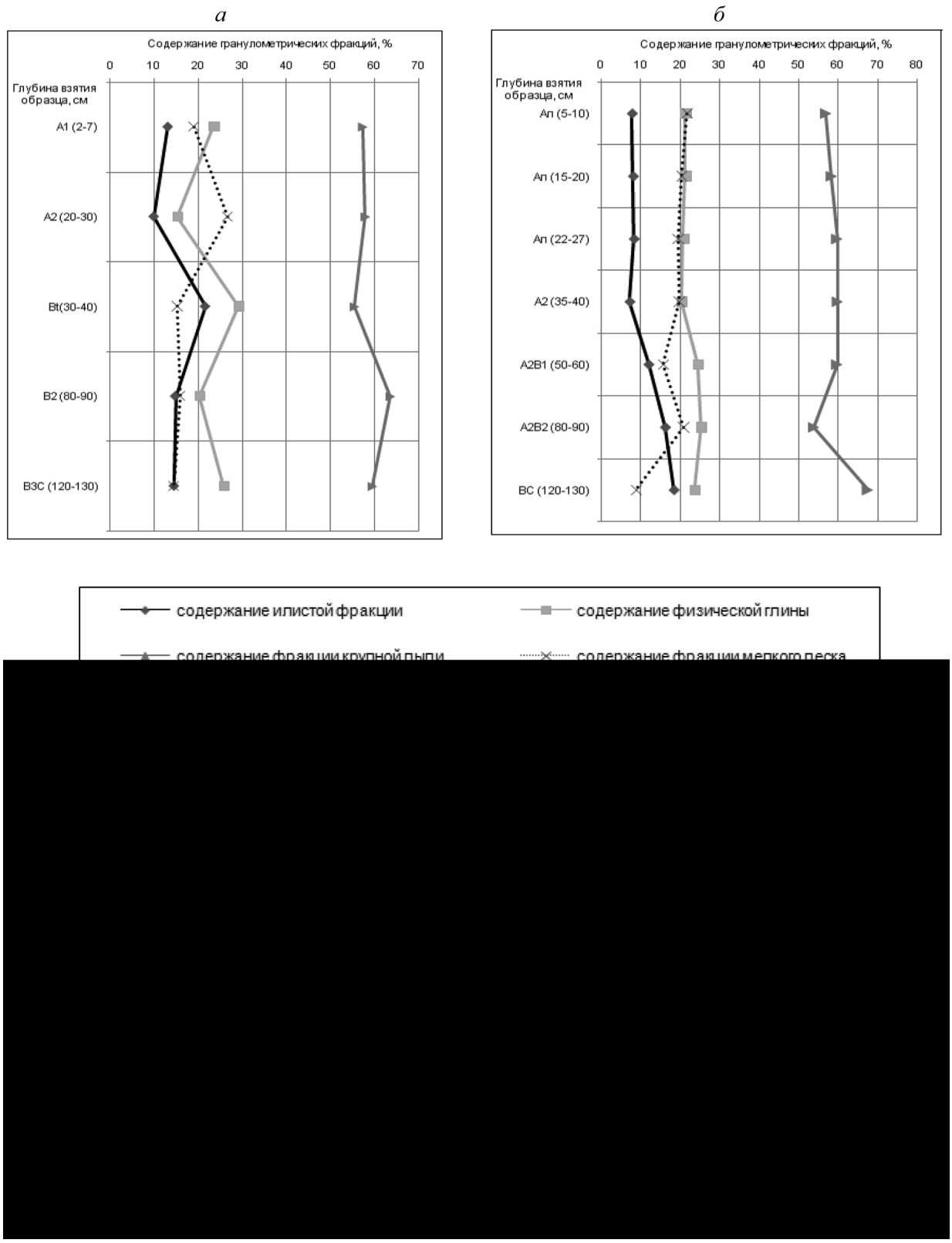


Рис. 1. Распределение гранулометрических фракций по профилю исследуемых дерново-подзолистых почв:
а – лесная суглинистого гранулометрического состава (Дзержинский лесхоз);
б – пахотная суглинистого гранулометрического состава (СПК «Щемыслица» Минского района);
в – лесная песчаного гранулометрического состава (Барановичский лесхоз);
г – пахотная песчаного гранулометрического состава (ЧТПУП «АгроЭлитПродукт» Барановичского района)

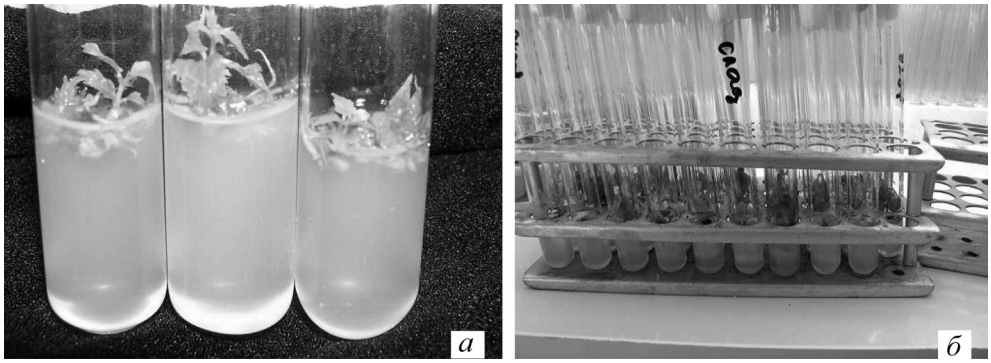


Рис. 2. Культивирование *in vitro* хмеля на первом пассаже: *а* – сорт Бор; *б* – сорт Сладек

концентрации цитокинина и углевода, также изменен состав витаминов. Разработанная питательная среда обеспечивает хорошее развитие (длина – не менее 10 мм) и достаточное количество микрочеренков в конгломерате (рис. 2).

В основе питательной среды для размножения трех сортов хмеля лежит минеральный состав среды Мурасиге и Скуга, дополненный витаминами (тиамин, 0,5 мг/л, пиридоксин, 0,5 мг/л, никотиновая кислота, 0,5 мг/л, витамин С, 1 мг/л, мезоинозит, 100 мг/л, глицин, 2 мг/л), цитокининами (цитокинин 6-БА, 0,5 мг/л), гиббереллловой кислотой, 1,0 мг/л, и источником углевода – глюкозой, 20 г/л.

На этапе микроразмножения отмечена различная регенерация эксплантов в зависимости от пассажа и сорта хмеля (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. **Коэффициент размножения эксплантов хмеля *in vitro* в зависимости от сорта и пассажа культивирования (1–5-й пассажи)**

Сорт хмеля	Пассаж				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Тетнангер	1,9	5,6	7,7	8,0	7,1
Бор	1	1,2	4,5	–	–
Сладек	1	2,1	3,4	–	–

Т а б л и ц а 5. **Концентрации ауксинов в питательных средах для укоренения хмеля, мг/л**

Сорт хмеля	ИМК		ИУК		НУК	
	1	2	1	2	1	2
Тетнангер	0,1–0,5	0,5	0,1–0,5	0,5	0,1–0,5	–
Бор	0,2–0,5	0,5	0,2–0,5	0,5	0,2–0,5	–
Сладек	0,2–0,5	0,5	0,2–0,5	0,5	0,2–0,5	–

П р и м е ч а н и е: 1 – изученный диапазон концентраций; 2 – оптимальные концентрации.

Максимальные коэффициенты размножения, возрастающие от 1-го до 4-го пассажа, отмечены у сорта Тетнангер, они составили на 4-м пассаже 8,0 шт. растений-регенерантов; у сортов Бор и Сладек коэффициенты размножения и темпы их роста были ниже.

Установлено, что снижение температуры в культуральном помещении ниже 19 ºС в течение любого периода микроразмножения приводит к наступлению физиологического покоя у регенерантов хмеля (пожелтению и в дальнейшем частичному отмиранию вегетативных органов регенерантов *in vitro*).

Укоренение микропобегов хмеля проводили в культуре *in vitro* на питательных средах, представленных в табл. 5. Исследования показали, что хмель хорошо укореняется в культуре *in vitro*, корни начинают формироваться через 7–10 дней после пересадки на среду, содержащую ауксины. Оптимальная концентрация индолилмасляной кислоты (ИМК) для хмеля – 0,5 мг/л. Индолилук-

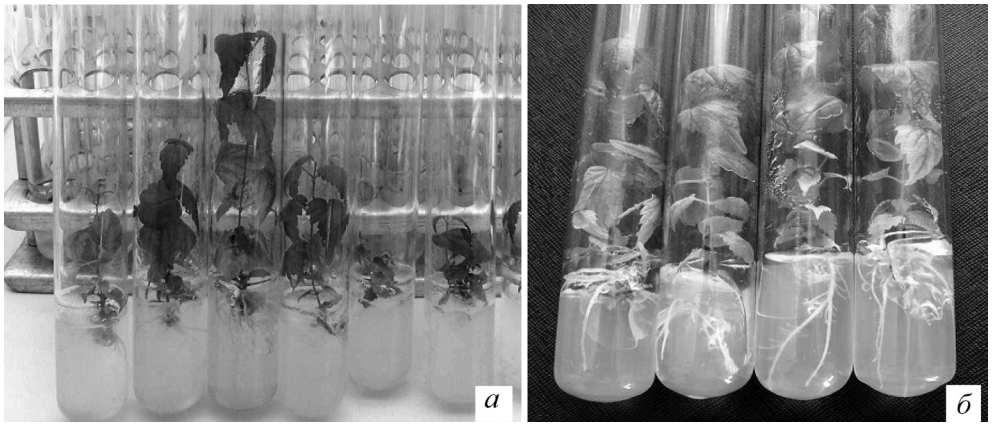


Рис. 3. Культивирование хмеля на питательных средах с индолилмасляной кислотой: *а* – сорт Тетнангер; *б* – сорт Бор

сусная кислота (ИУК), несмотря на хороший процент укоренения растений-регенерантов, вызывает гипертрофированное разрастание корней хмеля и дальнейшую их гибель. Нафтилуксусная кислота (НУК) способствует образованию гипертрофированного каллуса у основания микропобегов и практически не приводит к ризогенезу.

Необходимо отметить, что укореняемость растений-регенерантов хмеля в первую очередь зависит от качества микрочеренка. До 90,0 % растений-регенерантов с длиной побега 2 см, имеющих 5–7 междоузлий, образовывали корни на любых средах для укоренения, содержащих ИМК, и средах без ауксинов (рис. 3).

Высокий процент укореняющихся растений-регенерантов хмеля в культуре *in vitro* на безгормональных питательных средах и при добавлении ИМК обусловлен, с одной стороны, генетически, с другой – низкими концентрациями цитокинина, использовавшимися на этапе микроразмножения, и непродолжительным культивированием *in vitro*. В конце пассажа ризогенеза укорененные растения-регенеранты хмеля достигали 4,2–8,1 см, содержали 5–8 междоузлий, 3–5 шт. придаточных корней длиной не менее 2,5 см.

Заключение. Показана высокая результативность введения эксплантов хмеля *in vitro* (от 53,6 % у сорта Тетнангер до 84,5 % у сорта Сладек) при использовании вегетативных почек из активно растущих побегов, причем вегетация побега может быть вызвана искусственно. Выделена лучшая питательная среда для введения *in vitro* эксплантов хмеля, содержащая кроме макро- и микросолей, по Мурасиге и Скугу, 6-бензиладенин (2,0 мг/л), гиббереллловую кислоту (1,0 мг/л), а также глюкозу (30 г/л).

Выявлена зависимость коэффициента размножения от пассажа культивирования и сорта хмеля. Максимальные коэффициенты размножения (до 8 в 4-м пассаже) отмечены у сорта Тетнангер.

Оптимальной средой для укоренения побегов хмеля в культуре *in vitro*, обеспечивающей 90,0 %-ное укоренение, длину корней 2,5 см, является среда Мурасиге-Скуга (MS) с добавлением ИМК в концентрации 0,5 мг/л. Установлено, что для успешного процесса укоренения необходимо использовать только хорошо развитые растения-регенеранты, имеющие 5–7 междоузлий.

Литература

1. Хмель и его использование / А. А. Годованый [и др.]; под ред. И. С. Ежова. – К.: Урожай, 1990. – 336 с.

2. *Герасимчук, В. И.* Хмель в медицине, быту и народном хозяйстве / В. И. Герасимчук, И. Г. Рейтман, И. С. Ежов; под ред. И. С. Ежова. – К.: Урожай, 1994. – 352 с.

3. Способ размножения хмеля: пат. Рос. Федерации № 2372773 С 2, МПК A01G 17/00 / А. И. Марзоев, Г. К. Абиев, С. А. Бекузарова, В. В. Бязров, А. А. Марзоева; заявитель «ООО Хмель Кавказа». – № 2007141237/12; опубл. 20.05.2009. Бюл. – 2009. № 32. – 3 с.

4. In vitro технология оздоровлении, культивирования, размножения и адаптации к условиям *in vivo* растений хмеля (*Humulus Lupulus* L.) ароматичных сортов: пат. Украины № 59131/7 A01H4/00 / М. Д. Мельничук; заявитель

Нац. аграр. ун-т. – № 2003021274, заявл. 12.02.2003; опубл. 15.08. 2003 // Офиц. бюл. «Промышленная собственность». Кн. 1: Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем. – 2003. – № 8. – 2 с.

5. Способ микроклонального размножения регенерантов хмеля, выращенных из апексов *in vitro*: пат. Украины № 30753 A01H4/00 // Б. Ф. Кормильцев, Л. П. Бадамшина, М. Г. Левчук; заявитель Ин-т сел. хоз-ва. – № u200712536, заявл. 12.11.2007; опубл. 11.03.2008 // Офиц. бюл. «Промышленная собственность». Кн. 1: Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем. – 2008. – № 5. – 5 с.

6. *Vine, S. J.* The culture of shoot tips of hop (*Humulus Lupulus*) to eliminate viruses / S. J. Vine, O. P. Jones // Journal of Horticultural Sciences. – 1996. – Vol. 44. – P. 281–284.

7. *Ferant, N.* Differentiation of hop (*Humulus Lupulus*) *in vitro* / N. Ferant // Plant Physiol. and biochem. – 1996. – P. 4.

8. *Cerenak*, *A*. Hop tissue culture in Slovenia / A. Cerenak, J. Sustar-Vozlic // International hop growers convention I. H. G. C. Proceedings of Scientific Commission. – 1999. – P. 19–25.

9. *Kubo, S.* Culture of stem tips of hop (*Humulus Lupulus*) and elimination of virus symptoms / S. Kubo, Y. Kagani, K. Nonaka // Dept. Res. Lab. Kirin brevery Co., LTD. – 1975. – N 18. – P. 55–62.

10. *Probasco, G.* The use of Shoot-tip Culture to eliminate viruses from Hop Variaties Growth in the United States / G. Probasco, S. Winslow // MBAA Techical Quartrly. – 1986. – N 23. – P. 26–31.

11. *Попов, В. И.* Условия культивирования изолированных апексов хмеля для клонального микроразмножения / В. И. Попов, В. А. Высоцкий, И. М. Туктагулов // Физиология растений. – 1985. – Т. 32, вып. 6. – С. 1191–1195.

N. V. KUKHARCHYK, M. S. KASTRYTSKAYA, O. A. HASHENKA

MICRO-PROPAGATION OF HOP VARIETIES *IN VITRO*

Summary

The basis for the establishment of virus-free hop plant production has been created for the first time in Belarus. Regeneration of apical meristems and vegetative buds of hop *in vitro* has been studied. Biological and technological elements (culture medium composition at different stages of propagation *in vitro*, types of explants and variety peculiarity) have been developed.

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА

УДК (658.155:631.16):636.22/.28.08(476)

С. А. КАТАЕВА

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОЧЕРЕЙ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Гродненский государственный аграрный университет, Республика Беларусь, e-mail: 5871319@mail.ru

(Поступила в редакцию 12.02.2014)

В Республике Беларусь молочное скотоводство является ведущей отраслью сельскохозяйственного производства, поставщиком ценных продуктов питания для населения и сырья для промышленности. Закономерно возникает вопрос о повышении количества получаемой продукции с одновременным улучшением ее качественных показателей. Большие надежды в области молочного скотоводства нашей страны возлагаются на белорусскую черно-пеструю породу скота, утвержденную в декабре 2001 г. [1]. Порода имеет генетический потенциал молочной продуктивности на уровне 7,5–8,0 тыс. кг молока, реализуемый в настоящее время лишь на 60 % [2]. В соответствии с Республиканской программой по племенному делу в животноводстве на 2011–2015 годы, основной целью селекционно-племенной работы по дальнейшему совершенствованию породы является использование быков-производителей лучших отечественных и мировых генотипов и их племенной продукции [3]. Как и в большинстве развитых стран мира, в отечественном молочном скотоводстве осуществляется переход на разведение голштинизированного скота путем широкого использования импортированного поголовья, эмбрионов, а также семени быков-производителей из западноевропейских и североамериканских государств [4].

Согласно многочисленным исследованиям, скрещивание черно-пестрого скота с быками-производителями голштинской породы позволяет получать животных, обладающих высокой молочной продуктивностью, крепким телосложением, приспособленных к интенсивным механизированным технологиям [5, 6]. В то же время по характеру продуктивности и типу телосложения животные североамериканской и западноевропейской селекции в некоторой степени отличаются между собой, что приводит к получению неоднозначных результатов при создании высокопродуктивных стад черно-пестрого скота. Кроме того, огромное разнообразие используемых генетических ресурсов не всегда одинаково отражается на качестве улучшаемого белорусского черно-пестрого скота, поскольку в разных странах селекция молочного скота ведется по определенным программам, не всегда отвечающим целям работы скотоводов Беларуси. Вместе с тем полученное потомство часто не способно полностью реализовать заложенный генетический потенциал из-за низкой адаптационной способности к условиям нашей республики [7, 8].

Таким образом, для достижения высоких производственных показателей в молочном скотоводстве нужна четкая, научно обоснованная система селекционно-племенной работы, учитывающая адаптационную способность молочного голштинского скота импортной селекции и его влияние на племенные и продуктивные качества в процессе улучшения животных белорусской черно-пестрой породы.

Цель настоящего исследования – изучение влияния быков-производителей отечественной и зарубежной селекции на основные хозяйственно полезные признаки дочерей, выявление генотипов новых поколений, которые в условиях нашей республики по показателям продуктивности более эффективны и их можно будет рекомендовать для дальнейшего разведения.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в ГП «Племзавод «Россь» Волковысского района и КСУП «Племзавод «Кореличи» Кореличского района Гродненской области по полновозрастным лактациям в 2010–2013 гг. Хозяйства являются базовыми по совершенствованию белорусской черно-пестрой породы крупного рогатого скота и характеризуются высокой культурой ведения животноводства: налажены племенной и зоотехнический учет, кормление и содержание животных соответствует их биологическим особенностям. Расход кормов за период проведения исследований составил 68–73 ц к. ед. в расчете на корову в год. Объектом исследования служили коровы белорусской черно-пестрой породы, полученные от быков-производителей белорусской, канадской, американской, шведской и венгерской селекции следующих линий: Хильтьес Адема 37910, Рутьес Эдуарда 31646, Нико 31652, Рефлекшн Соверинга 198998, Монтвик Чифтейна 95679, Вис Айдиала 933122 и Пабст Говернера 882933. В зависимости от места рождения отцов изучаемых животных были сформированы контрольная и опытные группы: животные белорусской селекции (I) – контрольная группа; канадской (II), американской (III), шведской (IV) и венгерской (V) селекции – опытные группы.

У подопытных животных по законченным лактациям изучали молочную продуктивность (удой, содержание жира и белка, количество молочного жира и белка за лактацию). В обработку включали показатели по тем животным, у которых продолжительность лактации была не менее 240 дней, а возраст при первом отеле составлял 24–30 мес. Экономическую эффективность использования коров белорусской черно-пестрой породы, полученных от быков-производителей различного происхождения, определяли по стоимости дополнительно полученного молока базисной жирности и белковомолочности. При обработке материалов исследований определяли статистические показатели, характеризующие выборочную совокупность, по Е. К. Меркурьевой [9].

Результаты и их обсуждение. Изучение молочной продуктивности животных всех групп в ГП «Племзавод «Россь» по второй законченной лактации показало превосходство дочерей быков американского происхождения по удою над сверст-ницами I, II, IV и V групп на 6,6 % ($P < 0,01$), 3,4, 5,3 и 7,7 % ($P > 0,05$) соответственно (табл. 1).

По содержанию жира и белка в молоке дочери быков шведской селекции значительно превосходили животных остальных групп: по содержанию жира – 0,05–0,19 п. п. ($P < 0,001$), белка – 0,05–0,12 п. п. ($P < 0,05$). По количеству молочного жира и белка превосходили своих сверстниц дочери, полученные от американских быков-производителей, – на 2,0–10,0 и 3,9–8,9 % соответственно.

В КСУП «Племзавод «Кореличи» наблюдалась та же тенденция: потомки быков американской селекции превосходили своих сверстниц по удою на 1,3–6,0 %. Лучшие показатели по содержанию жира и белка в молоке имели дочери быков шведского происхождения: по содержанию жира – 0,07–0,29 п. п., белка – 0,06–0,17 п. п. По количеству молочного жира и белка лидерами являлись дочери быков шведского и американского происхождения.

Таблица 1. **Показатели молочной продуктивности подопытных коров по второй лактации**

Показатель	Статистический показатель	I группа	II группа	III группа	IV группа	V группа
ГП «Племзавод «Россь»						
Кол-во гол.	*n*	88	113	95	62	26
Удой, кг	*M*±*m*	7803±131,5	8044±121,3	8318±127,5**	7899±203,2	7723±288,5
	Cv, %	15,8	16,0	15,0	20,3	19,1
Жир, %	*M*±*m*	3,72±0,01	3,70±0,01	3,76±0,02	3,81±0,02***	3,62±0,04*
	Cv, %	3,6	3,5	4,1	4,1	5,3
Белок, %	*M*±*m*	3,16±0,01	3,19±0,01	3,22±0,02**	3,27±0,02***	3,15±0,07
	Cv, %	4,1	4,9	4,7	4,4	10,7
Молочный жир, кг	*M*±*m*	291±5,5	298±5,0	308±5,0*	302±8,3	280±11,4
	Cv, %	17,6	17,8	15,9	21,8	20,7
Молочный белок, кг	*M*±*m*	247±4,3	256±3,9	268±4,3***	258±6,5	246±11,8
	Cv, %	16,4	16,3	15,6	19,9	24,6

Окончание табл. 1

Показатель	Статистический показатель	I группа	II группа	III группа	IV группа	V группа
КСУП «Племзавод «Кореличи»						
Кол-во гол.	*n*	89	92	63	48	19
Удой, кг	*M*±*m*	8028±107,6	8231±97,5	8339±105,7*	8215±145,0	7870±314,3
	Cv, %	12,6	11,4	10,1	12,2	17,4
Жир, %	*M*±*m*	3,94±0,03	3,93±0,03	3,90±0,03	4,01±0,04	3,72±0,06***
	Cv, %	7,1	6,6	6,4	6,5	6,5
Белок, %	*M*±*m*	3,32±0,02	3,35±0,02	3,35±0,03	3,41±0,03*	3,24±0,09
	Cv, %	6,6	6,3	6,4	6,6	6,2
Молочный жир, кг	*M*±*m*	317±5,1	323±4,1	326±5,4	330±6,8	292±12,3
	Cv, %	15,1	12,1	13,0	14,3	18,3
Молочный белок, кг	*M*±*m*	267±4,3	276±3,8	280±4,1*	281±5,8	255±10,8
	Cv, %	15,2	13,3	11,8	14,3	18,4

Наиболее полно и объективно молочную продуктивность скота можно оценить по показателям полновозрастной лактации, когда животное физиологически сформировалось и способно в полной мере реализовать свой генетический потенциал.

Анализ данных о молочной продуктивности подопытных коров в ГП «Племзавод «Россь» по третьей законченной лактации свидетельствует о том, что животные, полученные от американских быков, по сравнению с особями, полученными от быков-производителей других селекций, также характеризовались более высоким удоем (на 357–560 кг, или 4,4–7,1 %) (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. **Показатели молочной продуктивности подопытных коров по третьей лактации**

Показатель	Статистический показатель	I группа	II группа	III группа	IV группа	V группа
ГП «Племзавод «Россь»						
Кол-во гол.	*n*	60	77	62	43	12
Удой, кг	*M*±*m*	7911±183,5	8050±184,0	8407±175,9*	8018±217,8	7849±654,6
	Cv, %	18,0	20,1	16,5	17,8	28,8
Жир, %	*M*±*m*	3,67±0,02	3,68±0,01	3,71±0,02*	3,76±0,02**	3,63±0,04
	Cv, %	3,6	2,5	3,2	2,7	3,7
Белок, %	*M*±*m*	3,15±0,01	3,18±0,02	3,24±0,01***	3,26±0,02***	3,12±0,03
	Cv, %	3,6	4,9	3,5	3,9	2,9
Молочный жир, кг	*M*±*m*	290±6,8	296±6,7	312±6,8*	302±8,6	285±23,9
	Cv, %	18,2	20,0	17,2	18,8	29,0
Молочный белок, кг	*M*±*m*	249±5,8	256±6,3	273±6,0**	262±7,6	245±19,7
	Cv, %	18,1	21,4	17,4	19,1	28,0
КСУП «Племзавод «Кореличи»						
Кол-во гол.	*n*	57	61	40	34	8
Удой, кг	*M*±*m*	8336±141,1	8430±132,5	8552±167,7	8401±169,6	8132±633,7
	Cv, %	12,8	12,3	12,4	11,8	22,0
Жир, %	*M*±*m*	3,94±0,03	3,97±0,03	3,98±0,05	4,02±0,04	3,89±0,09
	Cv, %	5,7	6,8	7,9	6,1	6,4
Белок, %	*M*±*m*	3,30±0,02	3,32±0,03	3,38±0,03*	3,43±0,04**	3,26±0,07
	Cv, %	5,6	6,2	5,4	6,2	6,0
Молочный жир, кг	*M*±*m*	328±5,7	334±5,4	339±6,7	338±8,6	316±25,2
	Cv, %	13,0	12,7	12,5	14,8	22,6
Молочный белок, кг	*M*±*m*	276±5,4	281±5,1	289±6,3	288±6,5	267±24,2
	Cv, %	14,7	14,2	13,8	13,2	25,7

Содержание жира и белка в молоке у животных IV группы было на 0,05–0,13 и 0,02–0,14 п. п. выше, чем у животных остальных групп. В то же время более высоким выходом молочного жира и белка характеризовались животные III группы, у которых отмечено достоверное превосходство по данным показателям над животными I контрольной группы – на 7,6 % ($P < 0,05$) и 9,6 % ($P < 0,01$) соответственно.

Аналогичная тенденция установлена у коров в ГП «Племзавод «Кореличи». Так, животные, полученные от быков американской селекции, отличались удоем на 216 кг, или 2,6 %, выше ($P > 0,05$) по сравнению со сверстницами контрольной группы и на 122–420 кг, или 1,5–5,2 %, выше по сравнению с коровами остальных опытных групп. Выявлено, что содержание жира и белка в молоке на 0,04–0,13 п. п. и 0,05–0,17 п. п. соответственно выше у потомков быков шведской селекции. По количеству молочного жира и белка отмечено превосходство коров, полученных от быков-производителей американского происхождения. Наименьшими показателями молочной продуктивности, как и в предыдущую лактацию, в обоих хозяйствах характеризовались животные, полученные от быков венгерского происхождения.

Расчет экономической эффективности производства молока от дочерей быков-производителей отечественной и зарубежной селекции свидетельствует о том, что в ГП «Племзавод «Россь» от потомков быков канадской, американской и шведской селекции получено чистого дохода в расчете на 1 гол. на 368,6; 1252,7 и 1510,6 тыс. руб. (10,0; 33,9 и 40,9 %) больше, чем от потомков быков белорусской селекции. В КСУП «Племзавод «Кореличи» наибольший чистый доход на 1 гол. был получен от потомков быков шведской селекции – 7722,0 тыс. руб., что на 1724,4 тыс. руб. (28,8 %) больше, чем от коров контрольной группы. Животные, полученные от быков канадской и американской селекции, превзошли по данному показателю коров контрольной группы на 452,7 и 1140,2 тыс. руб. (7,6 и 19,0 %) соответственно (табл. 3).

Таблица 3. **Показатели экономической эффективности производства молока от коров, полученных от быков-производителей различной селекции**

Селекция	Удой, кг	Содержание жира, %	Удой в пересчете на базисную жирность, кг	Стоимость молока базисной жирности, тыс. руб.	Содержание белка, %	Надбавка за отклонение содержания белка от базисной нормы, тыс. руб.	Полная стоимость реализованного молока, тыс. руб.	Затраты на производство молока, тыс. руб.	Чистый доход на 1 гол., тыс. руб.
ГП «Племзавод «Россь»									
Белорусская	7911	3,67	8064,8	23823,4	3,15	1168,5	24991,9	21296,4	3695,5
Канадская	8050	3,68	8228,9	24308,2	3,18	1426,5	25734,7	21670,6	4064,1
Американская	8407	3,71	8663,9	25593,2	3,24	1986,6	27579,8	22631,6	4948,2
Шведская	8018	3,76	8374,4	24738,0	3,26	2052,6	26790,6	21584,5	5206,1
Венгерская	7849	3,63	7914,4	23379,1	3,12	927,8	24306,9	21129,5	3177,4
КСУП «Племзавод «Кореличи»									
Белорусская	8336	3,94	9123,3	27798,7	3,30	2540,0	30338,7	24341,1	5997,6
Канадская	8430	3,97	9296,4	28326,1	3,32	2739,8	31065,9	24615,6	6450,3
Американская	8552	3,98	9454,7	28808,5	3,38	3301,1	32109,6	24971,8	7137,8
Шведская	8401	4,02	9381,1	28584,2	3,43	3668,7	32252,9	24530,9	7722,0
Венгерская	8132	3,89	8787,1	26774,3	3,26	2147,7	28922,0	23745,4	5176,6

Совокупная стоимость дополнительно полученного молока от потомков быков канадской, американской и шведской селекции в ГП «Племзавод «Россь» составила 221243,9 тыс. руб., в КСУП «Племзавод «Кореличи» – 135203,6 тыс. руб. Менее эффективным в обоих хозяйствах было производство молока от дочерей быков венгерской селекции.

Выводы

1. Исследованиями установлено, что животные, полученные от быков-производителей американской селекции, превосходят сверстниц белорусской селекции по удою на 2,6–6,6 %, выходу молочного жира – на 2,8–7,6 % и белка – на 4,7–9,6 % как по второй, так и по третьей лактации. Дочери быков-производителей шведской селекции превосходят сверстниц белорусской селекции по жирно- и белковомолочности – на 0,07–0,09, 0,09–0,13 п. п. ($P < 0,05–0,001$) соответственно.

2. Использование в селекционном процессе голштинских быков-производителей канадского, американского и шведского происхождения способствует получению большей выручки и чистого дохода при реализации молока хозяйствами на перерабатывающие предприятия.

Литература

1. Об утверждении белорусской черно-пестрой породы крупного рогатого скота: Приказ М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, 27 дек. 2001 г., № 534. – Минск, 2001. – 15 с.

2. Республиканская программа развития молочной отрасли в 2010–2015 годах: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 12 нояб. 2010 г., № 1678 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2010. – № 279. – 5/32869.

3. Республиканская комплексная программа по племенному делу в животноводстве на 2011–2015 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 31 дек. 2010 г., № 1917 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 4. – 5/33102.

4. *Стецкевич, Е. К.* Молочная продуктивность и воспроизводительные способности коров различного происхождения / Е. К. Стецкевич // Агропанорама. – 2012. – № 1(89). – С. 12–15.

5. *Козловский, В. Ю.* Молочная продуктивность голштинизированных черно-пестрых коров в связи с их происхождением / В. Ю. Козловский // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. / Башкир. ГАУ. – Уфа, 2008. – С. 106–109.

6. *Ножинская, З. И.* Особенности роста и развития телок черно-пестрой породы белорусского, европейского и североамериканского происхождения / З. И. Ножинская // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр., посвящ. 60-летию зоотехнической науки Беларуси. – Жодино, 2009. – С. 133–140.

7. *Павлова, Т. В.* Роль быков-производителей в повышении молочной продуктивности коров РУП «Учхоз БГСХА» / Т. В. Павлова, Н. В. Казаровец // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2010. – № 4. – С. 108–113.

8. Теоретические и практические аспекты селекционно-племенной работы в скотоводстве / Н. В. Казаровец [и др]. – Минск: БГАТУ, 2005. – 320 с.

9. *Меркурьева, Е. К.* Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е. К. Меркурьева. – М.: Колос, 1970. – 423 с.

S. A. KATAEVA

ECONOMIC EFFICIENCY OF THE USE OF BULLS' DAUGHTERS OF DOMESTIC AND FOREIGN BREEDING

Summary

The influence of bulls of the Belarusian, Canadian, American, Swedish and Hungarian breeding on the main traits of daughters is studied. The genotypes of new generations which are more effective in respect of productivity indicators are identified.

УДК 639.3.05(476)(100)

В. Ю. АГЕЕЦ

РЫБОВОДСТВО БЕЛАРУСИ В МИРОВОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ

Институт рыбного хозяйства, Минск, Республика Беларусь; e-mail: Ageyets@tut.by

(Поступила в редакцию 03.03.2014)

Введение. Рыбоводство на внутренних водоемах является уникальным видом деятельности в области рыбного хозяйства. Основной задачей его является удовлетворение потребности людей в рыбе и рыбопродуктах – незаменимых продуктах в пищевом рационе человека. Технологические приемы его ведения принципиально отличаются от приемов животноводства и растениеводства прежде всего тем, что позволяют с большей эффективностью использовать первичные звенья продукционной цепи.

Важным преимуществом рыбоводства является способность рыб утилизировать имеющиеся в водоеме кормовые ресурсы (детрит, фито- и зоопланктон, бентос, высшую водную растительность и др.) напрямую, преобразуя их в высококачественный белковый продукт.

Проблема обеспечения рыбой и рыбопродуктами настолько важна, что в специальном докладе ООН она выделяется отдельной графой в числе восьми других показателей, определяющих уровень продовольственной безопасности стран. В свою очередь, государства, не имеющие прямого выхода к морю, всесторонне стремятся компенсировать дефицит рыбопродуктов развитием рыбоводства.

Объемы вылавливаемых морепродуктов с каждым годом увеличиваются, но их запасы не безграничны. Чтобы предотвратить необратимый подрыв биологических ресурсов Мирового океана, ежегодный морской улов не должен превышать 80–90 млн т [1].

Нынешний уровень среднедушевого потребления рыбной продукции в Нидерландах составляет 19 кг в год, Италии – 20, Франции – 25, Дании – 31, Норвегии – 55, Японии – 72, Испании – 100, в Беларуси – 16–18 кг в год. В странах Африки этот показатель составляет 9 кг в год [2, 3].

Мировая аквакультура. За последние двадцать лет мировая аквакультура значительно ускорила свое развитие. В 2011 г. объем производства рыбы достиг 154 млн т, из которых практически половину составила аквакультура. Ежегодный мировой прирост продукции аквакультурных хозяйств составляет около 10 % [4].

Наибольшее развитие аквакультура в последнее десятилетие получила в странах Восточной Азии. Так, доля этих стран в мировом производстве продукции аквакультуры составляет 89 %, причем на долю Китая приходится более 60 % мирового производства [5, 6].

Крупнейшим в Европе производителем продукции пресноводной аквакультуры является Франция. Ее доля в общем объеме европейского производства составляет более 14,2 %. В этой стране основная часть рыбоводства приходится на два вида: карпа обыкновенного (5042 т в год) и радужную форель (41346 т в год). В последнее время наблюдается резкое увеличение производства сома. На втором месте находится Германия (11,5 % всего европейского производства), где в продукции аквакультуры также преобладают форель радужная (23884 т в год) и карп обыкновенный (12928 т в год). В последние годы в Германии отмечено увеличение производства двух местных видов лососевых: озерной форели и арктического гольца, а также европейского угря и сома [7].

Норвегия – основной производитель атлантического лосося. По его разведению она занимает первое место в мире. В ряде мест в настоящее время организовано разведение гольца. Проводится большая работа по внедрению в аквакультуру новых видов гидробионтов, в частности мидии, палтуса, устрицы, трески, зубатки, камбалы и гребешка [8].

Италию считают одним из мировых лидеров по производству радужной форели. Выращивают также угря, черного сомика, линя, гибридного полосатого окуня, африканского сома и тилапию.

Польша остается одним из европейских лидеров по производству карпа. Кроме того, в Польше активно выращивают форель, африканского сома, белого амура, толстолобика и линя [9].

В Чехии и Финляндии в небольших количествах разводят европейского сига, в Хорватии, Дании, Франции и Словении – судака, в Греции – атлантического лосося [10, 11].

В европейских странах разводят и другие виды лососевых рыб. Так, в Бельгии, Боснии и Герцеговине, Болгарии, Чехии, Дании, Франции, Румынии, Словакии, Словении, Великобритании отмечено увеличение производства американской палии.

Во внутренних водоемах Европы выращивают также чукучановых, американского сомика, большеротого окуня и гибридного полосатого окуня. В Бельгии, Греции, Венгрии, Италии, Нидерландах, Словакии, Испании, Швейцарии и Великобритании выращивают африканские виды рыб: африканского сома, мозамбикскую, нильскую и другие виды тилапий.

В последнее время в североевропейских странах (Бельгии, Финляндии, Исландии, Нидерландах и Швеции) снижается производство радужной форели, а европейского угря и африканского сома – возрастает [7].

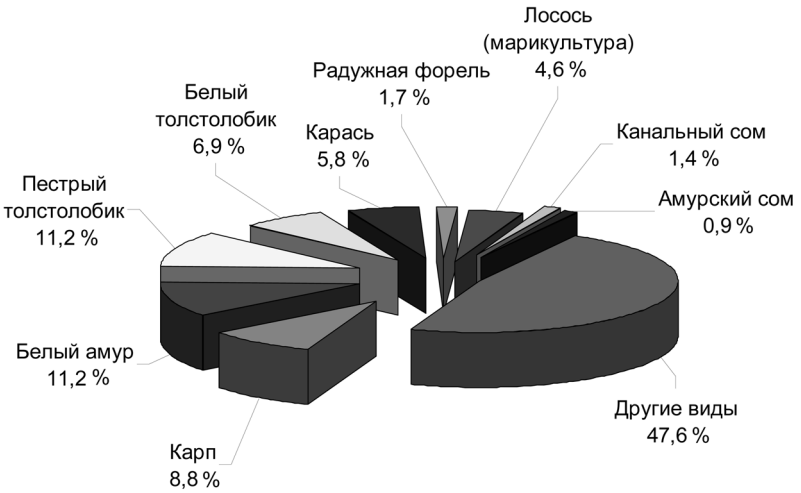
В странах Центральной Европы основу производства составляет карп (25840 т в год). Второе место занимает радужная форель (4202 т в год). В меньших количествах производят растительноядных рыб. В последние годы отмечается рост производства африканского сома, ручьевой форели и нильской тилапии.

В Балканском регионе основным культивируемым пресноводным видом является карп (9595 т в год). Второе место занимает радужная форель (7258 т в год), ее производство за последние пять лет увеличилось вдвое. Возросли также объемы производства европейского угря и сома, ручьевой форели и судака. Снижаются объемы производства карпа и растительноядных рыб [7].

В Северной Америке рост аквакультуры в последние годы прекратился, однако в Южной Америке этот сектор динамично и стабильно развивается, особенно в Бразилии и Перу.

В прудах Украины разводят карпа, толстолобика, белого амура, судака, щуку, сома европейского, линя, буффало, карася. В последнее время осваивают разведение осетровых и форелевых рыб [9, 12].

На рисунке представлена видовая структура производства рыбы в мировой аквакультуре, из которой видно, что карповые рыбы занимают первое место в рыбоводстве.



Видовая структура производства рыбы в мировой аквакультуре (по данным ФАО), 2008 г.

Современная пресноводная аквакультура Российской Федерации развивается по следующим направлениям:

• пастбищная аквакультура базируется на эффективном использовании естественных кормовых ресурсов водоемов;

• прудовая аквакультура – с использованием полуинтенсивных и интенсивных методов выращивания рыб;

• индустриальная аквакультура – с культивированием ценных видов и пород рыб, адаптированных к обитанию в ограниченных условиях, с высокими плотностями посадок и питанием искусственными комбикормами в сетчатых садках, бассейнах и установках замкнутого водообеспечения (УЗВ) [13].

Однако основное направление современной аквакультуры в Российской Федерации – прудовое рыбоводство. До 2020 г. запланировано в рамках аквакультуры получить 410 тыс. т продукции аквакультуры, в том числе: 210 тыс. т – от прудового, 55 – из индустриального, 60 – пастбищного рыбоводства, 80 тыс. т – из мариокультуры. Ведущее место в сельскохозяйственном рыбоводстве Российской Федерации занимают карповые виды рыб, годовое производство которых в последние годы составляет более 80 %.

Сегодня самым динамично развивающимся направлением пресноводной аквакультуры России является форелеводство, особенно в Северо-Западном федеральном округе. В 2011 г. объем выращенной товарной форели достиг 20 тыс. т. Ряд хозяйств с успехом осваивает выращивание новых теплолюбивых объектов, например, африканского сома, тиляпии, а также сиговых видов рыб – нельмы, пеляди, сига. Наметилась тенденция расширения видового разнообразия выращиваемых рыб как за счет аборигенной ихтиофауны (линь, щука, сом обыкновенный, карась, судак, окунь), так и использования ранее акклиматизированных видов (канальный сом, пиленгас, веслонос, буффало) [14–16].

В связи с катастрофическим снижением численности осетровых рыб в естественных местах обитания и запретом на их вылов в последние годы в мире получило развитие новое направление в аквакультуре – осетроводство.

Впервые выращиванием осетровых рыб заинтересовались США и страны Западной Европы (Франция, Германия, Италия, Израиль), где в конце 1970-х – начале 1980-х годов стали активно внедрять советскую биотехнологию товарного осетроводства. На сегодняшний день основным производителем осетровых рыб является Италия, где разводят североамериканский вид – белого осетра и гибриды осетровых рыб [17].

По экспертным оценкам в настоящее время в странах Центральной и Восточной Европы ежегодно производится свыше 10 тыс. т товарной осетровой рыбы, в том числе в России – 6 тыс. т, Болгарии – 1,2 тыс. т, Румынии – 800 т, Украине – 300 т, Беларуси – 100 т, Польше – 200 т, в Молдове – 400 т, в остальных странах (Латвии, Эстонии, Литве, Венгрии, Чехии, Словакии) – около 1000 т [18].

Активно развивается в осетроводстве икорное направление. В настоящее время в США ежегодно производят свыше 50 т осетровой черной икры из аквакультуры, в Западной Европе в указанных странах ежегодно получают около 40 т такой икры.

В последние 15–20 лет товарное осетроводство активно развивается в Китае, где выращивают свыше 20 тыс. т товарных осетровых в год и приступают к производству пищевой черной икры. По экспертным оценкам в ближайшие 2–3 года ее объемы составят 250–300 т.

В 2009 г. в странах Центральной и Восточной Европы произведено около 20 т пищевой черной осетровой икры из аквакультуры, наибольшие объемы приходятся на Россию – 12 т, Болгарию – 5 т, Румынию – 500 кг, Молдову – 300 кг [18].

Таким образом, доминирующими видами в странах Центральной и Восточной Европы являются карповые (75 % от общего производства пресноводной аквакультуры), а в западноевропейской аквакультуре – форель (68 % от пресноводного производства). Кроме того, в европейской аквакультуре быстрыми темпами развивается осетроводство.

Наиболее распространенными типами рыбоводных хозяйств в Европе являются экстенсивное и полуинтенсивное разведение в прудах карпа и других карповых рыб, а также сомов. В интен-

сивных проточных системах (небольшие прудики, бассейны) выращивают форель и других лососевых. Системы замкнутого цикла водообеспечения используются для разведения угрей и других ценных видов рыб [7].

Аквакультура Беларуси. Республика Беларусь не имеет выхода к морю, поэтому основное количество рыбы завозится из-за ее пределов в состоянии глубокой заморозки. Однако известно, что 20 % потребляемой рыбы должно быть в живом и свежем виде.

Нормами рационального потребления пищевых продуктов, утвержденными Министерством здравоохранения Республики Беларусь, предусмотрено среднегодовое потребление рыбы и морепродуктов (в зависимости от возраста и физической активности) от 16 до 24 кг/чел. в год. Для устойчивого обеспечения потребности населения республики необходимо не менее 200 тыс. т рыбы и рыбной продукции в год.

В настоящее время внутренние потребности Республики Беларусь в рыбе и рыбопродуктах удовлетворяются преимущественно за счет импорта морского и океанического сырья и продукции собственного производства (рыболовство и аквакультура). Максимальный объем импорта рыбы и рыбной продукции в Республику Беларусь в 2006 г. составил 193,0 тыс. т, в том числе 140,5 тыс. т – импорт, 52,5 тыс. т – неучтенный импорт (таблица).

Потребление рыбопродукции населением Беларуси (без учета вылова любителями), кг/чел. в год

Год	Потребление рыбы и рыбопродуктов, кг/чел. в год	
	всего	продукция собственного производства
1960	8,0	0,6
1970	13,9	1,0
1980	16,3	0,8
1990	19,6	1,8
2000	9,5	0,6
2005	18,4	0,6
2006	17,4	0,8
2007	17,5	1,0
2008	15,9	1,2
2009	13,2	1,4
2010	14,5	1,6
2011	15,6	1,9
2012	8,7	1,2

По данным Министерства статистики Республики Беларусь, за январь–декабрь 2012 г. в страну импортировано 121,6 тыс. т рыбы и рыбопродуктов на сумму более 300 млн долларов США, из них около 6,0 тыс. т рыбы свежей и охлажденной на сумму 32 млн долларов США. В числе последней преобладает продукция из числа так называемых «деликатесных» или «ценных» видов (лососевые, осетровые и др.) морской и пресноводной аквакультуры. Продукция собственного производства в Беларуси за этот период составила всего 17,6 тыс. т (без учета посадочного материала), из них 94,5 % приходится на продукцию прудовой аквакультуры.

Среднедушевое потребление рыбы и рыбной продукции увеличилось от 9,5 кг в 2000 г. до 15,6 кг в 2011 г. Однако в 2012 г. в связи с кризисной ситуацией потребление рыбопродукции населением Беларуси снизилось до 8,7 кг/чел. в год. Доля потребления рыбы из внутренних водоемов республики составила 13,8 % от общего объема (2,4 кг/чел.).

Производственная база рыбоводства в Республике Беларусь представлена полносистемными прудовыми хозяйствами (20 рыбхозов, в том числе 18 – в системе Минсельхозпрода), садковыми линиями на сбросных теплых водах (Березовская и Новолукомльская ГРЭС), имеющимися и вновь создаваемыми бассейновыми мощностями на производственных предприятиях и рыбхозах, прудами неспециализированных сельскохозяйственных предприятий. В общем объеме производства товарной рыбы на долю специализированных прудовых хозяйств приходится 93,4 %, тепловодных хозяйств – 0,3 %, бассейновых хозяйств – 0,4 %, прудов сельхозпредприятий и других объектов коммунальной собственности – 5,4 %. Следовательно, прудовое рыбоводство в сложив-

шемся виде есть и будет оставаться определяющим фактором получения продукции аквакультуры в Беларуси.

Государственной программой развития рыбохозяйственной деятельности Республики Беларусь на 2011–2015 годы предусмотрено увеличение производства товарной рыбы в республике к 2015 г. до 25,2 тыс. т, в том числе прудовой рыбы – до 19,7 тыс. т, озерно-речной рыбы – до 1,7 тыс. т [19].

Аквакультура Беларуси включает прудовое и индустриальное рыбоводство (выращивание рыбы в садках, бассейнах и в установках замкнутого водообеспечения). В этих направлениях работают специализированные рыбоводные организации, фермерские хозяйства, индивидуальные предприниматели, физические лица и другие организации, у которых рыбоводство не является основным видом деятельности. Рыбоводство Беларуси традиционно базируется на разведении карповых рыб в прудах. Доля карпа в настоящее время снижена с 90 до 75 % в связи с акклиматизацией растительноядных рыб.

Главными задачами для рыбоводов Республики Беларусь в ближайшие годы являются не только наращивание производства объемов рыбы с целью стабилизации продовольственной безопасности страны, но и расширение ее видового состава, прежде всего за счет ускоренного наращивания объемов производства ценных видов рыб, таких как форель, осетровые и сомовые, на долю которых приходится около 1,5 % от общего объема производства, и довести к 2015 г. их производство до 3,8 тыс. т.

В ближайшей перспективе основным валообразующим направлением развития аквакультуры республики останется прудовое рыбоводство. Основным объектом рыбоводства у нас попрежнему будет карп, главными добавочными видами – растительноядные рыбы.

В прудовой поликультуре следует шире использовать гибриды толстолобиков, так как они обладают повышенной жизнестойкостью и по характеру питания занимают промежуточное положение между исходными видами, отклоняясь в зависимости от кормовой обстановки в сторону одного из родителей. В прудах, бедных зоопланктоном, гибриды переходят на потребление фитопланктона и детрита.

В уже сложившейся поликультуре практически нет свободных мест, используя которые можно было бы получить значительный эффект, поэтому возникла необходимость поиска новых вариантов поликультуры, учитывающих современные условия, достижения рыбоводства, новые приоритеты и задачи, стоящие перед рыбной отраслью.

Определенный интерес как объект поликультуры представляют буффало, у которых требования к условиям содержания, в том числе гидрохимическому режиму, при выращивании те же, что и для растительноядных рыб.

Средняя масса двухлеток большеротого буффало может составлять 450–600 г и их целесообразно использовать для совместного выращивания с карпом и гибридом белого и пестрого толстолобиков. Перспективна поликультура из трех видов буффало с карпом, белым амуром и белым толстолобиком.

Очень перспективным для выращивания в прудах является веслонос. Это единственный представитель осетрообразных, питающийся планктоном и детритом. Высокий темп роста, отличные вкусовые качества мяса, сходные с мясом белуги, и деликатесная икра ставят веслоноса в ряд наиболее ценных видов рыб планеты и делают его перспективным объектом для разведения в прудах. Кроме того, в связи с приоритетным значением в современном рыбоводстве республики разработок низкозатратных ресурсосберегающих технологий особенный интерес представляет веслонос-планктофаг при использовании его в поликультуре. Как объект прудового и пастбищного рыбоводства он позволит утилизировать огромные биоэнергетические ресурсы внутренних водоемов в виде продукции зоопланктона и детрита, трансформируя их в ценную рыбную продукцию. При наличии собственного посадочного материала можно будет без дополнительных затрат дорогостоящих концентрированных кормов получать более 100 кг/га дешевого отечественного мяса осетра.

В водоемах с напряженным гидрохимическим режимом можно выращивать гибриды карпа и карася. Гибриды немного уступают карпу в росте, однако благодаря повышенной жизнестойкости обеспечивают хороший выход продукции. Их можно оставлять в водоеме на зиму, что особенно ценно для плохо облавливаемых прудов.

С целью профилактики трематодозов карповых рыб и получения дополнительной продукции в водоемы можно подсаживать черного амура, который питается моллюсками, резко снижая их численность. Нормы посадки черного амура зависят от количества моллюсков.

Для районов с недостаточным количеством тепла объектом выращивания могут стать рыбы семейства сиговых, наиболее широким представителем которых является пелядь. В прудах, богатых зоопланктоном, рыбопродуктивность за счет пеляди может достигать 150–200 кг/га. Возможно совместное выращивание пеляди с карпом, чиром и чудским сигом. В качестве добавочных рыб можно использовать ряпушку, рипуса, а также гибридов чудского сига с пелядью и пеляди с чиром. Эти рыбы способны жить и расти при температуре воды 20–22 °С. Для их выращивания пригодны незаросшие и слабозаиленные пруды.

Уже на первом году жизни, к концу вегетационного периода, пелядь может достигать товарной массы 150 г. На втором году выращивания масса двухлеток осенью может составить 300–400 г. Темп роста пелчира несколько превосходит темп роста пеляди. Наиболее благоприятными районами для выращивания как пеляди, так и пелчира являются I–III зоны рыбоводства. Пелчир хорошо растет в поликультуре совместно с карпом и белым толстолобиком.

Кроме прудового в Беларуси широко развивается индустриальное рыбоводство, включающее выращивание рыбы в садках, бассейнах и установках замкнутого водоснабжения. Себестоимость выращивания рыбы в садках и бассейнах выше, чем в прудах, но ниже, чем в замкнутых установках.

Относительно высокая себестоимость аквакультуры в установках замкнутого водоснабжения из-за высокой стоимости энергоносителей, необходимости применения более качественных, а следовательно, и более дорогостоящих комбикормов, но при этом и их продуктивность с кубометра воды значительно выше. Поэтому в индустриальных условиях экономически оправдано выращивание в основном ценных видов рыб. Самая высокая рентабельность выращивания в установках замкнутого водоснабжения сомовых рыб из-за возможности содержания их при высокой плотности посадки, затем идут осетры и форель.

Решение всех поставленных перед рыбоводной отраслью Беларуси производственных задач должно сопровождаться соответствующими научными исследованиями и разработкой необходимых технологий.

Для повышения рентабельности осетроводства необходимо кроме индустриального выращивания разработать технологию выращивания товарных осетровых рыб в прудах Беларуси разной площади с использованием интенсивной и экстенсивной технологий, разработать рецепты и технологию приготовления качественных отечественных комбикормов, способных максимально заменить импортные аналоги.

Для разведения всех вышеперечисленных перспективных для Республики Беларусь объектов выращивания в прудах и индустриальных условиях необходимо сформировать ремонтно-маточные стада, адаптированные к местным условиям, разработать соответствующие технологии их содержания, пополнения, воспроизводства, выращивания посадочного материала и товара, применимые к нашему региону.

Заключение. Таким образом, анализ мировой аквакультуры показывает, что в Центральной и Восточной Европе основным объектом аквакультуры является карп, Западной и Северной Европы – форель. Видовое разнообразие выращиваемых в аквакультуре видов рыб значительное и зависит от региона и акклиматизации новых видов. В последние годы увеличивается количество производимых лососевых, сомовых, осетровых и других ценных видов рыб.

В странах Центральной и Восточной Европы, а также в странах бывшего СССР рыбоводство (в основном карповых) осуществляется в прудах. В настоящее время наблюдается тенденция снижения объемов производства карпа и увеличения объемов производства ценной не только по стоимости, но и по вкусовым и потребительским качествам рыбной продукции.

В странах Западной Европы и других странах мира набирает обороты индустриальное рыбоводство. И хотя оно более затратное и энергоемкое, чем прудовое, производство в индустриальных системах ценных видов рыб с высокой товарной стоимостью и значительным экспортным потенциалом делает индустриальное выращивание рыбы экономически оправданным, так как

позволяет круглогодично получать высококачественную продукцию. Кроме того, индустриальное рыбоводство обладает такими преимуществами, как минимальное использование в производстве земельных и водных ресурсов, большая производительность труда персонала, высокая автоматизация и концентрация производства. Использование передовых технологий и высокий уровень рыбопродукции на сегодняшний день делают индустриальное рыбоводство высшей формой современного пресноводного рыбоводства в мире.

Рыбоводство Беларуси также, как и рыбоводство других стран, находится на переходном этапе от экстенсивной прудовой к интенсивной индустриальной аквакультуре. При этом происходит постепенная замена производства карповых рыб с низкой стоимостной характеристикой на ценные виды, с более высокими вкусовыми и потребительскими качествами.

Основой эффективного развития рыбохозяйственной деятельности является реализация комплекса научно обоснованных мероприятий, обеспечивающих ее устойчивое развитие.

Для выполнения главной государственной задачи по дальнейшему повышению эффективности деятельности рыбоводства НАН Беларуси и Минсельхозпрод осуществляют комплекс мер: по широкому внедрению новейших научных разработок и инноваций по всем направлениям рыбохозяйственной деятельности; совершенствованию селекционно-племенной работы; применению экономически обоснованных инновационных технологий разведения ценных видов рыб; осуществлению экологически безопасных противоэпизоотических мероприятий по их защите; внедрению новых методов селекции, повышению качества и удешевлению кормов.

В этих целях обеспечивается проведение необходимого комплекса научных исследований, направленных на усиление продовольственной безопасности страны путем расширения видовой структуры селекционируемых видов и повышения генетического потенциала используемых производственных стад рыб.

Литература

1. *Федорова, З. В.* Марикультура в 2000 г. (статистические данные ФАО) и перспективы развития аквакультуры до 2010 г. / З. В. Федорова // Рыб. хоз-во, Сер. Марикультура. – 2003. – Вып. 1. – С. 1–20.

2. *Жуков, А.* «Золотая» рыбка Беларуси / А. Жуков // Сельское хозяйство Беларуси. – 2011. – № 4(108). – С. 1.

3. *Никоноров, С. И.* Оценка перспектив воспроизводства основных объектов аква- и марикультуры в России с использованием опыта различных стран / С. И. Никоноров, В. В. Шевченко, М. Б. Монаков // Современное состояние и перспективы аквакультуры в России / М-во сел. хозяйства РФ. – М., 2008. – С. 165.

4. *Приверзенцев, Ю. А.* Рыбоводство / Ю. А. Приверзенцев, В. А. Власов. – М.: Мир, 2004. – 456 с.

5. Состояние мирового рыболовства и аквакультура // Департамент рыболовства и аквакультуры ФАО, Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций / Мировой обзор рыболовства и аквакультуры. – Рим, 2012. – Ч. 1. – С. 3–5.

6. *Зиланов, В. К.* Презентация рыбного хозяйства Китая / В. К. Зиланов // Рыбная промышленность. – 2007. – № 1. – С. 26.

7. *Богерук, А. К.* Мировая аквакультура: опыт России / А. К. Богерук, И. А. Луканова. – М., 2010. – С. 171, 183–188.

8. Аквакультура Норвегии от научных экспериментов – к промышленным масштабам // Рыбное хозяйство. – 2009. – № 4. – С. 46–48.

9. *Бежанова, О.* Цена рыбоводного бизнеса в Украине / О. Бежанова, Н. Кабирова // Актуально о рыбе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.fishindustry.net. – Дата доступа: 02.02.2014.

10. *Коуржил, Я.* Чешское рыбоводство в настоящее время / Я. Коуржил // Стратегия развития аквакультуры в условиях XXI века: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23–27 авг. 2004 г. – Минск, 2004. – С. 64–65.

11. *Welcomme, R. L.* International introductions of inland aquatic species / R. L. Welcomme // FAO Fisheries Technical Paper. – 1988. – N 294. – P. 27–31.

12. Основные направления стратегии развития пресноводной аквакультуры в Украине / С. И. Алымов [и др.] // Стратегия развития аквакультуры в условиях XXI века: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23–27 авг. 2004 г. – Минск, 2004. – С. 15–18.

13. Стратегия развития аквакультуры Российской Федерации на период до 2020 года: утв. Минсельхозом РФ 10.09.2007.

14. Состояние и перспективы развития аквакультуры в Российской Федерации / Б. Н. Котенев [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2006. – № 5. – С. 25–29.

15. Разведение одомашненных видов и пород рыб (развитие сельскохозяйственного рыбоводства) в Российской Федерации на 2011–2013 годы: отраслевая программа. – М., 2011. – С. 12.

16. *Богерук, А. К.* Аквакультура – важнейшее направление в обеспечении населения страны высококачественными продуктами питания / А. К. Богерук // Финансовый эксперт. – 2006. – № 1. – С. 65–71.

17. Sturgeon farming in Western Europe: recent developments and perspectives / P. Williot [et al.] // Aquat Living Resour. – 2001. – N 14. – P. 367–374.

18. *Васильева, Л. М.* Состояние и перспективы развития осетроводства в странах Центральной и Восточной Европы / Л. М. Васильева // Рыба и морепродукты. – 2010. – № 2. – С. 25–28.

19. Государственная программа развития рыбохозяйственной деятельности на 2011–2015 годы: утв. Постановлением Совета Министров Респ. Беларусь № 159 от 17.02.2012. – Минск, 2012. – 40 с.

V. Yu. AGEYETS

FISH FARMING OF BELARUS IN THE WORLD AQUACULTURE

Summary

Achieving by the world fish industry the limited amount of seafood catch made it necessary to develop aquaculture in order to provide people with protein food. The total number of fish to be raised in aquaculture as well as the number of valuable fish species is increasing. Besides salmon and sturgeon, the amount of raised eel, tilapia and African catfish is also increasing.

The main objectives for fish farmers of Belarus in the nearest future are not only to increase the amount of fish in order to stabilize the food safety of the country, but also to extend its species composition, first of all due to the quick increase of raising valuable fish species, such as trout, sturgeon and catfish.

МЕХАНІЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА

УДК 631.431.7

А. Н. ОРДА[1], В. А. ШКЛЯРЕВИЧ[1], А. С. ВОРОБЕЙ[2]

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ПРОЦЕСС СЛЕДООБРАЗОВАНИЯ

*[1] Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь, e-mail: Ordaan@tut.by*
*[2] Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства,
Минск, Республика Беларусь*

(Поступила в редакцию 20.06.2013)

При многократном воздействии ходовых систем и рабочих органов мобильной сельскохозяйственной техники в почве образуются различные по своим физико-механическим свойствам почвенные слои. Высота верхнего (пахотного) слоя почвы равняется глубине обработки и, как правило, составляет 20–30 см. Под рыхлым верхним слоем расположен более плотный слой почвы, называемый различными исследователями по данной тематике «подстилающее основание» либо «плужная подошва». Этот слой отличается от верхнего слоя почвы значительно большей плотностью. В процессе движения мобильной сельскохозяйственной техники по поверхности поля деформации в почве под ее движителями в зависимости от свойств почвы и режимов эксплуатации могут достигать подстилающего основания. Формирующееся при этом ядро уплотнения, достигнув своего предельного состояния, после контакта с подстилающим основанием разрушается с образованием переуплотненных почвенных глыб, что приводит к ухудшению условий прорастания и роста сельскохозяйственных культур и в конечном итоге к снижению их урожайности, а также к увеличению затрат на последующую обработку почвы. Поэтому для обоснования допустимого уплотняющего воздействия ходовых систем на почву определим критические значения глубины следа и напряжений, при которых начинается разрушение ядра уплотнения почвы, в зависимости от режимов эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники, выраженных через коэффициент сцепления движителя с почвой, нормальные и касательные напряжения в почве.

Цель работы – определение критических значений глубины следа и напряжений в почве под воздействием ходовых систем при различных режимах эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники.

При воздействии движителя мобильной сельскохозяйственной техники на почву с увеличением нагрузки осадка почвы растет не только из-за ее уплотнения (фаза уплотнения), но и в результате выдавливания частиц почвы из-под движителя (фаза сдвигов) с образованием валов выпирания [1, с. 118]. В конце фазы уплотнения (в начале фазы сдвигов) непосредственно под движителем начинает формироваться ядро уплотнения почвы, имеющее форму конуса, основанием которого служит опорная поверхность движителя, оно в дальнейшем и выдавливает почву в стороны, обуславливая тем самым значительные осадки движителя (рис. 1). Когда давление на почву под движителем достигает ее несущей способности, полностью сформировавшееся ядро внедряется в почвенный массив, при этом сжимающее усилие при дальнейшем погружении движителя в почву практически не увеличивается.

Образующееся в процессе воздействия движителя мобильной сельскохозяйственной техники на почву ядро уплотнения, достигнув подстилающего основания, встречает с его стороны сопро-

тивление и сжимается (рис. 2, *а*), при этом плотность почвы в ядре увеличивается, а участок подстилающего основания доуплотняется (рис. 2, *б*). Следует отметить, что плотность почвы в подстилающем основании составляет 1500–1700 кг/м^3, а в сформированном ядре уплотнения находится в пределах 1350–1500 кг/м^3 [2]. Поэтому при воздействии ядра уплотнения почвы на подстилающее основание напряжение в нем достигает предела прочности, соответствующего критической глубине следа $h_{кр}$, и происходит разрушение ядра уплотнения с образованием переуплотненных почвенных структурных макроагрегатов – глыб (рис. 2, *в*) [3]. Образовавшиеся глыбы плохо поддаются рыхлению, в результате чего повышается удельный вес крупных макроагрегатов в следе.

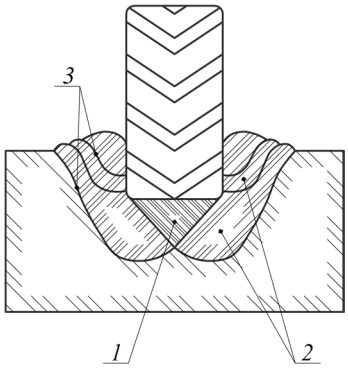


Рис. 1. Схема образования ядра уплотнения в почве под движителем мобильной сельскохозяйственной техники: *1* – ядро уплотнения почвы; *2* – зоны сдвигов; *3* – площадки скольжения

Рассмотрим деформацию почвы движителем мобильной сельскохозяйственной техники при его движении по поверхности поля со скоростью $\overline{\upsilon}$ (рис. 3, *а*) для случая рыхлого верхнего слоя почвы и плотного подстилающего основания (плужной подошвы). Выделим элементарный кубик в рыхлом верхнем слое почвы, расположенный под опорной поверхностью движителя (рис. 3, *б*). Под действием вертикальной нагрузки *G*, с одной стороны, и реакции плотного подстилающего основания на данную нагрузку, с другой стороны, на его горизонтальных площадках (плоскость *x*0*z*) действует нормальное напряжение σ_y. От действия касательной силы тяги $F_к$, развиваемой движителем, в горизонтальной плоскости на площадках *x*0*z* возникают касательные напряжения τ_{yx}, вызывающие сдвиг почвы (рис. 3, *б*).

Условие предельного напряженного состояния почвы определяется соотношением между наибольшим касательным напряжением τ и нормальной составляющей напряжения σ и имеет вид нелинейной зависимости Мора [4, с. 39, ф. 1.47]:

$$\tau = f(\sigma). \tag{1}$$

Графически условие предельного напряженного состояния, выраженное зависимостью (1), отображается предельной кривой, которую для связной почвы и с учетом того, что для нашего случая (см. рис. 3) напряжением сдвига является касательное напряжение τ_{yx}, а нормальным сжимающим напряжением – σ_y, можно аппроксимировать следующей функцией [4, с. 40, ф. 1.48]:

$$\tau_{yx} = \sigma_y \mathrm{tg}\varphi + c, \tag{2}$$

где tgφ – коэффициент трения; φ – угол трения, град.; *c* – сцепление, определяемое прочностью внутренних связей между отдельными частицами и их агрегатами, кПа.

Из [5, с. 234, ф. 4.16] известно, что коэффициент сцепления $\varphi_{сц}$ равен

$$\varphi_{сц} = \mathrm{tg}\varphi + \frac{c}{\sigma_y}. \tag{3}$$

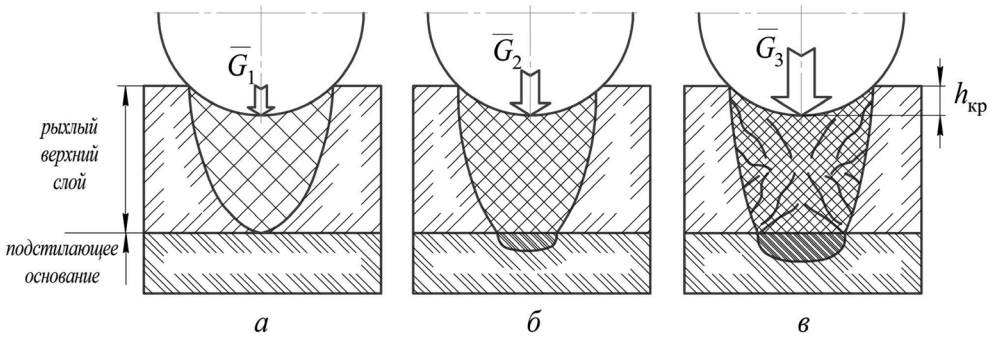


Рис. 2. Схема формирования и разрушения ядра уплотнения в почве под движителем при наличии плотного подстилающего основания: *а* – касание ядра уплотнения подстилающего основания; *б* – доуплотнение ядра уплотнения; *в* – разрушение ядра уплотнения

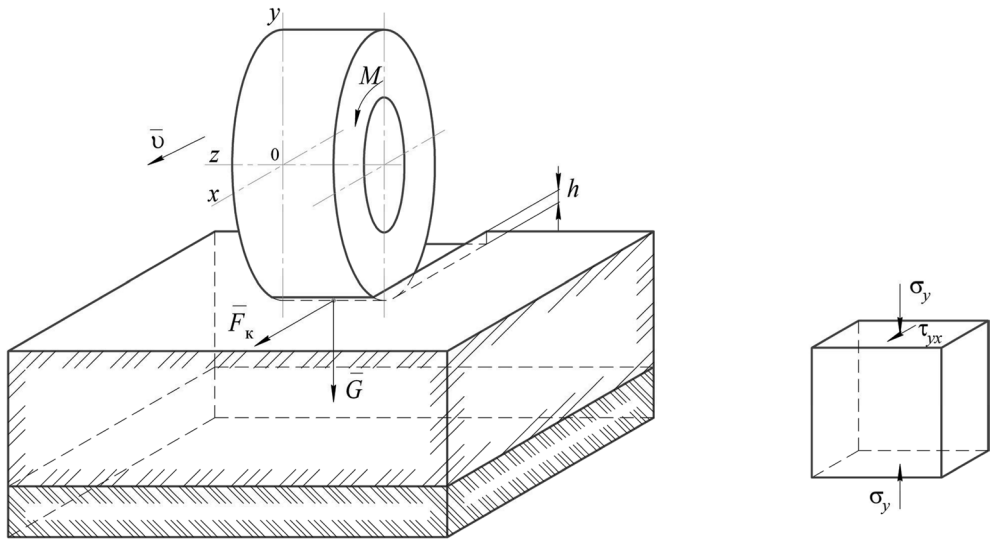


Рис. 3. Схема взаимодействия движителя мобильной сельскохозяйственной техники с почвой (*а*) и напряженного состояния в почве под движителем (*б*)

Из зависимости (3) выражаем нормальное сжимающее напряжение σ_y:

$$\sigma_y = \frac{c}{\varphi_{сц} - \mathrm{tg}\varphi}. \tag{4}$$

Рассмотрим случай, когда $c = 0$ (несвязная почва). Тогда зависимость (4) примет следующий вид:

$$\sigma_y(\varphi_{сц} - \mathrm{tg}\varphi) = 0. \tag{5}$$

Так как нормальное сжимающее напряжение не может быть равно нулю, следовательно, нулю равняется разница коэффициентов сцепления и трения, т. е.

$$\varphi_{сц} - \mathrm{tg}\varphi = 0. \tag{6}$$

Из зависимости (2) выразим нормальное сжимающее напряжение:

$$\sigma_y = \frac{\tau_{yx} - c}{\mathrm{tg}\varphi}. \tag{7}$$

На основании уравнения (7) построим зависимость нормального напряжения от связности почвы при различных значениях касательного напряжения.

Анализ графической зависимости (рис. 4) показывает, что с увеличением сцепления почвы *c* предельное нормальное напряжение σ_y снижается.

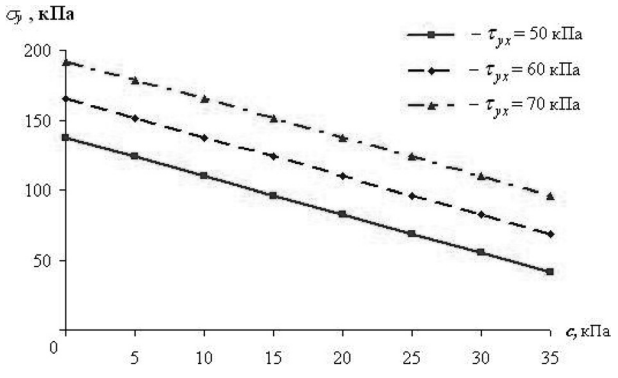


Рис. 4. Зависимость нормального напряжения от связности почвы при различных значениях касательного напряжения

Нормальное напряжение в контакте движителя с почвой при наличии рыхлого верхнего слоя и твердого подстилающего основания определяем по формуле [2, с. 7]:

$$\sigma = \frac{2h_{упл}k_0}{\pi}\mathrm{tg}\left(\frac{\pi}{2}\frac{h}{h_{упл}}\right), \tag{8}$$

где h – глубина следа (осадка почвы), м; k_0 – коэффициент объемного смятия почвы, кН/м^3; $h_{упл}$ – предельная величина уплотнения почвы деформатором, м [2, с. 7]:

$$h_{\text{упл}} = H\frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_{\min}}{(1+\varepsilon_0)\left[1-2\nu(1+\varepsilon_{\min})\right]}. \quad (9)$$

Здесь H – высота пахотного слоя, м; ε_0 – коэффициент пористости почвы до нагружения; $\varepsilon_{\min}$ – минимально возможный коэффициент пористости почвы; ν – коэффициент бокового расширения почвы для случая деформирования с ограниченной возможностью расширения.

Поскольку левые части зависимостей (4) и (8) равны ($\sigma_y = \sigma$), приравняем правые:

$$\frac{c}{\varphi_{\text{сц}} - \text{tg}\varphi} = \frac{2h_{\text{упл}}k_0}{\pi}\text{tg}\left(\frac{\pi}{2}\frac{h}{h_{\text{упл}}}\right). \quad (10)$$

Так как левая часть уравнения (10) соответствует предельному напряженному состоянию при сдвиге почвы, то глубина следа h равна глубине следа $h_{\text{ср}}$, при которой происходит срез «почвенных кирпичей» почвозацепами движителя. Решим уравнение (10) относительно h с учетом того, что $h = h_{\text{ср}}$:

$$h_{\text{ср}} = \frac{2h_{\text{упл}}}{\pi}\text{arctg}\left(\frac{\pi c}{2h_{\text{упл}}k_0(\varphi_{\text{сц}} - \text{tg}\varphi)}\right). \quad (11)$$

Глубина следа $h_{\text{ср}}$, определяемая по зависимости (11), соответствует такой глубине следа, при которой происходит срез и разрушение почвы почвозацепами движителей мобильной сельскохозяйственной техники.

На основании полученного уравнения (11) нами построена графическая зависимость глубины следа $h_{\text{ср}}$ от коэффициента объемного смятия дерново-подзолистой почвы при значениях коэффициента сцепления от 0,4 до 0,8 (рис. 5). При расчетах принимались следующие значения параметров и коэффициентов почвы: H = 0,25 м; ε_0 = 1,1; $\varepsilon_{\min}$ = 0,33; ν = 0,2; c = 20 кПа; $\varphi = 20^{\text{o}}$ (tgφ = 0,364). При этом, согласно зависимости (9), $h_{\text{упл}}$ = 0,2 м.

Так, на рис. 5 видно, что с ростом коэффициента объемного смятия почвы k_0, отражающего основные физико-механические свойства почвы, величина глубины следа $h_{\text{ср}}$ уменьшается.

Условие предельного плоского напряженного состояния, выраженное через главные напряжения, записывается в виде [6]:

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}\sin 2\alpha, \quad (12)$$

где σ_1 и σ_3 – главные напряжения; α – угол поворота главных площадок, град.

Произведем преобразования с учетом зависимостей (2) и (12), в результате получим условие предельного напряженного состояния в следующем виде [4]:

$$\sin\varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + 2\sigma_c}, \quad (13)$$

где σ_c – внутреннее давление сжатия в почве (давление связности).

Допустим, что для некоторого диапазона давлений главное напряжение σ_3 является линейной функцией напряжения σ_1. Тогда можно записать

$$\sigma_3 = \beta_{\text{д}}\sigma_1 \quad (14)$$

($\beta_{\text{д}}$ – опытный коэффициент бокового давления почвы).

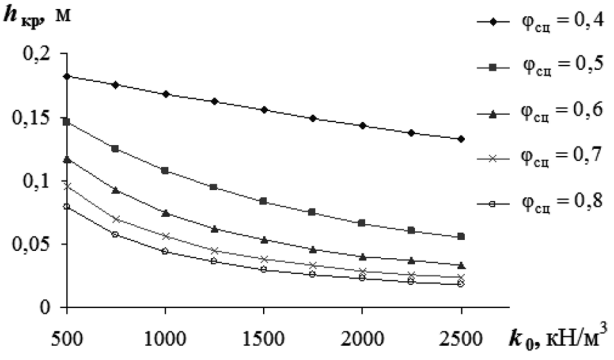


Рис. 5. Зависимость глубины следа при срезе почвы от коэффициента объемного смятия дерново-подзолистой почвы

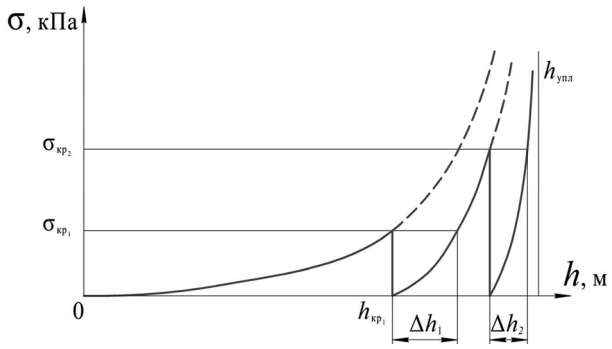


Рис. 6. Зависимость нормального сжимающего напряжения в контакте «движитель–почва» от глубины осадки при наличии плотного подстилающего основания

Подставив в уравнение (13) значение σ_3, получаем условие предельного напряженного состояния в следующем виде:

$$\sigma_1 = \frac{2\sigma_c \sin\varphi}{1-\beta_д - \sin\varphi - \beta_д \sin\varphi}. \qquad (15)$$

Выражение (15) позволяет определить критическое напряжение, при достижении которого в некоторой точке почвенного массива ядро уплотнения начнет разрушаться. Данное напряжение зависит от свойств почвы.

Решив совместно уравнения (8) и (15) относительно h, получаем критическую глубину следа $h_{кр1}$ при проходе движителя по поверхности почвы:

$$h_{кр1} = -\frac{\operatorname{arctg}\left[\dfrac{2\sigma_c b \sin\varphi}{a(\beta_д + \beta_д \sin\varphi + \sin\varphi - 1)}\right]}{ab} \qquad (16)$$

(a, b – почвенные коэффициенты [2]).

Глубина $h_{кр1}$ соответствует такой глубине следа при проходе движителя, когда напряжение в почве достигает критического значения $\sigma_{кр1}$ и начинается разрушение ядра уплотнения. В процессе разрушения ядра уплотнения происходит мгновенное снижение напряжения в уплотняемом слое практически до нуля с последующим его нарастанием до некоторой величины $\sigma_{кр2}$ (рис. 6), при этом из-за изменившихся свойств почвы $\sigma_{кр2} > \sigma_{кр1}$. Далее происходит разрушение вновь образовавшегося ядра, пока нормальное сжимающее напряжение почвы, создаваемое ходовой системой, не окажется меньше критического напряжения $\sigma_{кр_n}$ при n-м разрушении ядра уплотнения.

В каждом из циклов разрушения происходит дополнительная осадка почвы на величину Δh_n (см. рис. 6), где n = (1, 2,…, N) соответствует порядковому номеру цикла разрушения.

Таким образом, графическая зависимость нормального сжимающего напряжения от глубины осадки почвы (см. рис. 6) имеет «пилообразный» характер, аналогичный зависимости накопления повторных осадок при многократном нагружении почвы движителями мобильной сельскохозяйственной техники [2]. В дальнейших исследованиях зависимость критической глубины следа (16) может быть использована для определения плотности почвы при воздействии ходовых систем сельскохозяйственных машин.

Выводы

1. На основании теории предельного напряженного состояния при сдвиге почвы получена зависимость глубины следа, при которой происходит срез и разрушение почвы под движителем, от механических свойств почвы при различных режимах эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники, выраженные через коэффициент сцепления движителя с почвой.

2. Согласно теории предельного плоского напряженного состояния почвы, получена зависимость, позволяющая определить глубину следа, при которой начинается разрушение ядра уплотнения почвы при наличии рыхлого верхнего слоя почвы и плотного подстилающего основания. Величина критической глубины следа может служить в качестве критерия при обосновании параметров ходовых систем и режимов работы мобильной сельскохозяйственной техники.

Литература

1. *Цытович, Н. А.* Механика грунтов. Краткий курс: учебник / Н. А. Цытович. – 6-е изд. – М.: Либроком, 2011. – 272 с.

2. *Орда, А. Н.* Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: автореф. дис. … д-ра техн. наук: 05.20.03 / А. Н. Орда; Белорус. аграр. техн. ун-т. – Минск, 1997. – 36 с.

3. *Орда, А. Н.* Оценка воздействия на почву ходовых систем и рабочих органов почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов / А. Н. Орда, Н. А. Гирейко, А. Б. Селеши // Агропанорама. – 2006. – № 2. – С. 6–9.

4. *Скотников, В. А.* Основы теории проходимости гусеничных мелиоративных тракторов / В. А. Скотников, А. Е. Тетеркин. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 256 с.

5. *Скотников, В. А.* Проходимость машин / В. А. Скотников, А. В. Пономарев, А. В. Климанов. – Минск: Наука и техника, 1982. – 328 с.

6. *Подскребко, М. Д.* Сопротивление материалов: учебник / М. Д. Подскребко. – Минск: Вышэйшая школа, 2007. – 797 с.

A. N. ORDA, V. A. SHKLYAREVICH, A. S. VOROBEI

INFLUENCE OF THE MODES OF OPERATION OF AGRICULTURAL MACHINERY ON TRACE FORMING

Summary

The article considers the processes happening in the course of forming a bulb of pressure under the influence of running systems of mobile agricultural machinery. The mathematical models enabling to identify the trace depth depending on various soil conditions at different modes of operation of mobile agricultural machinery are made.

УДК 628.16

В. Я. ГРУДАНОВ[1], Ю. А. СЕКАЦКАЯ[2], В. М. ПОЗДНЯКОВ[1], А. А. БРЕНЧ[1]

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОДЫ В ГАЗО-ЖИДКОСТНОМ ЭЖЕКТОРЕ МНОГОСОПЛОВОГО ТИПА

[1]Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь, e-mail: bgatu-nii@tut.by
[2]Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 29.01.2013)

Введение. Развитие рынка пищевой, особенно пивобезалкогольной, и ликероводочной продукции, а также индустрии расфасованной воды сопровождается острой конкурентной борьбой, следствием которой является все более пристальное внимание производителей к качеству продукции, в том числе к водоподготовке как к одному из ключевых технологических процессов.

Важнейшим звеном в единой технологической цепочке водоподготовки является обезжелезивание воды, поскольку источником водоснабжения большинства предприятий пищевой промышленности являются подземные скважинные воды, отличающиеся высоким содержанием железа и железобактерий. Так, например, содержание железа в подземных водах Брестской области составляет 0,2–3,8 мг/л, Витебской – 0,6–9,1, Гомельской – 0,2–3,5, Гродненской – 0,3–2,1, Минской – 0,2–2,2, а Могилевской – 0,3–7,5 мг/л [1].

Высокое содержание железа ухудшает органолептические показатели воды, она имеет желтовато-бурую окраску и повышенную мутность, приобретает неприятный железистый привкус. Железобактерии вызывают отложения в металлических трубах, которые ведут к значительным потерям напора и быстрому разрушению труб. Длительное употребление воды с высоким содержанием железа приводит к различным видам заболеваний [1].

Согласно СанПин 10–124РБ 99, содержание железа в воде хозяйственно-питьевых водопроводов, имеющих сооружения для улучшения качества воды, не должно превышать 0,3 мг/л. Еще более жесткие требования к содержанию железа в воде предъявляют отдельные предприятия при производстве безалкогольных напитков [1].

Проведенный анализ существующих методов очистки воды от железа обуславливает необходимость модернизации устаревших технологий водоподготовки и совершенствования отечественного оборудования, в частности, специальных устройств для обезжелезивания воды – газожидкостных эжекторов.

Цель работы – изучение технологических особенностей и моделирование процесса обезжелезивания воды в газо-жидкостном эжекторе многосоплового типа.

В зависимости от источника и степени воздействия внешних факторов железо в воде может находиться в двух формах окисления Fe^{2+} и Fe^{3+} и множестве комплексных форм. Однако очевидно, что преобладающей формой существования железа в подземных водах является гидрокарбонат двухвалентного железа $Fe(HCO_3)_2$ – нестойкое соединение, в котором железо при контакте с воздухом легко окисляется.

В настоящее время применяют следующие методы обезжелезивания воды: озонирование, хлорирование, каталитическое окисление с фильтрацией, промышленное осаждение, ионный обмен, мембранную фильтрация, биологическое обезжелезивание, упрощенную и принудительную аэрацию [2].

Каждый из методов обезжелезивания применим только в определенных случаях, у каждого есть и достоинства, и существенные недостатки. Выбор конкретного метода удаления железа

или их комбинации в большей степени зависит от исходного содержания и формы растворенного железа, температуры, щелочности и pH обрабатываемой воды, требуемой производительности установки и конкретных условий ее эксплуатации. Также не существует универсального способа обезжелезивания, охватывающего все варианты сочетания исходных параметров и имеющего низкую эксплуатационную стоимость.

Наиболее производительным, простым и экономичным методом обезжелезивания является принудительная глубокая аэрация с последующим фильтрованием. Сущность метода заключается в насыщении воды кислородом воздуха и окислении растворенного двухвалентного железа до нерастворимого трехвалентного, которое выпадает в осадок и затем уже легко отфильтровывается на фильтрах с зернистой загрузкой.

Рассмотрим механизм процесса окисления двухвалентного железа кислородом в свободном объеме. В общем случае в присутствии окислителя и достаточной щелочности двухвалентное железо окисляется, органические формы его разрушаются, и происходит гидролиз с образованием взвеси гидроокиси Fe $(OH)_3$.

Окисление двухвалентного железа происходит при обмене электрона по следующей схеме:

$$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^{-}$$

Для окисления железа по этой реакции необходим кислород в количестве 0,143 мг на 1 мг Fe^{2+}.

В присутствие ионов воды реакция окисления железа имеет такой вид:

$$Fe^{2+} + 3H_2O \rightarrow Fe^{3+} + e^{-} + 3H^{+}$$

Концентрация ионов водорода H^{+} оценивается значением pH воды, а активность электронов – значением окислительно-восстановительного потенциала Eh.

Реакция окисления двухвалентного железа кислородом в водном растворе описывается уравнением

$$4Fe^{2+} + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Fe^{3+} + 4OH^{-}$$

Далее происходит гидролиз трехвалентного железа

$$Fe^{3+} + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 3H^{+}$$

Суммарно уравнение реакции окисления и гидролиза может быть записано в виде

$$4Fe^{2+} + O_2 + 10H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3 + 8H^{+}$$

В присутствии бикарбонатных ионов в воде окисление двухвалентного и гидролиз трехвалентного железа может быть суммарно представлено таким уравнением реакции:

$$4Fe^{2+} + 8HCO_3^{-} + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3 \downarrow + 8CO_2 \uparrow$$

Согласно суммарному уравнению реакции, при окислении 1 мг двухвалентного железа образуется 1,6 мг свободной двуокиси углерода и на 0,036 мг-экв/л снижается общая щелочность воды.

В зависимости от конкретных условий реакции окисление Fe^{2+} может предшествовать гидролизу или идти параллельно с ним, но независимо от того, в какой последовательности протекают реакции окисления и гидролиза, конечным их продуктом всегда является гидроокись железа. В итоге в воде образуются бурые нерастворимые хлопья гидроксидов, которые придают ей интенсивную окраску.

Технологический процесс обезжелезивания завершается удалением продукта реакции – нерастворимого гидроксида железа: фильтрацией на фильтрах с инертными фильтрующими загрузками, при этом нерастворимый осадок задерживается в слое засыпки и сам по себе способствует более эффективному окислению растворенного железа.

Эжектор выполняет две главные функции: насыщает обрабатываемую воду кислородом воздуха (аэрация) и организует движение потоков в общем объеме воды с целью равномерного рас-

пределения растворенного в ней кислорода. К достоинствам эжектора можно отнести то, что он не требует дополнительного расхода энергии для подачи воздуха, способен при изменении производительности поддерживать с достаточной точностью постоянство пропорционирования воды и воздуха, а также прост в изготовлении и обслуживании, компактен и подвергается незначительному износу.

Новые технические решения. Проведенный анализ научно-технической и патентной литературы позволяет сделать вывод о том, что существующие конструкции эжекционных аппаратов имеют недостатки и не являются достаточно эффективными [3]. Поэтому, с целью совершенствования технологий водоподготовки и улучшения качества обезжелезивания подземных вод методом глубокой аэрации, нами была предложена и запатентована новая конструкция газожидкостного эжектора, позволяющая эффективно очищать воду от железа и других примесей [4, 5].

На схеме нового эжектора (рис. 1) видно, что обрабатываемая вода через патрубок *4* под давлением подводится по коллектору *2* на сопловой узел *3*, состоящий из расчетного числа сопел, распределяется равномерно по соплам и под действием перепада давления распыляется в рабочей зоне. Распыляемая вода эжектирует воздух, который поступает через окна *5* входа воздуха в количестве, стехиометрически необходимом для окисления содержащегося в воде железа, при этом количество подсасываемого воздуха можно регулировать заслонкой *6*.

На рис. 1 показана схема эжектора с четырьмя соплами, хотя количество сопел может быть *3, 5, 6* и т. д. Угол наклона сопел разный, при этом $\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3 < \alpha_4$, а поперечное сечение камеры смешения (горловины) разделено на четыре (по числу сопел) условных кольца, площади S_i которых равны между собой.

Угол наклона сопла выбран таким, что каждое сопло направляет поток воды на свое условное кольцо: на его центральный радиус $R_i^{\text{ц}}$. Это позволяет максимально и равномерно использовать всю площадь поперечного сечения горловины для ижектирования воздуха и обуславливает эффективное перемешивание воды с воздухом, что необходимо для проведения качественного процесса обезжелезивания воды, при этом радиус каждого условного кольца R_i определяется по формуле

$$R_i = \sqrt{\frac{R_{\text{г}}^2 i}{n}},$$

где $R_{\text{г}}$ – радиус горловины; i – порядковый номер условной окружности, считая от центра горловины; n – количество сопел.

Угол наклона α_i каждого последующего сопла больше предыдущего, считая от сопла с минимальным углом наклона, и определяется по уравнению

$$\alpha_i = \text{arctg}\frac{R_i + R_{i-1}}{2R_{\text{г}}}.$$

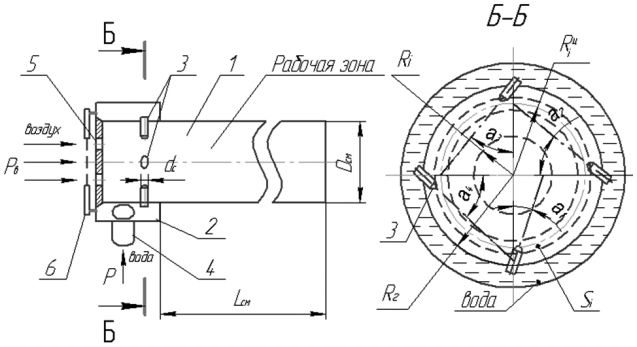


Рис. 1. Схема газо-жидкостного эжектора: *1* – камера смешения (горловина); *2* – коллектор; *3* – сопловой узел; *4* – патрубок для подвода активной среды; *5* – окна для входа воздуха; *6* – регулятор воздуха (заслонка); $L_{\text{см}}$ – длина смесителя; $D_{\text{см}}$ – диаметр смесителя (горловины); $d_{\text{с}}$ – диаметр сопла; $R_i^{\text{ц}}$ – центральный радиус i-го условного кольца; S_i – площадь i-го условного кольца; $R_{\text{г}}$ – радиус горловины; R_i – радиус i-го условного кольца; α_{1-4} – угол наклона сопел

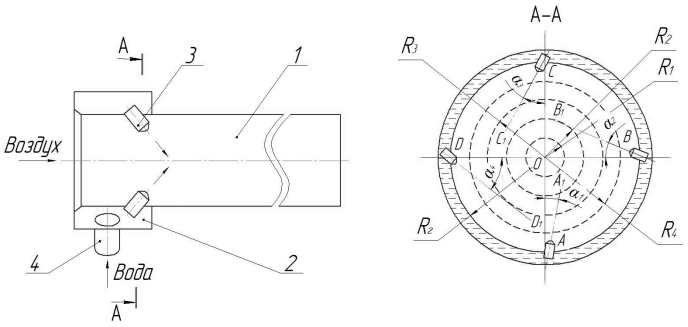


Рис. 2. Схема эжектора новой конструкции: *1* – горловина (камера смешения); *2* – коллектор; *3* – сопловой узел; *4* – патрубок для подвода воды; $R_{1–4}$ – радиусы условных колец; $\alpha_{1–4}$ – углы наклона сопел; $R_г$ – радиус горловины

Формула для нахождения радиусов условных окружностей R_i выводится математическим путем. В основе вывода лежит условие, что площади участков, на которые концентрические условные окружности разбивают площадь сечения горловины, равны между собой, т. е. $S_1 = S_2 = S_3 = S_4$. Отсчет участков производится от центра горловины. Известными являются значения радиуса горловины $R_г$ и количество сопел n.

Формула для нахождения углов наклона сопел α_i также выводится математическим путем. В основе вывода лежит условие, что каждый активный поток, выходящий из сопла, направляется строго в центр соответствующего участка горловины. Для этого рассмотрим систему прямоугольных треугольников, представленных на рис. 2.

Из прямоугольных треугольников AOA_1, BOB_1, COC_1, DOD_1, количество которых равно числу сопел, образованных радиусом горловины $R_г$, центральными радиусами $R_i^ц$ каждого участка горловины OA_1, OB_1, OC_1, OD_1 и прямыми, полученными при направлении активных потоков, выходящих из сопел на центральный радиус соответствующего участка горловины, выражается угол наклона каждого сопла α_i.

Угол наклона первого сопла α_i:

$$\alpha_i = \operatorname{arctg}\frac{R_i^ц}{R_г}.$$

Далее определяем центральный радиус первого условного кольца

$$R_1^ц = OA_1 = \frac{R_1}{2} \text{ и } \alpha_1 = \operatorname{arctg}\frac{R_1}{2R_г}.$$

Аналогично получаем

$$\alpha_2 = \operatorname{arctg}\frac{R_2^ц}{R_г}, \quad R_2^ц = OB_1 = \frac{R_2 + R_1}{2}, \text{ и } \alpha_2 = \operatorname{arctg}\frac{R_2 + R_1}{2R_г},$$

$$\alpha_3 = \operatorname{arctg}\frac{R_3^ц}{R_г}, \quad R_3^ц = OC_1 = \frac{R_3 + R_2}{2}, \quad \alpha_3 = \operatorname{arctg}\frac{R_3 + R_2}{2R_г},$$

$$\alpha_4 = \operatorname{arctg}\frac{R_4^ц}{R_г}, \quad R_4^ц = OD_1 = \frac{R_4 + R_3}{2}, \text{ и } \alpha_4 = \operatorname{arctg}\frac{R_4 + R_3}{2R_г}.$$

Окончательно получаем $\alpha_1 = \operatorname{arctg}\frac{R_1 + R_{i-1}}{2R_г}$.

Построение математической модели. Важнейшим параметром, требующим определения, является коэффициент эжекции U – отношение объемного расхода эжектируемого потока к расходу эжектирующего, где под термином «расход» подразумевается расход жидкости или газа в еди-

ницу времени. Пусть S_1 – площадь выходного сечения сопла, где скорость активного потока u_1; S_2 – площадь проходного сечения приемной камеры эжектора, где скорость пассивного потока – u_2. Тогда расход активного потока $Q_1 = u_1 S_1$, пассивного – $Q_2 = u_2 S_2$, коэффициент эжекции $U = Q_2 / Q_1 = (u_2 / u_1)(S_2 / S_1)$, последний изменяется от 0 (скорость эжекции $U = 0$) до некоторого значения, требующего определения.

При исследовании газо-жидкостных эжекторов принято допущение, что газ несжимаем. Такое утверждение справедливо, если значения скоростей потоков и давления в проточной части эжектора невелики. Кроме того, небольшие геометрические размеры эжекторов позволяют предполагать, что на поток большое влияние оказывает трение о стенки, поэтому движение потока можно описать уравнениями пограничного слоя.

Построение двумерной модели одноступенчатого эжектора. Математическая модель эжектора основана на использовании уравнений пограничного слоя, замыкаемых соответствующими граничными условиями, при этом воспользуемся методом, изложенном в [6].

Для построения математической модели эжектора проточную часть последнего представим в виде сложной области, изображенной на рис. 3.

Область W_1 соответствует проточной части сопла, а область W_1 – проточной части камеры смешения. Систему координат выберем таким образом, чтобы их начало поместилось в точку пересечения оси сопла и среза сопла, ось x совпала с осью сопла эжектора, ось y – со срезом. Процесс эжекции моделируется в указанной области.

Плоское течение несжимаемой вязкой жидкости с постоянными свойствами при отсутствии внешних сил описывается системой уравнений, включающей два уравнения количества движения и уравнение неразрывности:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial t} + u\dfrac{\partial u}{\partial x} + \vartheta\dfrac{\partial u}{\partial y} = -\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial \rho}{\partial x} + \nu\left(\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right), \\ \dfrac{\partial \vartheta}{\partial t} + u\dfrac{\partial \vartheta}{\partial x} + \vartheta\dfrac{\partial \vartheta}{\partial y} = -\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial \rho}{\partial y} + \nu\left(\dfrac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 \vartheta}{\partial y^2}\right), \\ \dfrac{\partial u}{\partial x} + u\dfrac{\partial \vartheta}{\partial y} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь u и ϑ – продольная и поперечная составляющие вектора скорости соответственно; P – давление; ρ – плотность жидкости; υ – кинематическая вязкость.

Система уравнений (1) замыкается граничными условиями: на оси MN задаются условия симметрии $\dfrac{\partial u}{\partial y} = \dfrac{\partial \vartheta}{\partial y} = 0$; на стенках AB и CD – условия прилипания $u = \vartheta = 0$; на уступе BC – условие проникновения $u = u_2$; $\vartheta = 0$ (u_2 – скорость пассивного потока). Так как процесс эжекции исследуется в окрестности среза сопла и уступа, то влияние продольных размеров камеры смешения не учитывается. Поэтому считаем, что выходное сечение берется достаточно далеко вниз по потоку, где линии тока становятся параллельными координатной оси Ox. На выходе (DN) ставится условие $\dfrac{\partial \vartheta}{\partial x} = 0$.

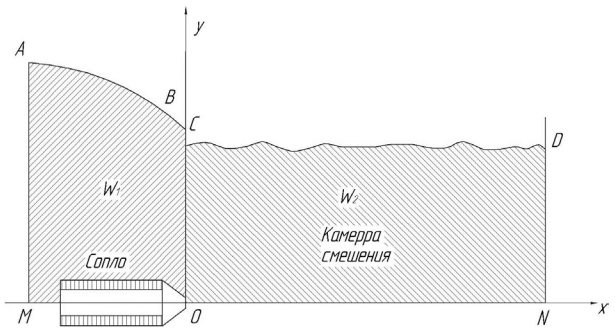


Рис. 3. Схема проточной части эжектора

Для перехода к безразмерным переменным введем конвективный масштаб времени l/u_0, где l и u_0 – характерные длина и скорость. Обычно в качестве l выбирают диаметр сопла, а в качестве u_0 – скорость набегающего потока.

Введем следующие безразмерные величины:

$$\bar{u} = \frac{u}{u_0};\ \bar{\vartheta} = \frac{\vartheta}{u_0};\ \bar{x} = \frac{x}{l};$$

$$\bar{y} = \frac{y}{l};\ \bar{P} = \frac{P}{\rho u_0^2};\ \bar{t} = \frac{t}{l/u_0},$$

Тогда система уравнения (1) примет такой вид:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{t}} + \bar{u}\dfrac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{x}} + \bar{\vartheta}\dfrac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{y}} = -\dfrac{\partial \bar{P}}{\partial \bar{x}} + \dfrac{1}{\mathrm{Re}}\left(\dfrac{\partial^2 \bar{u}}{\partial \bar{x}^2} + \dfrac{\partial^2 \bar{u}}{\partial \bar{y}^2}\right), \\ \dfrac{\partial \bar{\vartheta}}{\partial \bar{t}} + \bar{u}\dfrac{\partial \bar{\vartheta}}{\partial \bar{x}} + \bar{\vartheta}\dfrac{\partial \bar{\vartheta}}{\partial \bar{y}} = -\dfrac{\partial \bar{P}}{\partial \bar{y}} + \dfrac{1}{\mathrm{Re}}\left(\dfrac{\partial^2 \bar{\vartheta}}{\partial \bar{x}^2} + \dfrac{\partial^2 \bar{\vartheta}}{\partial \bar{y}^2}\right), \\ \dfrac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{x}} + \dfrac{\partial \bar{\vartheta}}{\partial \bar{y}} = 0 \end{cases} \tag{2}$$

($Re = \dfrac{u_0 l}{\upsilon}$ – число Рейнольдса).

Величина l/u_0 характеризует время, за которое частица потока, имеющая скорость u_0, проходит путь, равный характерной длине l.

Перекрестным дифференцированием из системы уравнений (2) исключим давление. Определяя функцию вихря как

$$\xi = \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial \vartheta}{\partial x}, \tag{3}$$

получаем уравнение

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} = -u\frac{\partial \xi}{\partial x} - \vartheta\frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{1}{\mathrm{Re}}\left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2}\right), \tag{4}$$

или в сокращенной записи

$$\frac{D\xi}{Dt} = \frac{1}{\mathrm{Re}}\Delta\xi,$$

где $D\xi/Dt$ обозначает субстанциональную производную.

Это уравнение параболического типа, называемое уравнением переноса вихрей, показывает субстанциональное изменение вихревой напряженности, складывающееся из локальной и конвективной составляющих, равно диссипации вихревой напряженности вследствие трения.

Определяя функцию тока Ψ соотношениями

$$\frac{\partial \psi}{\partial y} = u; \quad \frac{\partial \psi}{\partial x} = -\vartheta, \tag{5}$$

уравнение (3) можно записать как уравнение Пуассона, имеющее эллиптический вид

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} = \xi. \tag{6}$$

В уравнение переноса вихря (4) входит нестационарный член $\dfrac{\partial \xi}{\partial t}$, конвективные члены $u\dfrac{\partial \xi}{\partial x}$ и $\vartheta\dfrac{\partial \xi}{\partial y}$, а также член $\dfrac{1}{\mathrm{Re}}\left(\dfrac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 \xi}{\partial y^2}\right)$, связанный с вязкой диффузией. Это уравнение нелинейно из-за конвективных членов, так как u и J представляют собой функции зависимого переменного ξ. Интересующее нас стационарное решение получается как асимптотический по времени предел решения нестационарной задачи.

Уравнение для давления представляет собой уравнение Пуассона и аналогично уравнению для функции тока. Проводя известные преобразования в системе уравнений движения (2), получаем уравнение Пуассона для давления

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 P}{\partial y^2}=S, \tag{7}$$

где $S(x,y)=-2\left[\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}\cdot\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2}-(\frac{\partial^2\psi}{\partial x\partial y})\right]$.

Уравнение (7) аналогично уравнению для функции тока (6), причем источниковый член S аналогичен источниковому члену ξ.

Граничные условия для функции тока задаются следующим образом:

– на оси симметрии как на линии тока полагаем $\Psi = 0$;

– на входе задается профиль скорости $u_1 = f_1(y)$ и Ψ определяется интегрированием уравнения $\frac{\partial\psi}{\partial y}=f_1(y)$ вдоль линии входа;

– так как твердые стенки *AB* и *CD* (см. рис. 3) являются линиями тока, то на них Ψ принимает некоторые постоянные значения C_1 и C_2 соответственно:

– на уступе задается профиль скорости $u_2 = f(y)$ пассивного потока и значение Ψ определяется так же, как и на входе.

Задание профиля продольной скорости во входном сечении влияет на распределение линии тока.

При решении уравнения (7) ставятся граничные условия второго ряда. При задании градиента давления используются условия симметрии и прилипания.

На поверхности с условием прилипания выполняются равенства

$$\frac{\partial p}{\partial x}=\frac{\partial p}{\partial y}\cos\alpha_n+\frac{\partial p}{\partial x}\cos\beta_n=\frac{1}{\mathrm{Re}}\left(-\frac{\partial\xi}{\partial x}\cos\alpha_n-\frac{\partial\xi}{\partial y}\cos\beta_n\right), \tag{7}$$

$$\frac{\partial p}{\partial y}=\frac{\partial p}{\partial x}\cos\alpha_n+\frac{\partial p}{\partial y}\cos\beta_n=\frac{1}{\mathrm{Re}}(\frac{\partial\xi}{\partial y}\cos\alpha_n-\frac{\partial\xi}{\partial x}\cos\beta_n). \tag{8}$$

Выразим направляющие косинусы нормали через направляющие косинусы касательной:

$$\cos\alpha_n=-\sin\alpha_l=-\cos\beta_l,$$

$$\cos\beta_n=\sin\beta_l=\cos\alpha_l.$$

Тогда из равенства (7) и (8) получаем

$$\frac{\partial p}{\partial n}=\frac{1}{\mathrm{Re}}(-\frac{\partial\xi}{\partial y}\cos\beta_l-\frac{\partial\xi}{\partial x}\cos\alpha_l)=-\frac{1}{\mathrm{Re}}\frac{\partial\xi}{\partial l}. \tag{9}$$

При моделировании процесса эжекции, когда через уступ проходит подсос жидкости u_2, имеем следующие уравнения:

$$\frac{\partial\rho}{\partial x}=-u_2\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{1}{\mathrm{Re}}\frac{\partial\xi}{\partial y}, \tag{10}$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial y}=-u_2\frac{\partial\vartheta}{\partial x}-\frac{1}{\mathrm{Re}}\frac{\partial\xi}{\partial x}. \tag{11}$$

Таким образом, при моделировании процесса эжекции получаем уравнение

$$\frac{\partial p}{\partial n} = -\frac{1}{\mathrm{Re}}\frac{\partial \xi}{\partial l}. \qquad (12)$$

Из этого уравнения видно, что на смешение и обмен энергии двух потоков влияет давление активной жидкости и коэффициент эжекции.

Результаты экспериментальных исследований. С целью проверки адекватности математической модели реальному процессу был проведен многофакторный эксперимент по обезжелезиванию воды методом принудительной аэрации на разработанном лабораторном газо-жидкостном эжекторе. На основании серии отсеивающих экспериментов были выбраны следующие факторы варьирования для проведения активного эксперимента: угол наклона сопла относительно центральной оси камеры смешения (α_i = 20–51°), диаметр сопла (d_c = 0,2–1,0 мм), длина камеры смешения ($L_{см}$ = 300–600 мм) и давление на входе в эжектор ($P_{вх}$ = 0,3–0,5 МПа). В качестве выходной функции были исследованы показатели, характеризующие эффективность работы установки для обезжелезивания воды: коэффициент очистки воды от железа F и производительность Q.

На рис. 4 и 5 представлены поверхности отклика и линии равных уровней для выходных функций.

На основании экспериментальных данных была получена аналитическая зависимость (13), позволяющая определять производительность при изменении режимных и технологических параметров газо-жидкостного эжектора в пределах варьирования факторов:

$$Q = k_2 + f_1 P_{вх} + f_2 d_c + f_3 \alpha + f_4 L_{см}, \qquad (13)$$

где $f_1, \ldots, f_4, k_2$ – экспериментальные коэффициенты.

Обработка данных многофакторного эксперимента позволила получить следующие значения коэффициентов: f_1 = 225,79 МПа$^{-1}$, f_2 = 188,5 мм$^{-1}$, f_3 = 188,5 град$^{-1}$, f_4 = –0,059 мм$^{-1}$, P_2 = 27,2 мл/с.

Оптимальные технологические и конструктивные параметры газо-жидкостного эжектора, обеспечивающие максимальную производительность и коэффициент очистки, определяли графическим методом наложения линий равного уровня выходных функций. При наложении линий равных уровней выходной функции коэффициента очистки газо-жидкостного эжектора и производительности получена графическая номограмма (рис. 6).

Таким образом, на основании графического метода оптимизации режимных и технологических параметров работы разработанного газо-жидкостного эжектора определены оптимальные параметры процесса с точки зрения обеспечения максимальной производительности и коэффициента очистки (таблица).

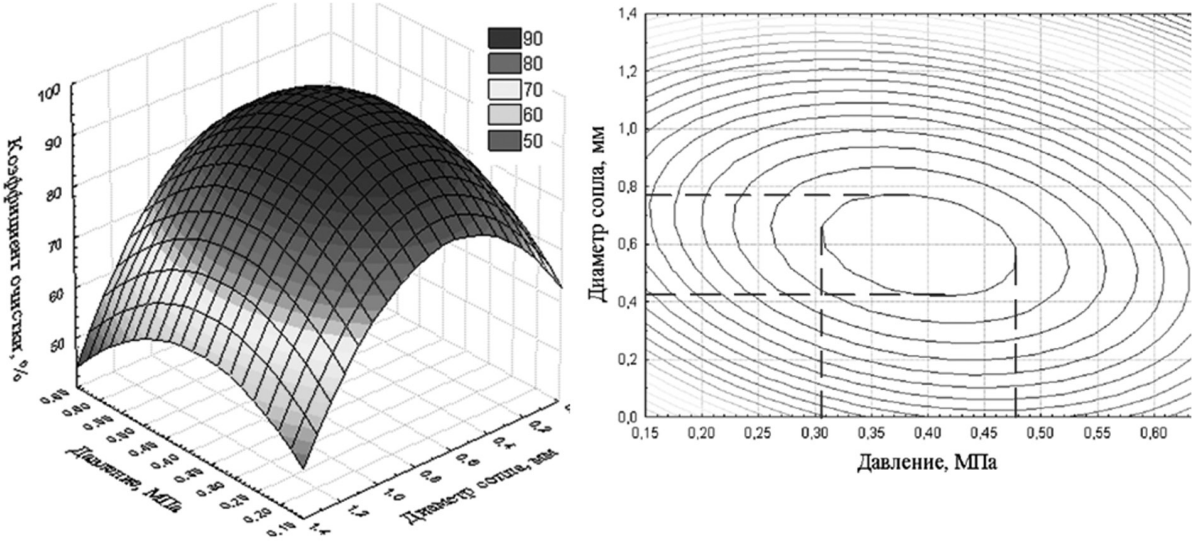


Рис. 4. Поверхности отклика и линии равного уровня для выходной функции коэффициента очистки

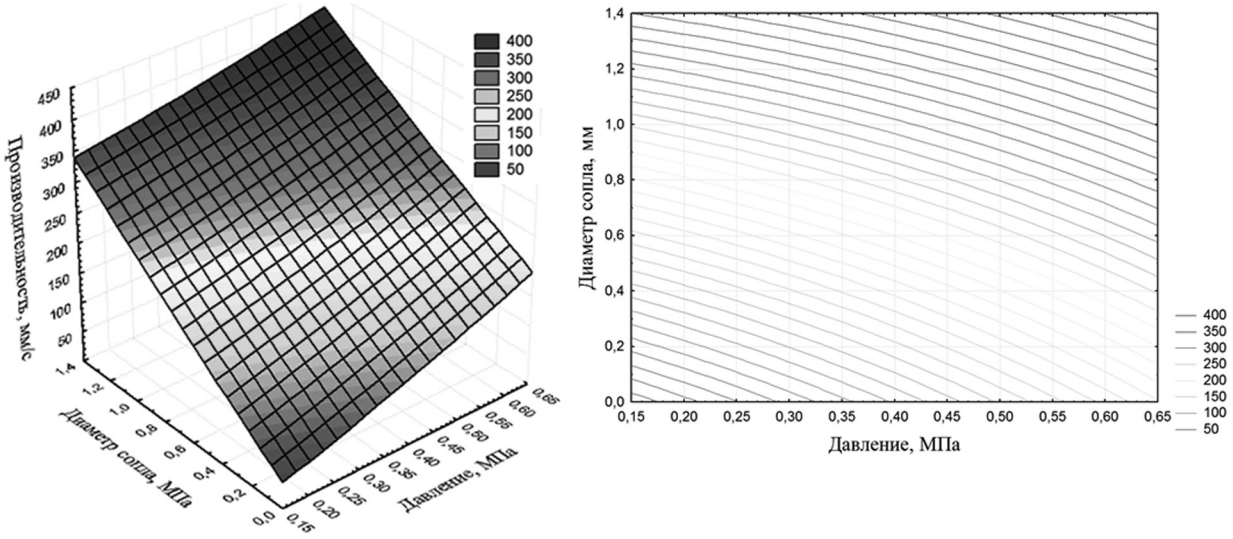
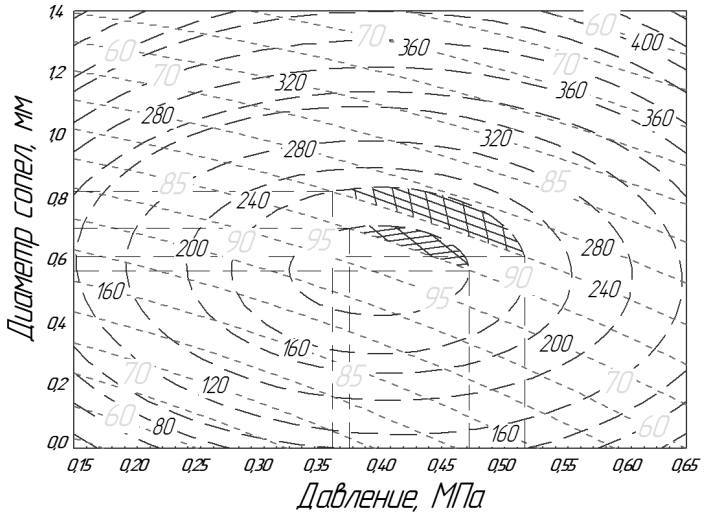


Рис. 5. Поверхности отклика и линии равного уровня для выходной функции производительности эжектора



-------- – производительность установки, Q мл/с – – – – – коэффициент очистки F, %

Рис. 6. Номограмма для определения оптимальных технологических и конструктивных параметров процесса эжектирования

Оптимальные технологические и конструктивные параметры

Технологические и конструктивные параметры	Максимальный коэффициент очистки	Максимальная производительность	Сочетание выходных функций
Давление на входе в эжектор, МПа	0,41	0,60	0,42
Диаметр сопла, мм	0,51	1,30	0,68
Угол наклона сопла, град	40,2	46,7	35,0
Длина камеры смешения, мм	609,0	150,0	450,0

Определенные в рамках оптимизации технологические и конструктивные параметры работы разработанного газо-жидкостного эжектора были положены в основу при проектировании и изготовлении промышленного образца газо-жидкостного эжектора.

Заключение. Проведенные исследования показали, что принудительная глубокая аэрация воды с использованием газо-жидкостных эжекторов и фильтров с зернистой загрузкой с точки зрения минилизации удельных затрат, является эффективным методом обезжелезивания воды.

Разработана новая конструкция газо-жидкостного эжектора (патенты на изобретения № 10537 и № 11810 РБ) многосоплового типа с периферийной подачей активной среды и дано ее расчетное обоснование.

Построена двумерная математическая модель одноступенчатого эжектора, основанная на использовании уравнений пограничного слоя, замыкаемых соответствующими граничными условиями.

Многофакторный эксперимент по очистке подземных вод методом эжекции подтвердил адекватность математической модели реальному процессу, при этом были установлены оптимальные режимно-конструктивные параметры разработанного эжектора: угол наклона сопел $\alpha = 35$ град; диаметр выходного сечения сопла $d_c = 0{,}68$ мм; длина камеры смешения $L_{см} = 450$ мм; давление на входе в эжектор $P_{вх} = 0{,}42$ МПа.

Промышленные испытания опытного образца эжектора новой конструкции, установленного в технологической линии по производству минеральной воды «Сож» на Чериковском плодово-консервном комбинате, показали высокую эффективность его работы.

Литература

1. Экология и охрана природы: Экологические проблемы Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: http://www.e-ng.ru/ekologiya_i_oxrana_prirody/ekologicheskie_problemy_respubliki. Html. – Дата доступа: 18.01.2013.

2. *Кульский, Л. А*. Основы химии и технологии воды / Л. А. Кульский. – Киев: Наукова думка, 1991. – 328 с.

3. *Соколов, Е. Я.* Струйные аппараты / Е. Я. Соколов., Н. М. Зингер. – 3-е изд.– М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.

4. Эжектор: пат. № 10537 Респ. Беларусь, МПК F 04 F 5/00 / В. Я. Груданов, С. В. Акуленко, А. А. Бренч, Ю. А. Секацкая; заявитель Могилев. гос. ун-т продовольствия. – № a20060018; заявл. 11.01.06; опубл. 14.01.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 1. – С. 6.

5. Эжектор: пат. № 11810 Респ. Беларусь, МПК F 04 F 5/00 / В. Я. Груданов, Ю. А. Секацкая, А. А. Бренч; заявитель Могилев. гос. ун-т продовольствия. – № a20070012; заявл. 10.01.07; опубл. 28.01.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 1. – С. 3.

6. *Чикин, А. Л.* Двумерная математическая модель одноступенчатого эжектора: дис. … канд. техн. наук: 05.13.16 / А. Л. Чикин; Ростов. гос. ун-т. – Ростов н/Д, 1991. – 90 л.

V. Ya. GRUDANOV, Yu. A. SEKATSKAYA, V. M. POSDNYAKOV, A. A. BRENCH

MODELLING OF WATER DEFERRIZATION PROCESS IN A GAS-LIQUID MULTINOZZLE EJECTOR

Summary

The paper describes the process of groundwater deferrization by means of a gas-liquid multinozzle ejector in mineral water production lines.

The substantiation of the ejector technological parameters with peripheral supply of active medium is presented. The 2D math model of a one-stage ejector is developed, and its adequacy to the real process is experimentally proved. Also the results of industrial trials of the pre-production ejector model are presented.

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ

УДК 664.149

И. И. КОНДРАТОВА[1], С. Е. ТОМАШЕВИЧ[1], В. М. КОНОНОВИЧ[2], Л. М. ШОСТАК[2]

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЧЕРСТВЕНИЯ ЗЕФИРА, ОБОГАЩЕННОГО ПИЩЕВЫМИ ВОЛОКНАМИ

[1]Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию,
Минск, Республика Беларусь, e-mail: npc-candy@tut.by
[2]Белорусский государственный технологический университет, Минск, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 08.02.2013)

Введение. Зефир является популярным видом кондитерских изделий, вместе с тем срок его годности, в соответствии с ГОСТ 6441, составляет всего 1 месяц. Период реализации зефира ограничен процессами его черствения, которые обусловлены потерей значительной части влаги и кристаллизацией сахарозы [1, 2].

Влиять на процессы десорбции и кристаллизации сахарозы в зефире можно посредством введения различных ингредиентов, которые обладают водопоглотительной и влагоудерживающей способностью. С этой целью используют такие функциональные добавки, как камеди (гуаровая, ксантановая, плодов рожкового дерева), целлюлоза и ее производные, полидекстроза, растительные компоненты, содержащие полисахариды (овощные пюре, биомодифицированные продукты переработки злаков), [3–5] и т. д.

Цель работы – изучение влияния пищевых волокон на кинетику процесса кристаллизации сахарозы и динамику процесса десорбции зефира в процессе его хранения. В качестве источника пищевых волокон использовали порошок из клубней топинамбура, а также пребиотики инулин, олигофруктозу и их смесь.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в лаборатории физико-химических исследований отдела технологий кондитерской и масложировой продукции Научно-практического центра НАН Беларуси по продовольствию и в центре физико-химических методов исследований Белорусского государственного технологического университета в 2011–2012 гг. Объектами исследования являлись зефирные массы и зефир, изготовленные с добавлением пищевых волокон. Характеристика рецептур зефира с добавлением порошка топинамбура (источника инулина), инулина и олигофруктозы приведена в табл. 1.

Таблица 1. **Характеристика рецептур зефира с добавлением пищевых волокон**

Вид добавки	Дозировки добавок, % СНП* в 110 г зефира (3 шт.)		
	образец № 1	образец № 2	образец № 3
Порошок топинамбура: инулин**	15	20	25
Инулин	30	50	100
Олигофруктоза	15	25	50
Смесь инулина и олигофруктозы:			
инулин	20	30	60
олигофруктоза	10	15	30

* По данным [6], СНП (максимально допустимая суточная норма потребления) инулина составляет 8 г, олигофруктозы – 10 г.

** Дозировку порошка топинамбура рассчитывали с учетом содержания в нем инулина.

Состояние сахарозы в зефире исследовали методом рентгеноструктурного анализа на дифрактометре «D8 advance» (Bruker AXS, Германия), CuKα-излучение, Ni-фильтр, ускоряющее напряжение U = 40 кВ, ток рентгеновской трубки I = 40 мА. Продолжительность исследований составляла 120 сут., периодичность – 10–15 сут.

Динамическую вязкость зефирных масс определяли с помощью ротационного вискозиметра «Reolab QC» (Anton Paar, Австрия) при скорости сдвига 34 $с^{-1}$ и температуре 30 °С (температура структурообразования зефира).

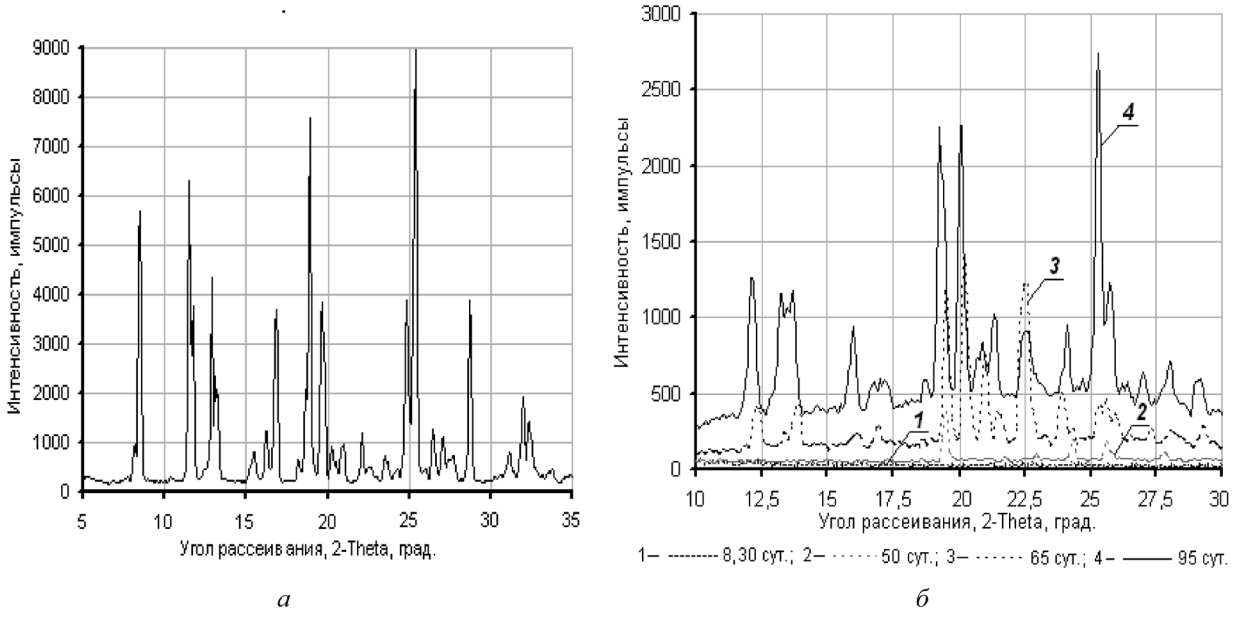
Соотношение в зефире свободной и связанной влаги определяли методом термогравиметрического анализа на приборе «ТА-4000», модуль ТГ-50 (Mettler Toledo, Швейцария). В процессе эксперимента образцы зефира нагревали до температуры 400 °С со скоростью 5 °С/мин. и регистрировали изменение их массы. Исследования осуществляли в кюветах из оксида алюминия с вмещаемой массой образца около 20 мг. Продолжительность исследований составляла 90 сут., периодичность – 15–30 сут.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе исследований изучали влияние пищевых волокон на кинетику процесса кристаллизации сахарозы в зефире. Идентификацию пиков рассеивания на рентгенограммах зефирных масс осуществляли по дифракционной кривой сахарозы (рис. 1, *а*), признаком кристаллической структуры которой является пик интенсивности дифракционного отражения при угле рассеивания 25,3° (2-Theta, град). Рентгенограммы, полученные в процессе хранения зефира (на примере продукта с добавлением порошка топинамбура в дозировке по образцу № 1), представлены на рис. 1, *б*.

Рентгенограммы зефира анализировали с помощью кинетических кривых, которые отражают степень перехода сахарозы из состояния насыщенного раствора в состояние кристаллов. Кинетические кривые на примере зефира с добавлением порошка топинамбура в дозировках 4,0; 5,4 и 6,8 % к массе фруктового пюре (соответственно образцы № 1, № 2 и № 3) приведены на рис. 2.

Как видно из рис. 2, процесс кристаллизации сахарозы в зефире имеет три этапа (отображены на примере кривой *2*): *А* – индукционный период, характеризующий состояние сахарозы в виде насыщенного раствора; *В* – образование центров кристаллизации и рост кристаллов сахарозы; *С* – асимптотическое приближение кинетической кривой к равновесному состоянию сахарозы в объеме образца.

Анализ кинетических кривых позволил установить продолжительность индукционного периода, скорость и продолжительность кристаллизации сахарозы в зефире функционального назначения. Влияние пищевых волокон на кинетику процесса кристаллизации сахарозы в зефире приведено в табл. 2.



а *б*

Рис. 1. Рентгенограммы: *а* – сахароза; *б* – зефир с порошком топинамбура

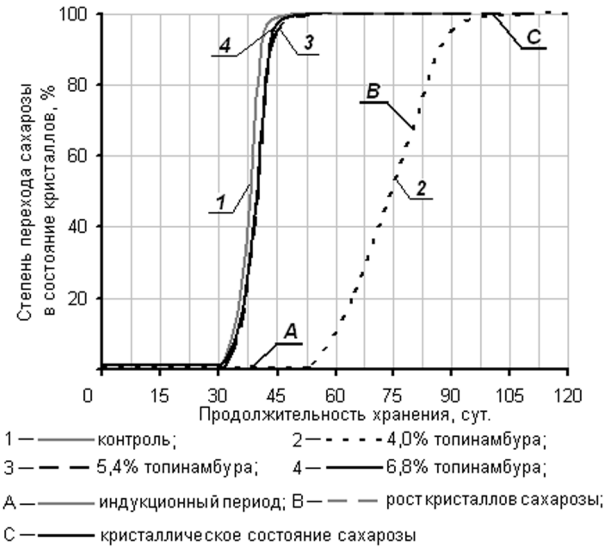


Рис. 2. Кинетические кривые процесса кристаллизации сахарозы в зефире с добовлением порошка топинамбура

Как видно из данных табл. 2, введение в рецептуру зефира порошка топинамбура (в дозировке по образцу № 1) и олигофруктозы позволило продлить индукционный период сахарозы в 1,7 раза, инулина – в 1,3–1,8 раза, смеси инулина и олигофруктозы – в 1,5–2,3 раза по сравнению с контрольным значением, что свидетельствует о способности данных добавок стабилизировать состояние сахарозы в зефире в виде насыщенного раствора, закрепленного студнеобразователем.

Помимо этого пищевые волокна снижают скорость кристаллизации сахарозы в процессе хранения готовых изделий. Так, использование порошка топинамбура позволяет замедлить скорость кристаллизации сахарозы в зефире в 1,4–3,7 раза, инулина и его смеси с олигофруктозой – в 2,9–4,0 раза, олигофруктозы – в 1,4–4,6 раза по сравнению с контролем.

Таблица 2. **Характеристики процесса кристаллизации сахарозы в зефире, обогащенном пищевыми волокнами**

Вариант опыта	Продолжительность индукционного периода, сут.	Скорость кристаллизации сахарозы, %/сут.	Продолжительность кристаллизации сахарозы (без учета индукционного периода), сут.
Контроль	30	11,1	15
С порошком топинамбура			
Образец № 1	50	3,0	55
Образец № 2	30	8,2	20
Образец № 3	30	8,2	20
С инулином			
Образец № 1	40	3,7	35
Образец № 2	50	2,8	50
Образец № 3	55	3,5	40
С олигофруктозой			
Образец № 1	50	8,1	25
Образец № 2	50	3,1	40
Образец № 3	50	2,4	50
Со смесью инулина и олигофруктозы			
Образец № 1	45	3,8	30
Образец № 2	60	3,5	35
Образец № 3	70	2,9	45

Таким образом, пищевые волокна препятствуют образованию зародышей кристаллов сахарозы в зефирной массе и замедляют скорость их роста, что обусловлено следующими причинами: влиянием на вязкость дисперсионной среды зефира, увеличение которой замедляет скорость диффузии молекул сахарозы [7]; перераспределением в зефире свободной влаги, являющейся растворителем для сахарозы [8], и связанной влаги; способностью олигофруктозы повышать растворимость сахарозы [9].

На следующем этапе работы изучали влияние функциональных добавок на динамическую вязкость зефирных масс. Установлено, что при температуре 30 °С образцы зефирных масс с добавлением порошка топинамбура, инулина, а также смеси инулина с олигофруктозой характеризуются динамической вязкостью, на 5–30 % выше контрольного значения (8,8±0,2 Па×с). Олигофруктоза практически не оказывает влияния на динамическую вязкость зефирной массы.

Гипотезу о влиянии пищевых волокон на соотношение в зефире свободной и связанной влаги проверяли с помощью метода термогравиметрического анализа, который традиционно используется для изучения химического состава материалов и кинетики фазовых переходов. К исследованиям были приняты следующие образцы: контроль, зефир с топинамбуром и инулином в дозировках образца № 1, зефир с олигофруктозой и ее смесью с инулином в дозировках образца № 2. Выбор образца зефира с топинамбуром обусловлен длительным индукционным периодом и низкой скоростью кристаллизации сахарозы по сравнению с другими образцами, образцов зефира с пребиотиками – усредненными кинетическими характеристиками процесса кристаллизации сахарозы.

На рис. 3 приведена термограмма контрольного образца зефира, на которой отображена термогравиметрическая кривая *TG* и математическая дифференциальная кривая изменения массы *DTG*. Кривая *TG* отражает потерю массы в результате нагревания образца и позволяет судить о его термостабильности и составе на всех стадиях нагрева. Область кривой *TG* с постоянной скоростью высушивания характеризует удаление свободной влаги; область, в которой скорость высушивания снижается, – удаление связанной влаги [10]. Кривая *DTG* позволяет определить скорость высушивания на разных этапах нагрева образца, температуры начала и конца термической реакции; а ее пики – температуры, при которых скорости испарения влаги или улетучивания других веществ максимальны.

Как видно на рис. 3, при температурах 25–35 °С кривые *TG* и *DTG* характеризуют период прогрева образца зефира.

Процесс удаления из зефира влаги осуществляется в три этапа, что отражается на термограмме в виде следующих участков:

1 – область удаления свободной влаги (температурный диапазон в данном примере составляет 35–95 °С, эндотермический пик кривой *DTG* проявляется при температуре около 82 °С);

2 – область удаления физико-химически связанной влаги – осмотической и адсорбционной (температурный диапазон 95–170 °С, эндотермический пик кривой *DTG* – около 108 °С);

3 – область удаления химически связанной влаги и термического разложения сахарозы, белков, клетчатки, пектинов и других органических соединений продукта (нагрев свыше 170 °С, эндотермический пик – около 220 °С).

В результате термогравиметрического анализа зефира, обогащенного пищевыми волокнами, было установлено, что введение функциональных добавок оказало влияние на соотношение форм

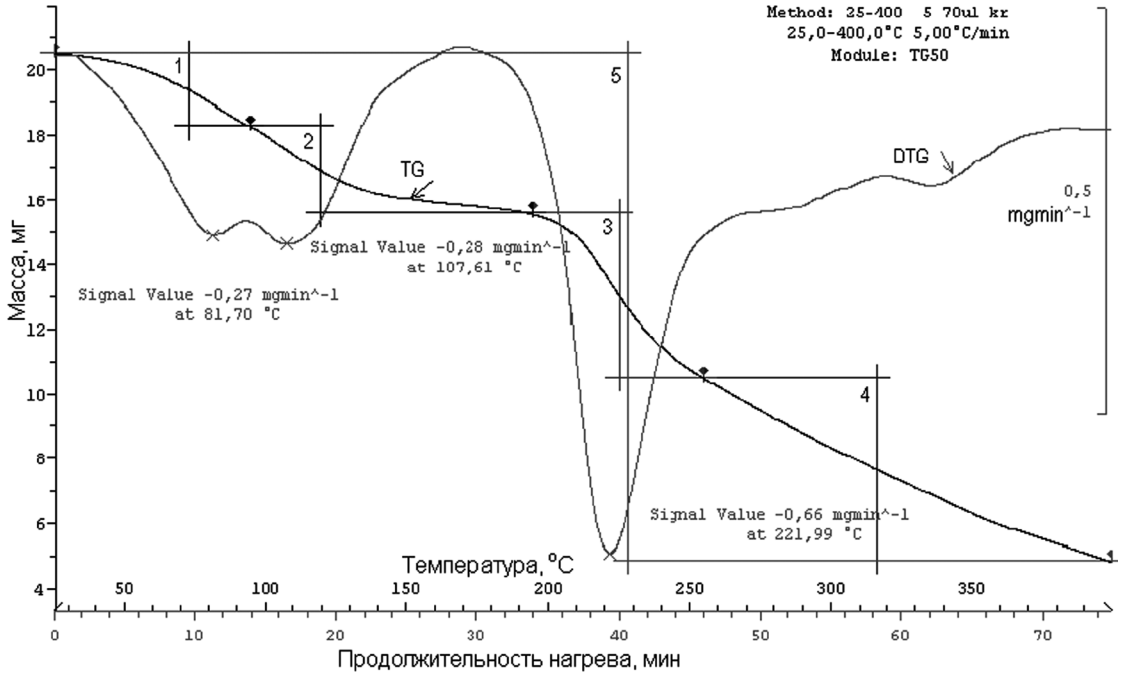


Рис. 3. Термограмма контрольного образца зефира

связи влаги в зефире. В начале исследования в контрольном образце зефира доля свободной влаги составляет 48,5 %, связанной – 51,5 % (т. е. соотношение свободной и связанной влаги 0,94:1). Введение пищевых волокон в зефир привело к увеличению содержания в нем доли связанной влаги в 1,1–1,3 раза по сравнению с контролем. Так, наибольшее количество связанной влаги (65,3 %) отмечено у зефира, обогащенного порошком топинамбура, что в 1,3 раза выше по сравнению с контролем. Данный факт обусловлен высоким содержанием в порошке топинамбура гидроколлоидов (инулина, белков, пектина, крахмала) и нерастворимых влагоудерживающих пищевых волокон (целлюлозы, геммицеллюлозы). Введение инулина и олигофруктозы, обладающих высокой водопоглотительной способностью и гигроскопичностью, привело к увеличению содержания связанной влаги в зефире в 1,1–1,2 раза относительно контрольного значения (до 57,8–59,3 %).

Анализ динамики соотношения свободной и связанной влаги в зефире в процессе его хранения (рис. 4) показал, что для контрольного образца зефира в течение 90 сут. хранения характерно практически постоянное соотношение свободной и связанной влаги – (0,90–0,96):1. Это свидетельствует о том, что в процессе хранения зефира его свободная и связанная влага испаряется с одинаковой скоростью.

Введение функциональных добавок оказало влияние на процесс десорбции и соотношение форм связи влаги в зефире. Так, в образцах с порошком топинамбура при хранении произошло увеличение доли свободной влаги по отношению к исходному значению в 1,7 раза. Вероятно, это обусловлено снижением тургора его клеточных тканей и концентрационной диффузией влаги из клеточных стенок порошка в зефирную массу [11]. Полученные результаты согласуются с исследованиями сорбционных свойств порошка топинамбура, в ходе которых установлено, что при его хранении в условиях относительной влажности воздуха от 85 до 45 % и температуре (20±1) °С происходит транспирация (выделение в окружающую среду) влаги в количестве 0,36–2,46 % соответственно до момента достижения равновесной влажности.

Олигофруктоза и ее смесь с инулином в процессе хранения зефира также вызывают увеличение доли свободной влаги по отношению к связанной. За 90 сут. хранения в зефире с олигофруктозой доля свободной влаги увеличилась на 26 %, в зефире со смесью инулина и олигофруктозы – на 37 %. Причиной этого, вероятно, является высокая гигроскопичность олигофруктозы, которая при влажности воздуха 45–85 % и температуре (20±1) °С превышает гигроскопичность сахара в 12–40 раз.

Что касается образцов зефира с инулином, то в процессе его хранения наблюдаются колебания соотношения свободной и связанной влаги. На конец срока хранения в данных образцах содержание свободной влаги снизилось на 15 %.

Известно, что студни обладают способностью к упрочнению своей структуры с течением времени [8]. По нашему мнению, при хранении зефира с инулином происходит упрочнение студ-

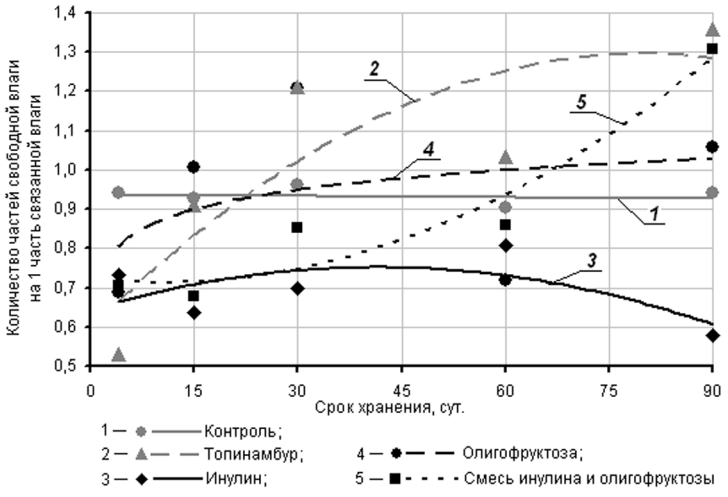


Рис. 4. Влияние пищевых волокон на динамику соотношения свободной и связанной влаги в зефире в процессе его хранения

необразной структуры, образованной агаром и инулином, что сопровождается поглощением данными коллоидами свободной влаги и переводом ее в состояние связанной влаги.

Полученные результаты термогравиметрического анализа о влиянии функциональных добавок на соотношение форм связи влаги в зефире в процессе его хранения коррелируют с динамикой их водной активности, которая также косвенно отражает соотношение свободной и связанной влаги в материале [12].

Заключение. Таким образом, на основании комплекса проведенных исследований изучено влияние пищевых волокон на процесс черствения зефира и установлено:

1) порошок топинамбура замедляет процесс кристаллизации сахарозы благодаря его способности увеличивать динамическую вязкость зефирной массы, а также повышать долю свободной влаги по отношению к связанной в дисперсионной среде изделий при их хранении;

2) инулин увеличивает вязкость дисперсионной среды зефира, что обеспечивает снижение скорости кристаллизации сахарозы;

3) олигофруктоза и ее смесь с инулином замедляют кристаллизацию сахарозы в зефире благодаря способности абсорбировать влагу из окружающей среды и тем самым увеличивать содержание свободной влаги в изделиях, а также в связи со способностью олигофруктозы повышать растворимость сахарозы.

Литература

1. *Маршалкин, Г. А.* Производство кондитерских изделий / Г. А. Маршалкин. – М., 1994. – С. 126.

2. *Зубченко, А. В.* Физико-химические основы технологии кондитерских изделий: учебник / А. В. Зубченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж, 2001. – С. 28–32.

3. *Иоргачева, Е. Г.* Структурно-реологические свойства пенообразных масс / Е. Г. Иоргачева, А. В. Коркач, К. В. Аветисян // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 1 (6). – С. 30–33.

4. *Румянцева, В. В.* Влияние продуктов биоконверсии зернового сырья на качество мармелада / В. В. Румянцева, Н. М. Ковач, Д. А. Орехова // Кондитерское производство. – 2007. – № 6. – С. 20–22.

5. Способ производства зефира: пат. 3477 Республики Беларусь, МПК A 23L 1/06 / В. А. Васькина, Т. В. Павлова, Б. Э. Геллер, В. Г. Чиртулов, Н. И. Сухарева; заявитель Могилев. техн. ин-т; № а 970378; заявл. 11.07.1997; опубл. 30.09.2000 [Электронный ресурс]. – Нац. центр интел. собственности Респ. Беларусь. – Минск, 2008. – Режим доступа: http://www. belgospatent.org.by. – Дата доступа: 01.12.2012.

6. Величины суточного потребления пищевых и биологически активных веществ для взрослых в составе специализированных пищевых продуктов (СПП) и БАД к пище: прил. 5 // Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю): утв. решением Комиссии Таможенного союза, 28 мая 2010 г., № 299. – Минск, 2010. –– С. 396–421 [Электронный ресурс] / М-во здравоохранения Респ. Беларусь. – Минск, 2011. – Режим доступа: http://minzdrav.gov.by. – Дата доступа: 01.12.2012.

7. *Hartel, R. W.* Crystallization in foods / R. W. Hartel. – USA, Gaithersburg: An Aspen publication, 2001. – P. 9.

8. Конфеты / М. М. Истомина [и др.]. – М., 1979. – С. 77–78.

9. *Томашевич, С. Е.* Растворимость сахарозы в присутствии функциональных добавок / С. Е. Томашевич, И. И. Кондратова // Перспективы развития кондитерской промышленности: материалы III Респ. науч.-практ. семинара, Могилев, 27–28 окт. 2011 г. / Могилев. гос. ун-т продовольствия; редкол.: Е. С. Новожилова (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2011. – С. 23–27.

10. Пищевая химия / А. П. Нечаев [и др.]; под ред. А. П. Нечаева. – СПб., 2001. – С. 459.

11. *Жадан, В. З.* Теплофизические основы хранения сочного растительного сырья на пищевых предприятиях / В. З. Жадан. – М., 1976. – С. 14.

12. *Кондратова, И. И.* Изменение водной активности в процессе хранения зефира, обогащенного пищевыми волокнами / И. И. Кондратова, С. Е. Томашевич // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 3–4 окт. 2012 г. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию; редкол.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2012. – С. 215–217.

I. I. KANDRATAVA, S. E. TAMASHEVICH, V. M. KANANOVICH, L. M. SHOSTAK

RESEARCH ON STALING OF MARSHMALLOW SOUFFLÉ ENRICHED IN FOOD FIBRES

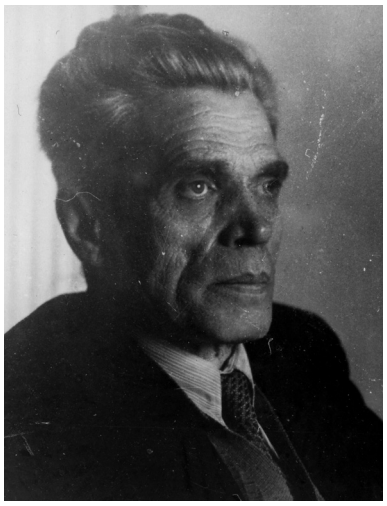
Summary

The article deals with the data on the influence of food fibers on staling of marshmallow soufflé. It is established, that the use of powder from the tubers of Jerusalem artichoke and oligofructose slows down the formation and growth of sucrose crystals due to the ability of crystals to increase the content of moisture in marshmallow soufflé, and also due to the ability of oligofructose to increase the solubility of sucrose. Inulin slows down sucrose crystallization in marshmallow soufflé owing to its ability to raise the dynamic viscosity of dispersion medium of marshmallow soufflé.

ВУЧОНЫЯ БЕЛАРУСІ

ЕВГЕНИЙ КУЗЬМИЧ АЛЕКСЕЕВ

(К 130-летию со дня рождения)



Большая жизнь, прожитая Е. К. Алексеевым, была наполнена неустанным трудом, научным поиском. У нас в стране и за рубежом его знают как крупного ученого-растениевода, внесшего большой вклад в развитие сельскохозяйственной науки.

Е. К. Алексеев родился 20 января 1884 г. в Висимо-Уткинском заводе Пермской губернии (Россия) в семье рабочего. После окончания Казанского учительского института (1903) работал учителем начальной школы в г. Балашове Саратовской губернии и др. В 1911 г. окончил Высшие сельскохозяйственные курсы в Петербурге. Работал агрономом и сотрудником Носовской сельскохозяйственной опытной станции (Черниговская губерния).

В 1916–1928 гг. Е. К. Алексеев возглавляет Новозыбковскую сельскохозяйственную опытную станцию, которую создают на бесплодном бугре, где слой сыпучих песков достигает 5 м. Под его руководством станция превратилась в крупное и авторитетное исследовательское учреждение. Здесь было положено начало разработке учения о зеленом удобрении, проблемам которого Е. К. Алексеев посвятил свою дальнейшую научную деятельность.

Евгений Кузьмич прилагал много усилий, чтобы внедрить на больших площадях песчаных и супесчаных почв серадельные культуры. Он ездил по селам Новозыбковского района и убеждал крестьян сеять их. Его старания принесли плоды: в 1918 г. по совету Евгения Кузьмича крестьяне засеяли люпином 100 га, а в 1928 г. – уже 5000 га. На песках стали сеять люпин и сераделлу, использовать местные органические удобрения в сочетании с минеральными.

Горячо поддерживал работу Е. А. Алексеева академик Д. Н. Прянишников. Он писал: «Само создание Новозыбковской опытной станции, первой и единственной у нас специализировавшейся на мелиорации песчаных почв с помощью зеленого удобрения, является большой заслугой Е. К. Алексеева».

В 1928–1930 гг. Е. К. Алексеев – профессор кафедры общего земледелия Белорусской сельскохозяйственной академии в Горках. В последующие десятилетия он преподает в Высшей коммунистической сельскохозяйственной школе в г. Горьком, Московском пушно-меховом институте, Тимирязевской сельскохозяйственной академии, Всесоюзном сельскохозяйственном институте заочного образования, читает в этих вузах курсы общего земледелия, удобрений, растениеводства.

В этот период Евгений Кузьмич продолжает исследования по разработке теоретических и практических основ зеленого удобрения, проводит опыты по агротехнике возделывания зернобобовых культур, принимает участие в разработке зональных систем удобрений в севооборотах Нечерноземной зоны и приемов повышения продуктивности пашни Среднеазиатских районов СССР.

В 1940 г. Е. К. Алексеева избирают действительным членом АН БССР. Его научная деятельность довоенного, в особенности послевоенного времени, тесно связана с Белоруссией. Здесь под его руководством были проведены географические полевые опыты с посевами сахарной свеклы, послужившие основой для последующего широкого возделывания сахарной свеклы на полях Белоруссии. Работая в отделе сидерации и люпинов Белорусского научно-исследовательского

института земледелия, Е. К. Алексеев успешно решает вопросы комплексного применения зеленого удобрения в сочетании с другими органическими и минеральными удобрениями. Цель этих исследований непосредственно связана с повышением урожаев и окультуриванием дерново-подзолистых легких почв.

Под руководством Е. К. Алексеева в Белоруссии разработана новая агротехника возделывания семенных посевов люпина с применением химической дефолиации, что содействовало возникновению полностью механизированной технологии возделывания люпина на зерно.

В монографии «Однолетние кормовые люпины (1968) Евгений Кузьмич обобщил мировой опыт возделывания кормовых люпинов и результаты собственных исследований. В качестве хорошего примера признания люпина он сообщает, что в Белоруссии в 1964 г. эта культура на корм и семена высевалась на площади 492 тыс. га, 1965 г. – 578 тыс. га, 1966 г. – 744 тыс. га. В то же время он отмечал: «А ведь нередки случаи, когда посевы кормовых люпинов постигает неудача. Но эти неудачи ни в коем случае не являются неизбежными, они лишь подтверждают обязательность выполнения всех общих и специфических правил агротехники люпинов, их нужно хорошо понять и усвоить».

Перу академика Е. К. Алексеева принадлежит свыше 90 печатных трудов, наиболее известны ученым и специалистам сельского хозяйства такие его работы, как: «Теория и практика зеленого удобрения» (1936), «Зеленое удобрение на орошаемых почвах» (1957), «Однолетние кормовые люпины» (1969), вышедшие под его редакцией монографии «Сераделла» (1969), «Зеленое удобрение» (1970) и др. Многие из этих трудов имеют большое научное и народнохозяйственное значение.

Много сил отдал Евгений Кузьмич подготовке научных кадров. Под его руководством защитили кандидатские диссертации десятки аспирантов, 11 из них стали докторами наук. У него учились многие тысячи агрономов и зоотехников.

Советское государство отметило научные заслуги академика Е. К. Алексеева орденом «Знак Почета», медалями, Почетными грамотами Верховного Совета БССР и Верховного Совета РСФСР.

Привалов, доктор с.-х. наук,
В. Н. Шлапунов, академик НАН Беларуси

АРКАДИЙ ИВАНОВИЧ ЛАППО

(К 110-летию со дня рождения)



8 февраля исполнилось 110 лет со дня рождения известного белорусского ученого в области селекции и растениеводства, академика НАН Беларуси Аркадия Ивановича Лаппо.

А. И. Лаппо родился в 1904 г. в д. Ждановка Городокского района Витебской области в семье крестьянина. В 1927 г. окончил Белорусскую сельскохозяйственную академию в Горках. Учился в аспирантуре. С 1929 г. работал ассистентом, в 1932–1941 гг. – доцент, заведующий кафедрой Белорусской сельскохозяйственной академии.

В эти годы Аркадий Иванович успешно проводил научно-исследовательскую работу по изучению местных клеверов, селекции и агротехнике, семеноводству льна и зерновых культур. Полученные ценные материалы опубликованы в ряде научно-популярных трудов, использованы для написания научного справочника в соавт. с Г. Р. Рего «Селекция и семеноводство прядильных культур» (1932). На основании проведенных исследований А. И. Лаппо защитил кандидатскую диссертацию на тему «Об основных агротехнических факторах семеноводства льна» (1937). В 1940 г. А. И. Лаппо избран членом-корреспондентом АН БССР.

В период Великой Отечественной войны Аркадий Иванович продолжал педагогическую и научно-исследовательскую работу в Сибири, где он заведовал кафедрой селекции Новосибирского сельскохозяйственного института.

В 1944 г. А. И. Лаппо вернулся в Беларусь, работал заведующим отделом селекции, а в 1949–1953 гг. – директором Института социалистического сельского хозяйства АН БССР. Одновременно читал курс лекций по селекции и семеноводству в Белорусской сельскохозяйственной академии.

В 1950 г. А. И. Лаппо был избран действительным членом АН БССР. В 1950-е годы работал академиком-секретарем Отделения биологических, сельскохозяйственных и медицинских наук АН БССР, начальником управления науки Министерства сельского хозяйства БССР, академиком-секретарем и главным ученым секретарем Президиума Академии сельскохозяйственных наук БССР. А. И. Лаппо провел большую работу по организации исследований по сельскому хозяйству в научно-исследовательских и учебных учреждениях республики.

В этот период Аркадий Иванович продолжал исследования по селекции и агротехнике зерновых культур и льна. Их результаты обобщены в монографии «Основные вопросы посева зерновых культур и льна» (1950). В ней приведены данные многолетних исследований, на основе которых показаны закономерности изменения оптимальной густоты, норм и способов посева в зависимости от изменения важнейших природных и агротехнических факторов, а также от биологических особенностей различных культур и сортов. Выводы и рекомендации, изложенные в этой монографии, явились основой для расчета дифференцированных норм высева и способов посева для конкретных условий в колхозах и совхозах.

А. И. Лаппо уделял внимание и развитию травосеяния в Белоруссии. Под его редакцией в 1955 г. опубликована монография «Культура многолетних трав в БССР», в которой обобщены результаты многолетних исследований в Институте социалистического сельского хозяйства АН БССР по всем основным вопросам культуры многолетних трав.

Важное место в научной деятельности Аркадия Ивановича занимала организация исследований по возделыванию кукурузы. Под его редакцией опубликованы три сборника, в которых обобщаются результаты научных исследований и передового опыта (1956–1963). Материалы этих изданий широко использовались работниками сельского хозяйства, а также являлись научной основой для практических рекомендаций по выращиванию этой культуры. В 1960–1972 гг. А. И. Лаппо – научный консультант в Белорусском научно-исследовательском институте земледелия.

А. И. Лаппо проводил большую пропагандистскую и педагогическую работу. Его доклады и выступления на академических конференциях и сессиях, лекции в институтах, на курсах повышения квалификации руководителей хозяйств и специалистов сельского хозяйства, многочисленные консультации всегда привлекали внимание ученых, научной молодежи и практиков сельскохозяйственного производства.

Под его руководством А. И. Лаппо 12 молодых ученых защитили кандидатские диссертации

Аркадий Иванович Лаппо награжден орденом Трудового Красного Знамени, двумя орденами «Знак Почета», Почетными грамотами Верховного Совета БССР.

Ф. И. Привалов, доктор с.-х. наук,
В. Н. Шлапунов, академик НАН Беларуси,
С. И. Гриб, академик НАН Беларуси

СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ НАЗАРОВ

(К 85-летию со дня рождения)



Среди выдающихся ученых-аграриев советского периода видное место принадлежит академику ВАСХНИЛ, Академии аграрных наук Республики Беларусь и Российской академии сельскохозяйственных наук, заслуженному деятелю науки и техники БССР, доктору технических наук, профессору Сергею Ивановичу Назарову.

С. И. Назаров родился 14 октября 1928 г. в учительской семье в д. Бородино Дубровинского района Витебской области. После окончания Городокского техникума механизации сельского хозяйства работал участковым механиком в МТС на Гомельщине. В 1948 г. поступил на факультет механизации сельского хозяйства Белорусской сельскохозяйственной академии. В 1953–1955 гг. работал преподавателем в Лидском техникуме механизации. В 1955 г. поступил на учебу в аспирантуру в Центральный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Нечерноземной зоны СССР под руководством академика М. Е. Мацепуро.

После окончания аспирантуры С. И. Назаров был направлен на Могилевскую областную сельскохозяйственную станцию для работы в должности заведующего отделом механизации. В это время им разрабатываются три важных научных направления по механизации всего комплекса работ: по удалению, переработке и использованию органических удобрений, по подготовке и внесению минеральных удобрений и средств химической защиты растений. Эти направления в аграрной науке принесли С. И. Назарову мировую известность и стали смыслом его жизни. Именно научный задел в этот период и явился основанием для тогдашнего директора ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР академика М. Е. Мацепуры для приглашения его на работу заведующим отделом. Работая на этой должности, а затем заместителем директора института, Сергей Иванович немало сделал для развития отечественной аграрной науки и совершенствования сельскохозяйственной техники.

В 1980 г. по решению руководства страны С. И. Назаров был направлен в г. Горки Могилевской области для работы в качестве ректора БСХА, где он проработал более 12 лет. На этой должности Сергей Иванович много сил отдавал укреплению материально-технической базы академии, строительству учебных корпусов и жилого фонда для студентов и сотрудников академии, совершенствованию учебного процесса, развитию науки, повышению квалификации преподавательского состава, развитию и строительству учебно-опытного хозяйства академии. Он впервые создал в академии учебно-методические центры по индустриальным и интенсивным технологиям в растениеводстве, животноводстве и мелиорации. По его инициативе парк академии получил статус Национального заповедника Республики Беларусь.

В 1992 г. С. И. Назаров был переведен в Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь на работу начальником Главного управления образования. Здесь в полной мере пригодился его природный талант организатора науки для формирования единой системы аграрного образования после передачи аграрных высших учебных заведений из ведения Госагропрома СССР в состав Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. При его непосредственном участии в республике впервые была начата подготовка специалистов сельскохозяйственного профиля по непрерывной интегрированной системе профессионального образования.

С 1994 г. до тяжелой болезни академик С. И. Назаров работал профессором кафедры сельхозмашин в БАТУ, а также совмещал основную работу с работой научного консультанта в ЗАО «Агротехнаука».

За большой вклад в сельскохозяйственную науку С. И. Назаров в 1982 г. был избран членом-корреспондентом, а в 1988 г. — академиком ВАСХНИЛ. В 1992 г. С. И. Назаров входит в инициативную группу ведущих ученых республики по созданию Академии аграрных наук Республики Беларусь и становится академиком этой академии. В этом же году Российская академия сельскохозяйственных наук, оценивая научный вклад в аграрную науку, избирает его своим почетным академиком.

Академик С. И. Назаров опубликовал около 400 научных трудов, является автором более 150 изобретений и 21 монографии, справочников и учебного пособия. Его научные идеи успешно продолжают развивать подготовленные им 8 докторов и 38 кандидатов наук. Многие из них занимают руководящие должности в науке и аграрном образовании Республики Беларусь – З. В. Ловкис, В. А. Шаршунов, А. Н. Карташевич, В. Р. Петровец, А. В. Клочков, А. В. Кузьмицкий, А. И. Бобровник, А. А. Миренков, Д. Ф. Кольга, Я. Цлапка и др.

С. И. Назаров награжден орденами Трудового Красного Знамени (1971), Октябрьской Революции (1986), медалями и почетными грамотами Президиума Верховного Совета БССР. За большой вклад в сельскохозяйственную науку в 1981 г. ему было присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки и техники БССР. В 1998 г. Кембриджским университетом ему присвоено звание «Человек года».

Сергея Ивановича отличала высокая ответственность и организованность, чуткое отношение к людям, простота в обращении, доброта, личное обаяние, широкая эрудиция и высокая образованность. Все это снискало ему уважение, заслуженный авторитет и признание.

Светлая память о Сергее Ивановиче Назарове как о круном ученом, талантливом организаторе и педагоге навсегда сохраниться в памяти всех, кто его знал и работал с ним.

В. А. Шаршунов,
член-корреспондент НАН Беларуси

ИВАН НИКОЛАЕВИЧ НИКИТЧЕНКО

(К 75-летию со дня рождения)



10 января исполнилось 75 лет со дня рождения крупного ученого в области разведения, селекции, генетики и воспроизводства сельскохозяйственных животных, члена-корреспондента НАН Беларуси, профессора, доктора сельскохозяйственных наук Ивана Николаевича Никитченко.

И. Н. Никитченко родился в 1939 г. в деревне Горицы Погарского района Брянской области. В 1960 г. окончил Витебский ветеринарный институт, затем работал в различных хозяйствах республики (1960–1965). Работая главным зоотехником, занимался в аспирантуре при Всесоюзном ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательском институте (1965–1968).

В 1968–1986 гг. И. Н. Никитченко работал в Белорусском научно-исследовательском институте животноводства в должности младшего научного сотрудника, заведующего сектором в отделе генетики и разведения сельскохозяйственных животных, руководителем селекционного центра по животноводству, заместителем директора по научной работе. В 1969 г. Иван Николаевич защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, в 1979 г. – доктора сельскохозяйственных наук, с 1981 г. – профессор. В 1986 г. И. Н. Никитченко избран членом-корреспондентом НАН Беларуси.

И. Н. Никитченко – известный ученый в области селекции сельскохозяйственных животных. Основные направления его исследований связаны с вопросами разработки программ селекции животных на основе широкого использования генетико-математических методов и электронно-вычислительной техники, изучения основных закономерностей влияния целенаправленной селекции на состояние популяций сельскохозяйственных животных. Им установлено действие закона генетического гомеостаза в популяциях, подвергающихся воздействию селекции с постоянной интенсивностью. Важные исследования провел он по проблеме математического моделирования обмена веществ у животных и разработке прогнозных индексов обмена, позволяющих на ранних стадиях онтогенеза прогнозировать их будущую продуктивность.

За период научной работы в Белорусском научно-исследовательском институте животноводства И. Н. Никитченко совместно с сотрудниками и аспирантами провел крупномасштабные исследования, направленные на разработку теоретических, методологических и практических проблем повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных.

На основании комплексных исследований по разведению, селекции и воспроизводству сельскохозяйственных животных, моделированию селекционного процесса, экономического анализа им осуществлено теоретическое обобщение особенностей селекционного процесса при выведении специализированных типов, линий и пород свиней с селекцией на сочетаемость. Иван Николаевич является автором нескольких заводских пород, линий и типов сельскохозяйственных животных. Под его руководством и непосредственном участии выведена и затем успешно апробирована белорусская мясная порода свиней.

В 1986 г. И. Н. Никитченко назначают на должность заместителя председателя Госагропрома БССР. В 1988 г. его избирают председателем Западного отделения ВАСХНИЛ, одновременно работает заместителем председателя Госагропрома. В 1991 г. И. Н. Никитченко назначают на должность генерального директора НИИ «Агронаука», в 1993 г. избирают вице-президентом Национального центра стратегических исследований.

В 1985–1990 гг. И. Н. Никитчеко избирается депутатом в Верховный Совет БССР. В 1986 г. избран действительным членом Международной академии информационных процессов и технологий.

Иван Николаевич уделял большое внимание подготовке и воспитанию научных кадров. Им создана большая научная школа в области генетики, разведения, селекции и воспроизводства сельскохозяйственных животных. Под его руководством подготовили диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук 20 молодых ученых.

И. Н. Никитченко – автор более 280 научных работ, в том числе 6 монографий, 5 изобретений. Основные труды: Системы ведения сельского хозяйства Белорусской ССР (1986) (в соавт.), Гетерозис в свиноводстве (1987), Адаптация, стрессы и продуктивность сельскохозяйственных животных (1988) (в соавт.), Энциклопедия сельского хозяина (1994), Чернобыль: как это было (1999).

Иван Николаевич награжден рядом правительственных наград: Почетной грамотой МСХ БССР (1974); Бронзовой медалью ВДНХ (1974); медалью «Ветеран труда»(1087); Почетной грамотой Госагропрома БССР за большой личный вклад в развитие сельскохозяйственной науки, внедрение достижений научно-технического прогресса в производство и с связи с 50-летием со дня рождения (1989); Почетной грамотой ВАСХНИЛ за многолетнюю плодотворную работу по совершенствованию научного обеспечения агропромышленного производства За-падного региона, большой вклад в развитие научных исследований в области животноводства и активную общественную деятельность (1989). В 1981 г. ему присуждена Премия Совета Министров СССР за разработку и внедрение в Белорусской ССР эффективной системе племенной работы в свиноводстве, создание белорусского внутрипородного типа свиней крупной белой и белорусской черно-пестрой породы свиней.

И. Н. Никитченко ушел из жизни 10 ноября 2010 г. Он был серьезным ученым и государственным деятелем, который сделал очень много для Республики Беларусь. Светлая память об Иване Николаевиче навсегда сохраниться в сердцах соратников, его многочисленных учеников и коллег в нашей стране и за рубежом.

И. П. Шейко, академик НАН Беларуси

ЛЕОНИД СТЕПАНОВИЧ ГЕРАСИМОВИЧ

(К 75-летию со дня рождения)



7 января исполнилось 75 лет со дня рождения, Леонида Степановича Герасимовича – известного ученого в аграрной энергетике, доктора технических наук, профессора, академика Национальной академии наук Беларуси, заслуженного работника образования Республики Беларусь.

Л. С. Герасимович родился в 1939 г. в г. Минске. Окончив Минский энергетический техникум в 1958 г., работал сначала монтажником КИП на Смолевичской ГРЭС, затем старшим мастером в Институте энергетики АН БССР. В 1959 г. Л. С. Герасимович поступил на заочный факультет Белорусского института механизации сельского хозяйства и перешел работать старшим лаборантом на кафедру электротехники института. После прохождения службы в рядах Советской Армии (1959–1962) продолжил учебу на заочном факультете БИМСХ и одновременно работал конструктором, а затем старшим инженером исследовательской лаборатории в СКБ-3 Минавтопрома.Окончив в 1967 г. Белорусский институт механизации сельского хозяйства, поступил в очную аспирантуру БИМСХ по специальности «Электрификация сельскохозяйственного производства». В 1970 г. под руководством доктора технических наук, профессора И. Ф. Кудрявцева успешно защитил кандидатскую диссертацию.

В 1970–1978 гг. Леонид Степанович рабтал ассистентом, старшим преподавателем, доцентом кафедры применения электроэнергии в сельском хозяйстве, деканом факультета электрификации сельского хозяйства. В последующие годы (1978–1987) – старшим научным сотрудником, докторантом БИМСХ, заведующим кафедрой теплотехники и гидравлики, которая по его инициативе была преобразована в кафедру энергетики. В 1982 г. Л. С. Герасимович защитил докторскую диссертацию на тему «Научно-технические основы низкотемпературного поверхностно-распределенного электронагрева в сельском хозяйстве», а через три года ему было присвоено ученое звание профессора.

В 1988 г. Л. С. Герасимович назначают на должность проректора по научной работе и в этом же году избирают на должность ректора БИМСХ, в которой он проработал до 2003 г. В 1992 г. Л. С. Герасимович был избран членом-корреспондентом, а в 1996 г. – академиком Академии аграрных наук Республики Беларусь, в 2003 г. – академиком Национальной академии наук Беларуси.

Основные результаты научных исследований Л. С. Герасимовича связаны с разработкой новой элементной базы низкотемпературного электронагрева – пленочных электронагревателей для энергосберегающих систем микроклимата, установок для сушки и тепловой обработки пищевых продуктов и сред, энергосберегающих систем микроклимата для животных и птицы, электротехнологических методов обработки влажных кормов, новых принципов автоматизации электротепловых технологических процессов на базе саморегулируемых электронагревателей, системных исследований в аграрной энергетике, в том числе с использованием современных компьютерных информационных технологий.

Л. С. Герасимович развил теорию и практику системного анализа электроэнергетики. Разработал научные основы автоматизированных систем питания растений на искусственных субстратах, в том числе из отечественного сырья. Создал при БГАТУ научно-практический центр тепличного овощеводства, в результате научной деятельности которого большинство зимних теплиц

республики переведено на современные энергоресурсоэффективные автоматизированные малообъемные технологии выращивания овощей на искусственных субстратах.

Под руководством Л. С. Герасимовича и при его непосредственном участии в БГАТУ организована подготовка кадров по новым специальностям и специализациям не только инженерного, но и экономического профиля, расширяется внебюджетная деятельность. При университете была создана ассоциация ПТУ-ССУЗ-БГАТУ, включающая 20 ПТУ, 8 ССУ и 2 колледжа. Осуществляется непрерывная интегрированная система аграрного технического образования, организовано обучение учащихся в агротехнических классах средних школ и в агротехнических лицеях на базе ПТУ. Практическая подготовка студентов организована более чем на 100 базовых сельскохозяйственных предприятиях. Совместно с МТЗ, БЕЛНИИМСХ и другими аграрными НИИ создана сеть филиалов кафедр. Как результат, в 1992 г. одним из первых в независимой Беларуси БИМСХ приобрел статус Белорусского государственного аграрного технического университета.

Леонид Степанович был инициатором, организатором и создателем КУП «Минский областной инновационный центр» Минского областного исполнительного комитета, факультета управления в Институте современных знаний им. А. М. Широкова.

Л. С. Герасимович – автор более 400 научных и учебно-методических работ, в том числе более 20 книг и учебных пособий. Под его научным руководством защищено 11 кандидатских и 4 докторские диссертации.

За успехи в научной и педагогической деятельности Л. С. Герасимович награжден медалью «За трудовые заслуги», четырьмя медалями ВДНХ СССР, нагрудными знаками «Отличник образования», «Изобретатель СССР», а также Почетными грамотами Министерства образования, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Национальной академии наук Беларуси, Государственного комитета по науке и технологиям и других учреждений и организаций Беларуси, университетов Нитру (Словакия) и Щетина (Польша). Ему присвоено почетное звание «Заслуженный работник образования Республики Беларусь».

В течение многих лет Л.С. Герасимович работал в экспертных советах ВАК СССР и Республики Беларусь, был членом специализированных докторских и кандидатских советов, различных республиканских и международных комитетов, научных, экспертных и редакционных советов, возглавлял общественную организацию «Знание» столичной области.

В свой 75-летний юбилей Леонид Степанович полон сил и продолжает плодотворно трудиться в БНТУ и Национальной академии наук Беларуси. Сердечно поздравляем Леонида Степановича с юбилеем, желаем крепкого здоровья, счастья, благополучия и дальнейших творческих успехов на благо родной Беларуси.

И. Н. Шило, доктор техн. наук

РЕФЕРАТЫ

УДК 338.436(476)

Гусаков, В. Г. **История и перспективы кооперативных отношений в АПК Беларуси** // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 2. – С. 27–38.

В статье изложены основные этапы становления и развития производственной кооперации на территории Республики Беларусь и формируются предложения по ее совершеновованию в ближайшей перспективе. Приводятся убедительные аргументы по отнесению колхозов и совхозов советского образца к своеобразной форме кооперации. Делаются выводы о неизбежности и всеобщности кооперативных систем в сфере АПК при становлении рыночных отношений.

УДК 338.439:339.92(476)

Ильина, З. М. **Продовольственный рынок Беларуси в условиях развития международных интеграционных процессов** / З. М. Ильина, С. А. Кондратенко, С. Б. Бубен // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 2. – С. 39–52.

Представлены результаты разработки направлений формирования сбалансированного национального продовольственного рынка в условиях развития международных интеграционных процессов, включая теоретические и методические аспекты оценки сбалансированности рынка в контексте продовольственной безопасности, тенденции и факторы развития мирового рынка, оценку устойчивости производства основных видов сельскохозяйственного сырья и уровня самообеспеченности в государствах – участниках ТС и ЕЭП.

Особое внимание уделяется обоснованию и апробации индикаторов оценки продовольственной безопасности и независимости. Обозначены направления обеспечения сбалансированности продовольственного рынка государств – членов ТС и ЕЭП.

Ил. 1. Табл. 6. Библиогр. – 10 назв.

УДК (635.21:631.14):339.137.2

Ленский, А. В. **Анализ конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий отрасли картофелеводства с применением статистических методов** / А. В. Ленский, Е. И. Михайловский, Т. И. Ленская // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 2. – С. 53–60.

В статье выполнен факторный и кластерный анализы уровня конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий отрасли картофелеводства. Обоснована возможность применения системы показателей, объединенных в группы организационных, экономических, технологических, технических факторов.

Ил. 3. Табл. 6. Библиогр. – 2 назв.

УДК 445.24:631.484:631.8

Лапа, В. В. **Влияние систем удобрения на биологическую активность дерново-подзолистой супесчаной почвы** / В. В. Лапа, Н. А. Михайловская, Н. Н. Ивахненко, С. А. Касьянчик, Т. В. Погирницкая // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 2. – С. 61–68.

Исследовано влияние систем удобрения в севообороте на интегральные микробиологические параметры (микробную биомассу, метаболическую активность микробных сообществ) и активность ключевых биохимических процессов, связанных с циклами углерода и азота (аммонификация, минерализация углеводов, гумификация), в дерново-подзолистой супесчаной почве и определена экологически наиболее обоснованная система удобрения, обеспечивающая сберегающий уровень биологической активности и высокую продуктивность севооборота.

По результатам биологической диагностики, оценки активности минерализации органических веществ (по гидролитическим ферментам), микробиологическим, агрохимическим показателям и продуктивности севооборота установлено, что на дерново-подзолистой супесчаной почве наиболее обоснована система удобрения в расчете на 125 % компенсации выноса Р и К ($N_{84}P_{70}K_{120}$) с дробным внесением азотных удобрений, которая обеспечивает высокую продуктивность зернотравяного севооборота (81,7 ц к. ед/га), сберегающий уровень ферментативной активности почвы и минерализации органических веществ почвы.

Табл. 3. Библиогр. – 28 назв.

УДК 631.445.24:631.435(476)

Цытрон, Г. С. **Устойчивость гранулометрического состава дерново-подзолистых почв Беларуси к антропогенным воздействиям** / Г. С. Цытрон, С. В. Шульгина, О. В. Матыченкова // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 2. – С. 69–74.

Рассмотрены результаты исследований по влиянию антропогенного воздействия на характер изменения гранулометрического состава дерново-подзолистых почв. Представлены среднестатистические данные фракционного состава минеральной части естественных почв и их агроестественных аналогов и данные по конкретным разрезам, свидетельствующие об увеличении в почвах пахотных земель фракции крупной пыли независимо от гранулометрического состава, о накоплении илистой фракции в песчаных разновидностях и ее выносе в суглинистых по сравнению с естественными почвами, а также об увеличении мощности элювиальной части профиля агродерново-подзолистых суглинистых почв.

Ил. 1. Табл. 4. Библиогр. – 15 назв.

УДК 633.791:631.533.3:581.143.6 (476)

Кастрицкая, М. С. **Микроразмножение сортов хмеля *in vitro* /** М. С. Кастрицкая, Н. В. Кухарчик, О. А. Гашенко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 2. – С. 75–80.

Впервые в условиях Беларуси создана основа для создания собственного производства оздоровленного посадочного материала хмеля (*Humulus Lupulus* L.), в том числе изучена регенерационная способность апикальных меристем и вегетативных почек хмеля в условиях *in vitro*; разработаны биологические и технологические составляющие получения посадочного материала хмеля в культуре *in vitro* (состав питательных сред на различных этапах размножения *in vitro*, типы эксплантов, сортоспецифичность).

Ил. 3. Табл. 5. Библиогр. – 11 назв.

УДК (658.155:631.16):636.22/.28.08(476)

Катаева, С. А. **Экономическая эффективность использования дочерей быков-производителей отечественной и зарубежной селекции** // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 2. – С. 81–85.

Изучено влияние быков-производителей белорусской, канадской, американской, шведской и венгерской селекции на основные хозяйственно полезные признаки дочерей, выявлены генотипы новых поколений, которые в условиях нашей республики по показателям продуктивности более эффективны.

Табл. 3. Библиогр. – 9 назв.

УДК 639.3.05(476)(100)

Агеец, В. Ю. **Рыбоводство Беларуси в мировой аквакультуре** / В. Ю. Агеец // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 2. – С. 86–93.

Достижение мировой рыболовной отраслью предельно допустимых объемов вылова морепродуктов привело к необходимости развития аквакультуры для обеспечения людей полноценной белковой пищей. Растет как общее количество рыбной продукции, выращиваемой в аквакультуре, так и количество продукции ценных видов рыб, спрос на которую в мире увеличивается. Помимо лососевых и осетровых рыб наращиваются объемы производимого угря, африканского сома и тилапии.

Главными задачами для рыбоводов Республики Беларусь в ближайшие годы являются не только наращивание производства объемов рыбы с целью стабилизации продовольственной безопасности страны, но и расширение ее видового состава, прежде всего за счет ускоренного наращивания объемов производства ценных видов рыб, таких как форель, осетровые и сомовые.

Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. – 19 назв.

УДК 631.431.7

Орда, А. Н. **Влияние режимов эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники на процесс следообразования /** А. Н. Орда, В. А. Шкляревич, А. С. Воробей // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 2. – С. 94–99.

Рассмотрены процессы, протекающие при формировании ядра уплотнения под воздействием ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники. Получены математические модели, позволяющие определить глубину следа в зависимости от различных почвенных условий при различных режимах эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники.

Ил. 6. Библиогр. – 6 назв.

УДК 628.16

Груданов, В. Я. **Моделирование процесса обезжелезивания воды в газо-жидкостном эжекторе много соплового типа** / В. Я. Груданов, Ю. А. Секацкая, В. М. Поздняков, А. А. Бренч // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 2. – С. 100–109.

В статье рассматриваются процессы обезжелезивания подземных скважинных вод с помощью газо-жидкостных эжекторов многосоплового типа в линиях по производству минеральных вод.

Дано расчетное обоснование режимных и технологических параметров эжектора с периферийной подачей активной среды. Построена математическая двумерная модель одноступенчатого эжектора, экспериментально подтверждена ее адекватность реальному процессу, представлены результаты промышленных испытаний опытного образца эжектора.

Ил. 6. Табл. 1. Библиогр. – 6 назв.

УДК 664.149

Кондратова, И. И. **Исследование процессов черствения зефира, обогащенного пищевыми волокнами** / И. И. Кондратова, С. Е. Томашевич, В. М. Конович, Л. М. Шостак // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 2. – С. 110–115.

В статье приведены данные о влиянии пищевых волокон на процесс черствения зефира. Установлено, что использование в технологии зефира порошка из клубней топинамбура и олигофруктозы позволяет замедлить образование и рост кристаллов сахарозы при хранении изделий, что обусловлено их способностью увеличивать содержание свободной влаги в зефире, а также способностью олигофруктозы увеличивать растворимость сахарозы. Инулин замедляет скорость кристаллизации сахарозы благодаря способности повышать динамическую вязкость дисперсионной среды зефира.

Ил. 4. Табл. 2. Библиогр. 12 назв.