

ВЕСЦІ

НАЦЫЯНАЛЬнай АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ

СЕРЫЯ АГРАРНЫХ НАВУК 2016 №2

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

СЕРИЯ АГРАРНЫХ НАУК 2016 №2

ЗАСНАВАЛЬНІК – НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ

Часопіс выдаецца са студзеня 1963 г.

Выходзіць чатыры разы ў год

ЗМЕСТ

ДА 85-ГОДДЗЯ ІНСТЫТУТА ГЛЕБАЗНАЎСТВА І АГРАХІМІІ

Лапа В. В., Касьянчык С. А. Інстытут почвоўедення і агрохіміі – становленне і развіццё	5
Цытрон Г. С., Шульгіна С. В., Азаренко Т. Н., Матычэнкава О. В., Калюк В. А., Шыбут Л. І., Матычэнкаў Д. В. Прастранственна-времённая трансфармацыя осушаных органогенных почв сельскагаспадарчых земляў Беларусі	10
Серая Т. М., Кірдуноў Т. М., Богатырэва Е. Н., Бірюкова О. М., Беляўская Ю. А. Уплыў сістэм удобрення на прадуктыўнасць і агрохімічныя паказателі дернова-падзолістай супясчанаў почвы	17
Пірогавская Г. В. Поступленне калія з атмасфернымі асадкамі, канцэнтрацыя ў почвенных растворах і міграцыя з пахотных дернова-падзолістых почв Беларусі	25
Богдэвіч І. М., Пуцяцін Ю. В., Таврыкіна О. М., Ломанос О. Л. Дыягностыка магнезіевага пільвання сельскагаспадарчых культур на дернова-падзолістых сугліністых почвах	34

ЭКАНОМІКА

Гусакоў В. Г. Асновныя праблемы перспектывнага развіцця АПК	44
Скакуноў А. С. Савремнае становленне і пераўтваральныя працэсы ў сельскагаспадарчым Беларусі	50
Расторгуев П. В. Канцэптуальныя асновы фарміравання інстытуцыйнаў сроды сістэмнаў управлення якасцём прадукцыі ў сельскагаспадарчым	57
Запольскі М. І. Методалогія фарміравання дзяржаўнаў-частнаў партнёрства ў аграрнаў-прамысловаў комплексе Рэспублікі Беларусь	67

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА

Трофимов А. Ф., Музыка А. А., Москалев А. А. Особенности формирования микроклимата животноводческих помещений в зависимости от конструктивных решений	80
Коско И. С. Откормочные и мясные качества четырехпородного гибридного молодняка свиней	87
Шейко И. П., Шейко Р. И., Тимошенко Т. Н. Белорусский внутривидовый тип свиней в породе дюрок	92
Шалак М. В., Почкина С. Н., Марусич А. Г., Муравьева М. И. Влияние йодсодержащего препарата «Йодомарин» на воспроизводительную способность и молочную продуктивность коров	98

МЕХАНИЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА

Бакач Н. Г., Мажугин И. Е. Теоретический анализ учета влияния колебаний ножей косилки для ухода за лугопастбищными угодьями на ее работоспособность	102
Касперович Д. В., Передня В. И., Китун А. В., Романович А. А. Обоснование конструкции питателя труднороссыпучих компонентов кормовых добавок с определением длины противорежущего элемента измельчающего устройства	109

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ

Москва В. В., Литвяк В. В., Бендорайтене И., Лекнюте-Кизике Э. Технология получения модифицированных крахмалов холодного набухания с регулируемыми свойствами для хозяйственного комплекса	114
---	-----

ВУЧОНЫЯ БЕЛАРУСІ

Игорь Станиславович Нагорский (К 85-летию со дня рождения)	123
Алексей Степанович Скакун (К 70-летию со дня рождения)	126

ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ 2016 №2

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'ютарная вёрстка А. У. Н о в і к

Здадзена ў набор 25.03.2016. Падпісана ў друк 21.04.2016. Выхад у свет 28.04.2016. Фармат 60×84 1/8.

Папера афсетная. Друк лічбавы. Ум. друк. арк. 14,88. Ул.-выд. арк. 16,4. Тыраж 94 экз. Заказ 82.

Кошт нумару: індывідуальная падпіска – 102 900 руб., ведамасная падпіска – 252 168 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, 2016

PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

AGRARIAN SERIES 2016 N2

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 INSTITUTE FOR SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY

Lapa V.V., Kasjanchik S.A. Development of the Institute for Soil Science and Agrochemistry	5
Tsytron G.S., Shulgina S.V., Azarenok T.N., Matychenkova O.V., Kalyuk V.A., Shibut L.I., Matychenkov D.V. Spatial-time transformation of organogenic soils of agricultural lands of Belarus	10
Seraya T.M., Kirdun T.M., Bogatyrova E.N., Biryukova O.M., Belyavskaya Yu.A. The influence of fertilization systems on the productivity of crop rotation and agrochemical indicators of soddy-podzolic sandy loam soil	17
Pirahouskaya H.V. Potassium uptake with precipitation, concentration in soil solutions and migration from arable sod-podzolic soils of Belarus (On the data of lysimetric researches in 1981–2012)	25
Bogdevitch I.M., Putyatin Yu.V., Tavrykina O.M., Lomonos O.L. Diagnostic of the crop magnesium nutrition on podzoluvisol loamy soils	34

ECONOMICS

Gusakov V.G. The main problems of the progressive development of agro-industrial complex	44
Skakun A.S. Current situation and transforming processes in the agriculture of Belarus	50
Rastorgouev P.V. Conceptual bases for forming institutional environment of quality management system in agriculture	57
Zapolsky M.I. Methodology for formation of state-private partnership in the agriculture of Belarus	67

ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY MEDICINE

Trofimov A.F., Muzyka A.A., Moskaliyov A.A. Features of formation of microclimate in livestock buildings depending on design	80
Kosko I.S. Fattening and meat traits of a four-breed hybrid of young pigs	87
Sheyko I.P., Sheyko R.I., Timoshenko T.N. Belarusian inbreed type of pigs in duroc breed	92
Shalak M.V., Pochkina S.N., Marusich A.G., Muravieva M.I. Influence of the iodine containing preparation Iodomarin on the reproductive capacity and lactation performance of cows	98

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

Bakach N.G., Mazhuhin I.E. Theoretical analysis of the influence of movement of grassland mower blades on its performance	102
Kasperovich D.V., Perednya V.I., Kitun A.V., Romanovich A.A. Substantiation of the construction of a feeder with a crusher determining the length of a crusher shear knife	109

PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Moskva V.V., Litvjak V.V., Bendoraitiene J., Lekniute-Kyzike E. Technology of producing modified starch of cold swelling with controlled properties for commercial complex	114
---	-----

SCIENTISTS OF BELARUS

Igor Stanislavovich Nagorsky (To the 85 th Anniversary of Birthday)	123
Aleksei Stepanovich Skakun (To the 70 th Anniversary of Birthday)	126

**ДА 85-ГОДДЗЯ ІНСТЫТУТА ГЛЕБАЗНАЎСТВА
І АГРАХІМІІ**

УДК 061.1:[631.4+631.8]:001.89(476)-25

В. В. ЛАПА¹, С. А. КАСЬЯНЧИК²

ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ – СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ

¹*Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Беларусь, e-mail: brissagro@biz.by*

²*Президиум НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: agro@presidium.bas-net.by*

История почвенно-агрохимических исследований в Республике Беларусь связана с научной деятельностью Института почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Беларуси. Институт почвоведения и агрохимии – один из старейших институтов Национальной академии наук Беларуси – организован 29 марта 1931 г.

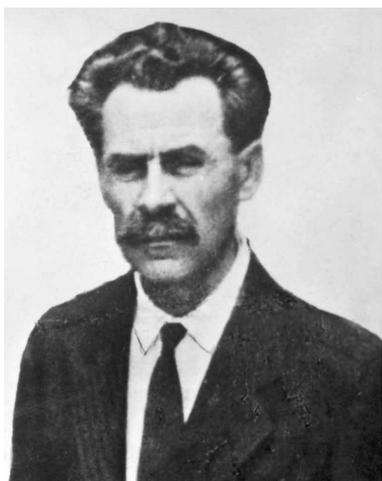
У истоков формирования почвенных и агрохимических исследований как особой, самостоятельной области знаний, а также создания специального научного учреждения, постоянно и целенаправленно ведущего разработку этого направления, стояли известные белорусские ученые – О.К. Кедров-Зихман, Г.И. Протасеня, П.П. 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 Яков Никитич Афанасьев, который стал первым директором института (1931–1937). В разные годы директорами Института являлись видные и авторитетные ученые – академик АН БССР Павел Прокофьевич Роговой (1958–1962), член-корреспондент АН БССР Сергей Нестерович Иванов (1962–1969), член-корреспондент АН БССР, академик ВАСХНИЛ Тамара Никандровна Кулаковская (1969–1980), академик Иосиф Михайлович Богдевич (1980–2005). С 2005 г. Институт возглавляет академик Виталий Витальевич Лапа.

Основными задачами, которые стояли с самого начала создания Института, были изучение почвенного покрова Беларуси, разработка систем удобрения сельскохозяйственных культур и повышение плодородия почв.

Становление Института почвоведения и агрохимии во многом связано с проведением крупномасштабных почвенных обследований всех хозяйств республики, которые были осуществлены в соответствии с постановлением Правительства в 1957–1964 гг. почвенными отрядами, организованными при Институте. В результате этой большой работы каждое хозяйство страны получило почвенные карты в масштабе 1 : 10 000, агрохимические картограммы и картограммы агропроизводственных групп почв и рационального использования земель.

Обширный фактический материал, полученный в ходе первого и последующих циклов почвенных обследований, был положен в основу разработки классификации и диагностики почв почвенно-экологического районирования территории Беларуси, а также четырех туров землеоценочных работ на разных уровнях землепользования – от каждого поля и рабочего участка до республики в целом. Обширные исследования по изучению почвенного покрова республики проведены Т.А. Романовой, К.А. Балахоновой, И.Н. Соловьем, Г.В. Пироговской, А.М. Котович, Л.С. Лозовской и др.

История почвенных исследований в республике связана с именем выдающегося почвоведом нашей страны академика НАН Беларуси Николая Ивановича Смеяна. Под его руководством



Я. Н. Афанасьев



С. Н. Иванов



П. П. Роговой



Т. Н. Кулаковская



И. М. Богдевич



В. В. Лапа

проведены крупные исследования по бонитировке почв (В. Ф. Клебанович, А. Ф. Черныш, Л. И. Шибут), позже были разработаны методические основы кадастровой оценки земель. В дальнейшем работу в этом направлении продолжили его ученики – А. Ф. Черныш, Г. С. Цытрон, Т. Н. Азаренок, Л. И. Шибут, С. В. Шульгина, Д. В. Матыченков и др.

Значительный вклад в развитие микроморфологии почв в этот период внесли С. А. Тихонов, В. Д. Лисица, В. Т. Сергеенко, С. В. Шульгина.

Важное место в работах Института занимают исследования по созданию почвозащитных систем земледелия для эрозионно-опасных земель республики. К настоящему времени сотрудниками лаборатории агрофизических свойств и защиты почв от эрозии (В. В. Жилко, Л. М. Ярошевич, А. А. Лепешев, О. В. Чистик, А. Ф. Черныш) составлена почвенно-эрозионная карта Беларуси, отражающая закономерности распространения эрозионных процессов на обрабатываемых землях в масштабе 1 : 500 000, разработана методика их прогнозирования при различном сельскохозяйственном использовании эрозионно-опасных земель, предложены противоэрозионных комплексы, адаптированные к конкретным ландшафтным условиям республики, создана репрезентативная сеть объектов мониторинговых наблюдений в северной, центральной и южной почвенно-экологических провинциях. В настоящее время продолжаются исследования по изучению агрофизических свойств почв, начатых Н. И. Афанасьевым, Н. И. Янович, создается банк данных агрофизических свойств почв (А. Ф. Черныш, А. Н. Червань, А. М. Устинова).

С 1970 г. ученые Института осуществляют постоянное научно-методическое руководство по вопросам агрохимического обслуживания сельского хозяйства (известкование кислых почв,

крупномасштабное агрохимическое обследование почв, разработка планов применения удобрений под сельскохозяйственные культуры). Результаты двух туров крупномасштабного агрохимического обследования почв (1971–1980 гг.) обобщаются вручную (А. С. Шиман). С 1980 г. учеными Института под руководством И. М. Богдевича развивается новое направление по созданию в республике автоматизированной системы управления плодородием почв (АСУ-плодородием почв), которая становится центральным звеном данной системы. В 1980 г. И. М. Богдевич и В. В. Лапа разработали методику формирования автоматизированной базы данных. С этого времени вся агрохимическая информация на уровне «элементарный участок – поле – хозяйство – район – область – республика» накапливалась на ЭВМ и в обобщенном виде представлялась для использования в хозяйствах республики. Важным направлением в исследованиях Института явилась разработка научных основ программирования урожаев сельскохозяйственных культур (1977–1985 гг.), авторами которых была академик ВАСХНИЛ Т. Н. Кулаковская и заведующая лабораторией программирования урожаев Л. П. Детковская. В лаборатории программирования урожаев сельскохозяйственных культур (Л. П. Детковская, Е. М. Лимантова, М. Ф. Дембицкий, О. Ф. Рыбик) разрабатывается первая методика по расчету на ЭВМ планов применения удобрений под сельскохозяйственные культуры. Эти задачи, а также распределение фондов минеральных удобрений по областям, районам и хозяйствам, а позже и по расчету проектно-сметной документации на известкование кислых (Г. В. Василюк) почв разрабатываются на ЭВМ и в комплексе составляют АСУ-плодородием почв). Указанные задачи решались для всех хозяйств республики в Главном информационно-вычислительном центре Министерства сельского хозяйства БССР. Необходимо отметить, что в СССР это была первая работа, комплексно в автоматизированном режиме решающая все задачи по агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства.

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 активно развиваются исследования по изучению эффективности дробного внесения азотных удобрений (В. В. Лапа, Е. М. Лимантова) и почвенной и растительной диагностике азотного питания зерновых культур (Н. Н. Семененко, Н. Н. Цыбулько, И. М. Почичкая). Для уточнения оптимальных доз азота под озимые и яровые зерновые культуры в хозяйствах республики начал применяться индикатор «Индам», разработанный Н. Н. Семененко совместно с молдавскими учеными. В это время были проведены углубленные исследования по оценке качества растениеводческой продукции (Л. П. Детковская, Е. М. Лимантова, А. З. Денисова, М. А. Богдановская), которые были в дальнейшем обобщены в монографии «Удобрения и качество урожая зерновых культур» (Минск, 1986).

В Республике Беларусь в структуре сельскохозяйственных земель около 10 % составляют торфяно-болотные почвы. Большой вклад в изучение этих почв внесла Т. Ф. Голуб с коллективом сотрудников. В 70-е годы эти исследования продолжил А. С. Мееровский. Под его руководством активно развивается направление по мелиоративному почвоведению, в котором были комплексно увязаны исследования по оценке почвенного покрова мелиорированных почв и агрохимические исследования по разработке приемов повышения их продуктивности (В. И. Якушева, З. А. Хапкина, С. А. Касьянчик, Г. А. Соколов, Т. М. Серая и др.). В лаборатории известкования кислых почв (А. М. Демьянович, М. К. Мисник) проведены исследования по эффективности доз известковых удобрений на различных по гранулометрическому составу почв, которые явились научной основой всей системы известкования почв в республике. Позже это направление получило дальнейшее развитие в трудах В. Г. Василюка, В. А. Величко, Л. В. Круглова, Н. В. Клебаговича и др.).

Большое внимание в научных исследованиях уделяется изучению органического вещества почв и влиянию органических удобрений на плодородие почв и продуктивность сельскохозяйственных культур, в том числе и на легких по гранулометрическому составу почвах (И. А. Юшкевич, В. А. Тикавый, А. А. Прошляков, В. Г. Шныриков, М. В. Рак).

После аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. Институт стал также и методическим разработчиком радиологического обследования почв, загрязненных радионуклидами. Учеными Института сразу же был предложен комплекс первоочередных агрохимических мероприятий (ускоренная оптимизация кислотности почв и дополнительные дозы калийных и фосфорных удобрений) по снижению поступления радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственные культуры. Следует отметить, что в Институте еще задолго до аварии на Чернобыльской АЭС проводились научные исследования по изучению характера закрепления этих радионуклидов в почвах и приемов снижения перехода их в растения (С. Н. Иванов, Э. Д. Щагалова, С. С. Шифрина, Л. И. Качкова). Поэтому результаты данных исследований позволили сразу же после аварии предложить эффективные контрмеры по снижению негативных радиологических последствий. Позже учеными Института совместно с Институтом радиологии Департамента по преодолению последствий Чернобыльской аварии был разработан ряд рекомендаций по ведению аграрного производства на загрязненных радионуклидами землях (И. М. Богдевич, Ю. В. Путятин, И. Д. Шмигельская, М. В. Рак, А. Ф. Черныш и др.).

После 1990 г. в Институте начало развиваться новое направление в агрохимических исследованиях – разработка ресурсосберегающих систем применения удобрений под сельскохозяйственные культуры на основе оптимизации минерального питания растений, сбалансированного комплексного применения органических, минеральных макро- и микроудобрений, регуляторов роста растений, средств химической защиты растений. Актуальность этих исследований в значительной степени была обусловлена экономическим состоянием сельского хозяйства и необходимостью сохранения достигнутого уровня плодородия почв. Основой ресурсосберегающих систем применения минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры 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 сокращение затрат на применение минеральных удобрений. Достижение такого эффекта возможно за счет применения комплексных форм минеральных удобрений. Это направление в Институте развивается в лаборатории новых форм удобрений и мелиорантов под руководством 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 настоящее время Институтом разработан весь ассортимент комплексных удобрений для возделываемых в республике сельскохозяйственных культур. Новизна этих удобрений подтверждена патентами Республики Беларусь, Евразийского патентного ведомства и Украины. На все удобрения разработаны технические условия на промышленное производство и проведена их регистрация в Госхимкомиссии Республики Беларусь.

В формировании высоких урожаев с хорошим качеством продукции важная роль принадлежит применению микроэлементов и регуляторов роста. Следует отметить, что масштабные исследования по изучению содержания микроэлементов в почвах республики, оценке эффективности микроудобрений при возделывании сельскохозяйственных культур были начаты в Институте Г. П. Дубиковским, которым была создана научная школа по данному направлению (Л. М. Микулович, Г. М. Милоста, Е. И. Дорошкевич, М. И. Лобанок, З. С. Ковалевич и др.). Позже эти исследования были продолжены В. И. Матвеевой и М. В. Раком. Крупным научным достижением в последние годы является разработка серии новых форм жидких хелатных микроудобрений (борных, медных, марганцевых, цинковых) для некорневых подкормок зерновых культур, льна, сахарной свеклы, кукурузы и других культур (М. В. Рак, С. А. Титова). В настоящее время в республике освоено их промышленное производство. По данным проведенных исследований эти микроудобрения окупаются с рентабельностью более 200 %.

Развитие микробиологических исследований в области изучения симбиотической и несимбиотической азотфиксации, разработки новых форм бактериальных удобрений, повышения биологической активности почв в Республике Беларусь связано с работами А. А. Вавуло, Л. А. Карягиной, В. М. Чикановой, Н. А. Михайловской, В. Н. Нестеренко. В результате этих ис-

следований были разработаны бактериальные удобрения ризоторфин и азобактерин, способствующие дополнительной фиксации атмосферного азота в количестве до 30 кг/га. В настоящее время разрабатывается новое направление по выделению штаммов калий- и фосфатмобилизующих бактерий и созданию на их основе соответствующих бактериальных удобрений, также большое внимание уделяется изучению биологической активности почв и разработке приемов ее улучшения (Н. А. Михайловская).

Для разработки прогноза изменения состояния плодородия почв и мероприятий по его повышению учеными Института создана территориальная сеть мониторинга плодородия почв, выделены и закреплены ключевые участки для наблюдений за основными почвенными и агрохимическими показателями на эродированных и загрязненных радионуклидами почвах (И. М. Богдевич, Ю. В. Путятин, А. Ф. Черныш).

Успехи Института почвоведения и агрохимии многократно отмечены правительственными наградами. В 1981 г. Белорусский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии за большие заслуги в развитии сельскохозяйственной науки и внедрение научных разработок в производство награжден орденом Трудового Красного Знамени. Институт являлся неоднократно участником ВДНХ СССР. За большие заслуги в развитии агрохимической науки, подготовке научных кадров Т. Н. Кулаковская удостоена звания Героя Социалистического Труда, награждена орденами Ленина, Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени. За цикл научно-исследовательских работ в области почвоведения и агрохимии, разработку комплекса учебной литературы для высших сельскохозяйственных учебных заведений 13 сотрудников Института в разные годы были удостоены Государственной премии Республики Беларусь в области науки и техники.

Коллективом Института внесен большой вклад в совершенствование общеобразовательного процесса и подготовку высококвалифицированных специалистов в области почвоведения и агрохимии. С 1982 г. в Институте действует Совет по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальности 06.01.03 – агропочвоведение, агрофизика; 06.01.04 – агрохимия. Всего за период его существования защищено более 60 докторских и более 200 кандидатских диссертаций.

В настоящее время научный поиск ученых Института почвоведения и агрохимии направлен на разработку приемов повышения эффективности использования почвенных ресурсов, защиты их от всех видов деградаций, сохранение и повышение плодородия, определение индикаторов биологического состояния почв и повышения интенсивности биологических процессов в почвах. В области агрохимических исследований приоритетными направлениями являются разработка технологий повышения эффективности минеральных и органических удобрений, разработка новых композиционных форм комплексных макро- и микроудобрений, изучение качества растениеводческой продукции в целях получения экономически эффективной и безопасной продукции растениеводства, сохранения плодородия почв.

Поступила в редакцию 11.01.2016

УДК 631.445

Г. С. ЦЫТРОН, С. В. ШУЛЬГИНА, Т. Н. АЗАРЕНОК, О. В. МАТЫЧЕНКОВА, В. А. КАЛЮК,
Л. И. ШИБУТ, Д. В. МАТЫЧЕНКОВ

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОСУШЕННЫХ ОРГАНОГЕННЫХ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЛАРУСИ

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

Приведены результаты систематизации и обобщения материалов подходящих к завершению корректировочных почвенно-картографических работ на осушенных и прилегающих к ним землях сельскохозяйственных организаций страны. Представлена новая современная информация о реальном наличии торфяных и дегроторфяных почв, ранжированных на видовом уровне классификации, в составе сельскохозяйственных земель и проведен анализ пространственно-временной трансформации компонентного состава осушенных органогенных почв между двумя турами почвенного обследования (1986–1998 и 2005–2015 гг.).

Ключевые слова: компонентный состав почвенного покрова, сельскохозяйственные земли, осушенные торфяные почвы, дегроторфяные почвы, площадное распространение, пространственно-временная трансформация.

G. S. TSYTRON, S. V. SHUL'GINA, T. N. AZARENOK, O. V. MATYCHENKOVA, V. A. KALYUK,
L. I. SHIBUT, D. V. MATYCHENKOV

SPATIAL-TIME TRANSFORMATION OF ORGANOGENIC SOILS OF AGRICULTURAL LANDS OF BELARUS

The Institute for Soil Science and Agrochemistry, Minsk, Belarus, e-mail: soil@tut.by

The paper demonstrates the results of systematization and generalization of the materials appropriate to the completion of soil-cartographic works on the drained and adjacent lands of agricultural organizations of the republic. Presented is the new information about the existence of peat and degropeat soils ranged at the species level of classification as a part of agricultural lands, and conducted is the analysis of spatial-time transformation of the component composition of drained organic soils between two rounds of the soil survey (1986–1998 and 2005–2015).

Keywords: soil cover component composition, agricultural lands, drained peat soils, degropeat soils, lateral extension, spatial-time transformation.

Введение. Первые изменения осушенных торфяных почв на территории Беларуси стали появляться спустя десятилетие после обширной гидротехнической мелиорации (конец 60-х – начало 70-х гг. XX в.) [1, 2], а в настоящее время имеет место трансформация компонентного состава почвенного покрова староосушенных массивов в направлении роста площадей дегроторфяных почв [3–17].

Антропогенно-преобразованные торфяно-минеральные почвы выявлены в ходе проведения II тура крупномасштабного почвенного картографирования (1968–1986 гг.), но в связи с отсутствием диагностических критериев на то время они были отнесены к типу торфяных или дерново-заболоченных (дерново-глеевых). Возможность отобразить на почвенно-картографических материалах весь спектр компонентного состава территорий, представленных осушенными торфяными почвами, появилась с выходом в свет Методических указаний по диагностике и классификации почв, образовавшихся после сработки торфа [4], разработанных в Белорусском научно-исследовательском институте почвоведения и агрохимии в 1991 г. В соответствии с указаниями, почвы, образовавшиеся в результате частичной и полной сработки торфа, выделены на уровне самостоятельного типа «деградированные» и, в свою очередь, разделены на подтиповом уровне в зависимости от степени сработки торфа, на родовом уровне – от характера почвообразующих пород и их химизма, на видовом – по остаточному содержанию органического вещества (ОВ), что оказалось чрезвычайно необходимым для их диагностики в полевых условиях.

Согласно материалам III тура крупномасштабного почвенного картографирования (1986–1998 гг.), по состоянию на 01.01.2000 г. органогенные почвы в составе сельскохозяйственных земель республики занимают 1068,2 тыс. га, из них 190,2 тыс. га приходится на деградированные торфяные почвы, в торфяно-минеральном (пахотном) горизонте которых содержание ОВ составляет менее 50 %. Эти данные опубликованы в 2001 г. в практическом пособии «Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь» [18], которое на сегодняшний день является единственным в Беларуси источником данных о площадном распространении осушенных торфяных и дегроторфяных почв.

Результаты подходящих к завершению работ по корректировке почвенно-картографических материалов староосушенных земель и прилегающих к ним территорий в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах страны, выполняемых с 2005 г. УП «Проектный институт Белгипрозем» и его дочерними предприятиями под научно-методическим руководством РУП «Институт почвоведения и агрохимии», также свидетельствуют о трансформации торфяных осушенных почв, выраженной в перераспределении их видового состава. Таким образом, в республике появились новые данные пространственного распространения торфяных почв с разной мощностью органогенного слоя и дегроторфяных почв с разным содержанием ОВ в пахотном горизонте, которые требуют организации исследований по их систематизации и обобщению.

Цель исследований – установление современных объективных площадных данных видового разнообразия осушенных органогенных почв сельскохозяйственных земель республики и пространственно-временной трансформации их компонентного состава между двумя турами почвенного обследования (1986–1998 и 2005–2015 гг.).

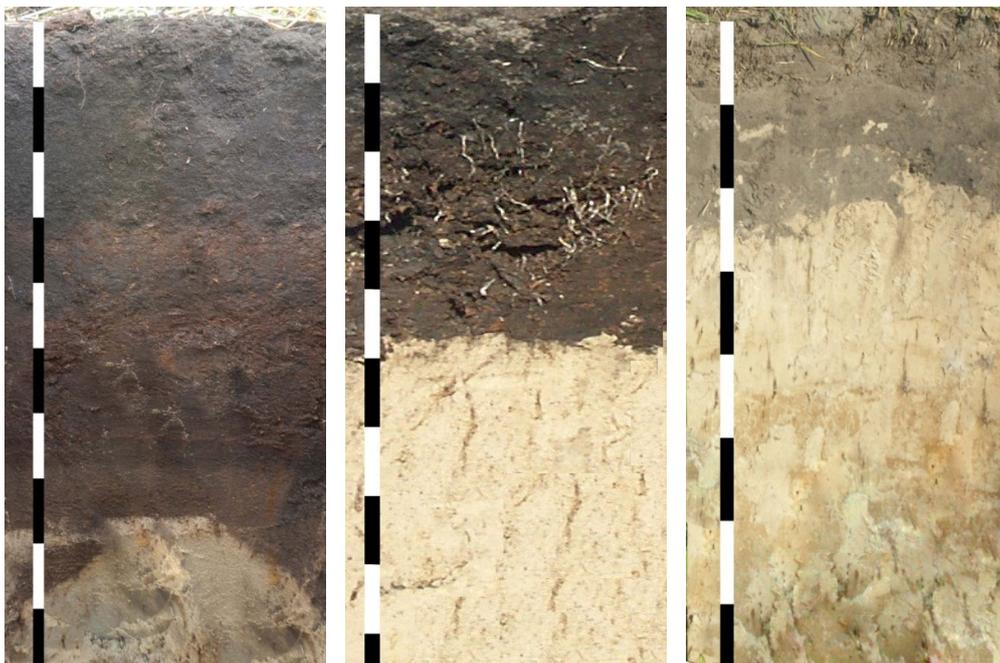
Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись осушенные торфяные и дегроторфяные почвы сельскохозяйственных земель Беларуси, ранжированные на видовом уровне: торфяные – по мощности торфяной залежи (торфянисто-глеевые (< 0,3 м), торфяно-глеевые (0,3–0,5 м), торфяные маломощные (0,5–1,0 м), среднемощные (1,0–2,0 м), мощные (> 2,0 м)), дегроторфяные – по содержанию ОВ в пахотном горизонте (торфяно-минеральные (50,0–20,1 % ОВ), минеральные остаточно-торфяные (20,0–5,1 % ОВ), минеральные постторфяные (≤ 5,0 % ОВ)), а также по гранулометрическому составу подстилающих минеральных пород.

Основными методами исследований послужили: систематизация данных материалов корректировочных почвенно-картографических работ на осушенных территориях и прилегающих к ним землях в сельскохозяйственных организациях республики (2005–2015 гг.); обобщение результатов исследования на районном, областном и республиканском уровнях; сравнительный анализ площадного распространения основных видов осушенных органогенных почв сельскохозяйственных земель по материалам разновременного почвенного картографирования.

В настоящее время исследованиями охвачено 90 % староосушенных торфяных почв сельскохозяйственных земель территории республики.

Результаты и их обсуждение. Вовлечение осушенных органогенных почв в интенсивное сельскохозяйственное производство без учета природных условий, особенностей состава и свойств неизбежно ведет к их деградации. Под воздействием превалирующего в современных условиях антропогенного фактора почвообразования происходит закономерный процесс перехода торфяных почв в новые стадии функционирования с определенной степенью сработки торфа пахотного горизонта [4–17]. В почвенном покрове осушенных торфяных массивов уже сформированы новые типы почв, не встречающиеся в естественных условиях, – дегроторфяные (рис. 1) с более низким баллом плодородия. Так, согласно шкале оценочных баллов [19], торфяные низинные почвы в зависимости от мощности торфяной залежи и гранулометрического состава подстилающих пород оцениваются в 65,8–40,4 балла, а дегроторфяные в зависимости от степени сработки торфа и с учетом минеральных подстилающих пород – 51,0–25,8 балла.

Согласно результатам систематизации и обобщения данных материалов корректировки почвенно-картографических работ 2005–2015 гг. (табл. 1–3), торфяные почвы в составе сельскохозяйственных земель Республики Беларусь занимают 685,1 тыс. га, из них на тип торфяных низинных приходится 77 % (528,2 тыс. га), аллювиальных иловато-торфяных – 21 % (143,3 тыс. га).



Разрез 1
Торфяная низинная маломощная, развивающаяся на тростниково-осоковых торфах, подстилаемых с гл. 0,60 м песками

Разрез 2
Торфяно-глеевая низинная, развивающаяся на тростниково-осоковых торфах, подстилаемых с гл. 0,48 м песками

Разрез 3
Дегроторфяная постторфяная связнопесчаная, сменяемая с гл. 0,23 м рыхлыми песками

Рис. 1. Трансформация осушенных торфяных почв (мелиоративный объект «Копачевичи», СПК «Новополесский» Солигорского района Минской области)

Т а б л и ц а 1. Распространение торфяных почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (по материалам почвенного обследования 2005–2015 гг.), тыс. га

Область	Торфяные (все)	В т. ч. с мощностью торфа					Из них	
		до 0,3 м	0,3–0,5 м	0,5–1,0 м	1,0–2,0 м	>2,0 м	торфяные низинные	аллювиальные иловато-торфяные
Брестская	181,3	22,2	59,1	65,2	31,0	3,8	141,5	35,9
Витебская	45,4	0,7	5,0	16,4	16,1	7,2	40,1	5,1
Гомельская	144,6	12,3	37,4	57,3	33,2	4,4	124,8	14,8
Гродненская	58,1	2,8	9,8	25,7	16,8	3,0	42,7	15,3
Минская	195,4	7,3	29,4	83,6	60,1	15,0	143,8	48,8
Могилевская	60,4	1,4	13,6	22,6	18,3	4,5	35,3	23,4
Беларусь	685,1	46,7	154,3	270,8	175,5	37,9	528,2	143,3

Т а б л и ц а 2. Распространение дегроторфяных почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (по материалам почвенного обследования 2005–2015 гг.), тыс. га

Область	Дегроторфяные										Нарушенные торфяные и дегроторфяные
	всего	торфяно-минеральные				минеральные остаточно-торфяные				пост-торфяные	
		всего	подстилаемые			всего	подстилаемые				
		суглинками	супесями	песками		суглинками	супесями	песками			
Брестская	104,4	56,6	2,2	0,3	54,1	44,5	1,4	3,0	40,1	3,3	4,5
Витебская	11,1	9,3	3,8	0,2	5,3	1,8	1,1	0,2	0,5	–	0,7
Гомельская	73,4	31,9	–	0,1	31,8	39,5	–	0,4	39,1	2,0	2,9
Гродненская	24,4	19,9	0,5	–	19,4	4,5	0,2	–	4,3	–	2,1
Минская	82,9	59,1	1,6	0,2	57,3	22,7	0,5	0,6	21,6	1,1	7,6
Могилевская	16,7	11,2	0,6	–	10,6	5,0	0,1	0,1	4,8	0,5	1,2
Беларусь	312,9	188,0	8,7	0,8	178,5	118,0	3,3	4,3	110,4	6,9	19,0

Т а б л и ц а 3. Изменение удельного веса торфяных и дегроторфяных почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь в период между двумя турами почвенных обследований (III тур 1986–1998 гг. и корректировка III тура 2005–2015 гг.), %

Область	Время обследования	Торфяные								Дегроторфяные					
		всего		в т.ч. с мощностью торфа						всего		торфяно-минеральные		минеральные остаточно-торфяные	
				до 0,5 м		до 1,0 м		более 1,0 м							
		%	±%	%	±%	%	±%	%	±%	%	±%	%	±%	%	±%
Брестская	III тур	18,4		8,0		14,7		3,7		4,9		3,6		1,0	
	III К	12,9	-5,5	5,8	-2,2	10,4	-4,3	2,5	-1,2	7,4	+2,5	4,0	+0,4	3,1	+2,1
Витебская	III тур	4,9		0,7		2,2		2,7		0,7		0,5		0,2	
	III К	3,0	-1,9	0,4	-0,3	1,5	-0,7	1,5	-1,2	0,7	-	0,6	+0,1	0,1	-0,1
Гомельская	III тур	14,0		5,3		10,8		3,2		4,7		1,1		3,4	
	III К	10,7	-3,3	3,7	-1,6	7,9	-2,9	2,8	-0,4	5,4	+0,7	2,4	+1,3	2,9	-0,5
Гродненская	III тур	8,0		0,9		3,3		4,7		-		-		-	
	III К	4,7	-3,3	1,0	+0,1	3,1	-0,2	1,6	-3,1	2,0	+2,0	1,6	+1,6	0,4	+0,4
Минская	III тур	14,7		3,8		9,0		5,7		3,3		2,1		0,4	
	III К	10,6	-4,1	2,0	-1,8	6,5	-2,5	4,1	-1,6	4,5	+1,2	3,2	+1,1	1,2	+0,8
Могилевская	III тур	6,1		1,5		3,7		2,4		0,6		0,5		0,1	
	III К	4,5	-1,6	1,1	-0,4	2,8	-0,9	1,7	-0,7	1,1	+0,5	0,8	+0,3	0,4	+0,2
Беларусь	III тур	11,0		3,4		7,3		3,7		2,4		1,3		0,8	
	III К	7,7	-3,3	2,3	-1,1	5,4	-1,9	2,4	-1,4	3,6	+1,2	2,2	+0,9	1,4	+0,5

П р и м е ч а н и е. III тур – в расчетах удельного веса использованы данные общей площади сельскохозяйственных земель по областям практического пособия «Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь», 2001 г.; III К – в расчетах удельного веса использованы данные общей площади сельскохозяйственных земель Реестра земельных ресурсов по состоянию на 01.01.2014 г.

На видовом уровне классификации преобладают торфяные почвы с мощностью торфяной залежи до 1,0 м, их удельный вес составляет 5,4 %, из которых 43 % – торфяные маломощные. Торфяные почвы республики на 95 % подстилаются песчаными или рыхлосупесчаными отложениями, и только в Витебской области 30 % (13,6 тыс. га) этих почв подстилаются суглинистыми и связносупесчаными породами. Торфяные почвообразующие породы подстилаются сапропелями на площади 0,4 % (2,7 тыс. га).

Дегроторфяные почвы в составе сельскохозяйственных земель республики занимают 312,9 тыс. га, их удельный вес равен 3,6 %. В Минской и Брестской областях преобладают торфяно-минеральные виды дегроторфяных почв – на их долю приходится 71 и 54 % соответственно, они являются в основном сильно- (30,0–20,1 % ОВ) и среднеминерализованными (40,0–30,1 % ОВ).

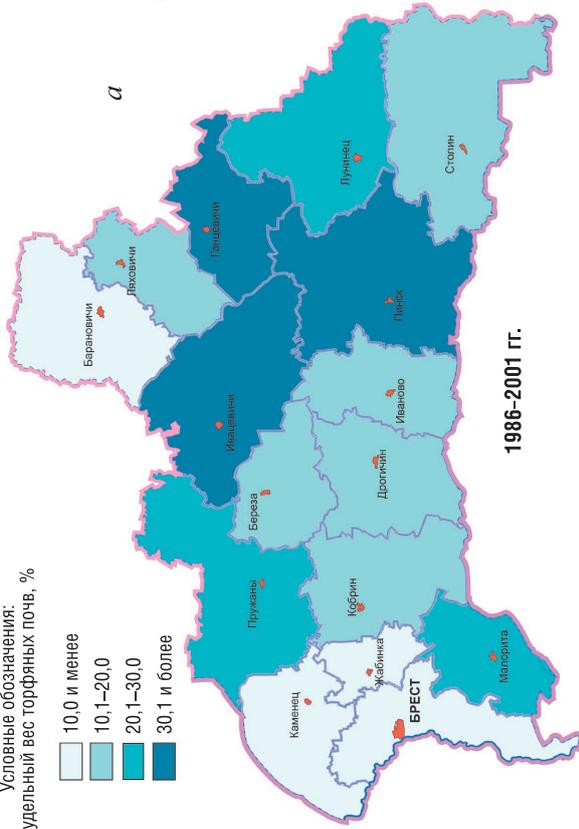
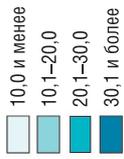
Гомельская область располагает самыми большими площадями минеральных остаточно-торфяных почв сельскохозяйственных земель, удельный вес которых равен 2,9 %, что составляет более половины (54 %) площади всех дегроторфяных почв.

Постторфяные почвы, сформировавшиеся в результате интенсивного использования в агропроизводстве осушенных маломощных торфяных, занимают в пределах сельскохозяйственных земель республики 6,9 тыс. га, из них 3,3 тыс. га сконцентрированы в Брестской, 2,0 тыс. га в Гомельской и 1,1 тыс. га в Минской областях.

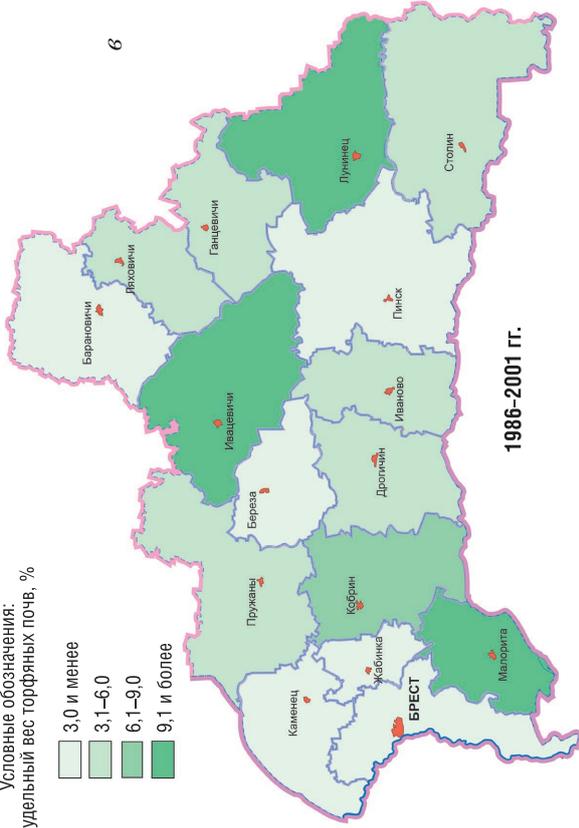
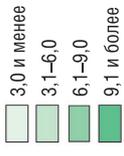
Почвенный покров Беларуси в настоящее время включает также 19,0 тыс. га нарушенных торфяных почв, из которых 7,6 тыс. га сосредоточено в Минской и 4,5 тыс. га в Брестской областях. Меньше всего почв этого типа расположено в Витебской области (0,7 тыс. га).

Анализ динамики пространственно-площадного распространения торфяных и дегроторфяных почв в составе сельскохозяйственных земель по материалам разновременного почвенного картографирования (1986–1998 и 2005–2015 гг.) показывает, что имеет место четкая тенденция роста удельного веса дегроторфяных почв (табл. 3). В целом по республике площадь торфяных почв сократилась на 3,3 % (на 192,9 тыс. га) с одновременным ростом дегроторфяных на 1,2 % (122,7 тыс. га).

Условные обозначения:
удельный вес торфяных почв, %

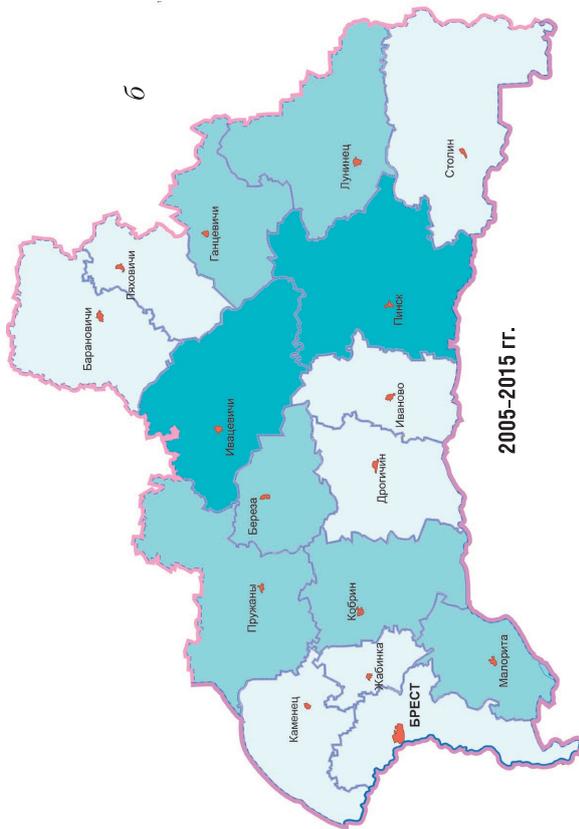


Условные обозначения:
удельный вес торфяных почв, %



б

Условные обозначения:
удельный вес торфяных почв, %



2

Условные обозначения:
удельный вес торфяных почв, %

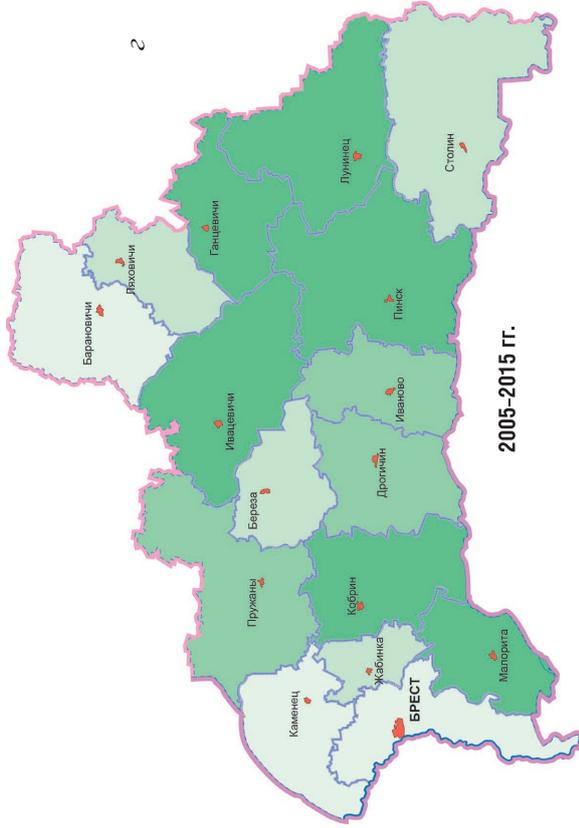


Рис. 2. Картограммы распространения торфяных (а, б) и дерготорфяных (в, г) почв в общей площади сельскохозяйственных земель Брестской области

Самые значительные изменения в компонентном составе осушенных органогенных почв произошли на территории Брестской области. Если при предыдущем почвенном обследовании удельный вес торфяных почв составлял более 18 % (236,2 тыс. га) [18], то в настоящее время – уже 12,9 % (181,3 тыс. га), т. е. их стало меньше на 5,5 %. В наибольшей степени трансформация торфяных почв выражена в почвенном покрове осушенных земель Ганцевичского (–11,5 %), Лунинецкого (–10,1 %), Ивацевичского (–8,6 %), Пинского (–7,9 %) районов (рис. 2).

Площади же дегроторфяных почв сельскохозяйственных земель Брестской области выросли на 2,5 % (на 41,4 тыс. га) – от 4,9 % на 01.01.2000 г. до 7,4 %, их рост в основном обеспечен за счет минеральных остаточно-торфяных видов – 32,4 тыс. га. Площади дегроторфяных почв значительно увеличились в Ганцевичском (+10,0 %) и Пинском (+8,2 %) районах (см. рис. 2).

В почвенном покрове староосушенных территорий Минской, Гомельской и Гродненской областей также произошла существенная трансформация компонентного состава торфяных почв. Их площади сократились на 4,2–3,2 % (от 36,8 до 30,5 тыс. га), причем в Минской и Гомельской областях более 60 % этих почв – с мощностью торфа до 1,0 м, а в Гродненской области почти все среднемощные. Площади же дегроторфяных почв в этих областях увеличились на 0,7–2,0 % (от 14,2 до 31,2 тыс. га), из которых 80 % и более торфяно-минеральные. В Могилевской и Витебской областях площади торфяных почв уменьшились на 1,6–1,9 % (18,2–21,1 тыс. га), а дегроторфяных увеличились незначительно – на 8,3–1,3 тыс. га.

Таким образом, результаты проведенных исследований по установлению площадного распространения видового разнообразия осушенных торфяных и дегроторфяных почв и определения их пространственно-временной динамики свидетельствуют о неуклонно происходящих деградиционных процессах, что находит отражение в площадном перераспределении их компонентов в направлении существенного сокращения удельного веса торфяных почв в составе сельскохозяйственных земель и роста дегроторфяных.

Заключение. Проведенный пространственно-временной анализ изменения компонентного состава почвенного покрова староосушенных сельскохозяйственных земель, представленных торфяными и дегроторфяными почвами, и площадного распространения основных видов органогенных почв между двумя турами почвенного картографирования, а именно III тура крупномасштабного почвенного картографирования 1986–1998 гг. и работ по корректировке почвенных материалов осушенных и прилегающих к ним земель 2005–2015 гг., позволил установить следующее:

1) со времени проведения корректировочных почвенно-картографических работ 1986–1998 гг. площади торфяных почв сельскохозяйственных земель сократились на 192,9 тыс. га, при этом их удельный вес снизился на 3,3 %, а площади дегроторфяных почв увеличились на 122,7 тыс. га (на 1,2 %), т. е. органогенных почв в целом стало меньше на 70,2 тыс. га;

2) в наибольшей степени изменения компонентного состава осушенных торфяных почв проявились на территории сельскохозяйственных земель Брестской, Минской и Гомельской областей, в почвенном покрове которых торфяные почвы сократились на 5,5, 4,1 и 3,3 %, а рост дегроторфяных составил 2,5, 1,2 и 0,7 % соответственно;

3) в наибольшей степени подверглись трансформации мелкозалежные торфяные почвы с мощностью торфа до 1,0 м, подстилаемые рыхлыми отложениями (чаще песчаными), что обуславливает их уязвимость к антропогенному воздействию. Удельный вес этих почв стал ниже на 1,9 %. Меньше стало также среднемощных и мощных торфяных почв;

4) рост дегроторфяных почв республики обеспечивается в основном за счет торфяно-минеральных (+0,9 %) и минеральных остаточно-торфяных (+0,5 %) их видов, причем в южной части страны преобладают минеральные остаточно-торфяные почвы.

В заключение отметим, владение объективной информацией площадного распространения торфяных и дегроторфяных почв сельскохозяйственных земель и знаниями их пространственно-временной трансформации являются основой рационального размещения культур в структуре посевных площадей исходя из мощности органогенного слоя торфяных почв и содержания ОБ в пахотном горизонте дегроторфяных.

Список использованных источников

1. Изменение торфяных почв под влиянием осушения и использования: материалы науч.-метод. совещ. стран – участниц СЭВ // М-во сел. хоз-ва СССР, ВАСХНИЛ им. В. И. Ленина, БелНИИ мелиорации и водного хозяйства; ред.: В. М. Зубец [и др.]. – Минск: Урожай, 1969. – 231 с.
2. *Скоропанов, С. Г.* Экологические аспекты последствий осушения и сельскохозяйственного использования торфяных болот / С. Г. Скоропанов, Н. В. Окулик // Проблемы Полесья: сб. науч. тр. – Минск, 1990. – Вып. 13. – С. 12–19.
3. Эволюция почв мелиорируемых территорий Белоруссии / С. М. Зайко [и др.]; под ред. С. М. Зайко, В. С. Аношко. – Минск: Университетское, 1990. – 287 с.
4. Методические указания по диагностике и классификации почв, образовавшихся после сработки торфа (для целей крупномасштабного картографирования) / Н. И. Смян, Г. С. Цытрон, А. Ф. Черныш. – Минск, 1991. – 8 с.
5. Трансформация торфяно-болотных почв юго-западной части РБ под влиянием осушения и длительного сельскохозяйственного использования (на примере Брестской области) / Н. И. Смян [и др.] // Изв. Акад. аграр. наук Респ. Беларусь. – 2000. – № 3. – С. 54–57.
6. Методические указания по полевому исследованию и картографированию антропогенно-преобразованных почв Беларуси / Н. И. Смян, Г. С. Цытрон, И. И. Бубен. – Минск, 2001. – 19 с.
7. Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше / В. И. Белковский [и др.]. – Минск: БИТ «Хата», 2002. – 280 с.
8. *Цытрон, Г. С.* Антропогенно-преобразованные почвы Беларуси / Г. С. Цытрон / Ин-т почвовед. и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2004. – 124 с.
9. Методические указания по корректировке почвенных материалов осушенных и прилегающих к ним земель в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь / Н. И. Смян [и др.]. – Минск, 2005. – 17 с.
10. *Бамбалов, Н. Н.* Агрогенная эволюция осушенных торфяных почв / Н. Н. Бамбалов / Почвоведение. – 2005. – № 1. – С. 29–37.
11. *Азарёнок, Т. Н.* Агрогенная трансформация почв и почвенного покрова осушенных земель Солигорского района / Т. Н. Азарёнок, Н. И. Смян, Г. С. Цытрон // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 1(38). – С. 70–78.
12. *Мееровский, А. С.* Трансформация и продуктивность маломощных торфяных почв / А. С. Мееровский, В. П. Трибис, А. В. Семенченко // Почва – Удобрение – Плодородие – Урожай: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. С. И. Иванова и 90-летию со дня рожд. Т. Н. Кулаковской, 16–18 февр. 2009 г. / редкол.: В. В. Лапа [и др.] / Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2009. – С. 77–79.
13. Антропогенная трансформация торфяных почв Полесья на примере мониторингового объекта «Новополесский» / Г. С. Цытрон [и др.] // Наука и агропромышленный комплекс на современном этапе: тез. междунар. науч.-практ. конф. в рамках междунар. научно-практ. форума, посвящ. 170-летию БГСХА, г. Горки, 23–25 июня 2010 г. / отв. ред. В. Б. Воробьев. – Горки, 2010. – С. 256–258.
14. *Лихацевич, А. П.* Оценка показателей трансформации органического вещества мелкозалежной торфяной почвы в процессе сельскохозяйственного использования / А. П. Лихацевич, Н. М. Авраменко, В. В. Ткач // Плодородие почв – основа устойчивого развития сельского хозяйства: материалы междунар. науч.-практ. конф. и IV съезда почвоведов, Минск, 26–30 июля 2010 г. / редкол.: В. В. Лапа [и др.] / Ин-т почвовед. и агрохимии. – Минск, 2010. – Ч. 1. – С. 113–114.
15. *Семененко, Н. Н.* Торфяно-болотные почвы Полесья: трансформация и пути эффективного использования / Н. Н. Семененко. – Минск: Белорусская наука, 2015. – 282 с.
16. *Шульгина, С. В.* Современное состояние свойств почв староосушенных торфяных массивов / С. В. Шульгина, Г. С. Цытрон, Т. Н. Азаренко // Воспроизводство плодородия почв и их охрана в условиях современного земледелия: материалы Междунар. науч.-практ. конф. и V съезда БОПиА, Минск, 22–26 июня 2015 г.: в 2 ч. / редкол.: В. В. Лапа (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – Ч. 1. – С. 330–334.
17. Оценка степени деградации осушенных торфяно-болотных почв Беларуси / Г. С. Цытрон [и др.] // Природные опасности: связь науки и практики: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Саранск, 23–25 апр. 2015 г. / редкол.: С. М. Вдовин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск, 2015. – С. 473–479.
18. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / Г. И. Кузнецов [и др.]; под ред. Г. И. Кузнецова, Н. И. Смяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.
19. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Содержание и технология работ. Технический кодекс установившейся практики. ТКП 302–2011 (03150). – Минск: Гос. комитет по имуществу Респ. Беларусь, 2011. – 137 с.

Поступила в редакцию 12.01.2016

УДК 631.8.022.3:631.582:631.445.2

Т. М. СЕРАЯ, Т. М. КИРДУН, Е. Н. БОГАТЫРЕВА, О. М. БИРЮКОВА, Ю. А. БЕЛЯВСКАЯ

**ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА
И АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ
ПОЧВЫ**

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

Изучено влияние заделки побочной продукции и доз минеральных удобрений на продуктивность севооборота и агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы. Установлено, что осеннее внесение компенсирующей дозы азота по соломе не обеспечило существенного увеличения продуктивности севооборота. Показано, что внесение скорректированных доз фосфорных и калийных удобрений с учетом фосфора и калия, высвобождающихся из соломы предшественника, не привело к снижению продуктивности севооборота по сравнению с применением полных доз удобрений и позволило сохранить P_{60} и K_{360} .

Ключевые слова: дерново-подзолистая супесчаная почва, севооборот, солома, минеральные удобрения, продуктивность, агрохимические показатели.

T. M. SERAYA, T. M. KIRDUN, E. N. BOGATYROVA, O. M. BIRYUKOVA, Yu. A. BELYAVSKAYA

**THE INFLUENCE OF FERTILIZATION SYSTEMS ON THE PRODUCTIVITY OF CROP ROTATION
AND AGROCHEMICAL INDICATORS OF SODDY-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL**

The Institute for Soil Science and Agrochemistry, Minsk, Belarus, e-mail: seraya@tut.by

The influence of by products ploughing and mineral fertilizer doses on the crop rotation productivity and agrochemical indicators of sod-podzolic sandy loam soil is studied. It's established that autumn application of a compensatory dose of nitrogen to the straw didn't ensure the increased productivity of crop rotation. It's shown that application of correct doses of phosphorus and potassium fertilizers taking into account the phosphorus and potassium from a straw predecessor didn't bring about the reduction of the productivity of crop rotation in comparison with the application of full doses of fertilizers and allowed saving P_{60} and K_{360} .

Keywords: sod-podzolic sandy loam soil, crop rotation, straw, mineral fertilizers, productivity, agrochemical indicators.

Введение. Результаты научных исследований и практический опыт использования незерновой части урожая показывают, что солома является одним из самых дешевых и доступных источников органического вещества. Традиционно солома использовалась в качестве влагопоглощающего материала при подстилочном содержании скота. Однако в последние годы все большее распространение находит применение соломы на удобрение без отчуждения из агроценоза. В Республике Беларусь во время уборки солома зерновых, зернобобовых, гречихи, рапса, листостебельная масса кукурузы измельчается на площади около 2 млн га. С этим количеством побочной продукции в почву поступает более 4 млн т органического вещества, 30 тыс. т азота, 15 тыс. т оксида фосфора и 75 тыс. т оксида калия [1]. Однако среди ученых нет единого мнения о влиянии соломы на урожайность сельскохозяйственных культур и о необходимости внесения компенсирующих доз азота по соломе. По данным ряда авторов [2–4], в связи с тем, что разложение соломы сопровождается поглощением минерального азота почвы интенсивно развивающейся почвенной микрофлорой, для устранения негативного влияния на последующую культуру необходимо дополнительно вносить в почву на каждую тонну измельченной соломы 5–10 кг азота. Но есть данные и о том, что внесенный в почву органический углерод на каждый грамм помогает фиксировать 15–40 мг азота [5, 6]. Значение дополнительного азотного удобрения по соломе, несомненно, все больше уменьшается с повышением плодородия дерново-подзолистых почв и ежегодным применением полного минерального удобрения под сельскохозяйственные культуры.

В связи с этим одним из направлений данных исследований является установление необходимости внесения компенсирующих доз азота по соломе при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистой супесчаной почве в нынешних условиях хозяйствования.

При внесении соломы в почву имеющиеся в соломе питательные вещества в процессе ее разложения высвобождаются и становятся доступными для растений. Кроме этого, вследствие усиливающейся микробиологической деятельности может изменяться доступность питательных веществ почвы для растений и тем самым косвенно их количество. При этом высвобождаемый из соломы азот поглощается микроорганизмами, которые ее разлагают, и в первый год после заделки в питание растений практически не участвует. Содержащийся в послеуборочных остатках калий находится в легкодоступной для растений форме и может участвовать в питании последующей культуры. Исследованиями зарубежных ученых установлено, что не менее половины содержащегося в соломе злаковых культур фосфора представлено легкоусвояемыми соединениями, т. е. в год действия он может быть эффективнее даже водорастворимых форм фосфорных удобрений [7]. Это позволило предположить, что при заделке соломы предшествующей культуры можно существенно снизить дозы калийных и фосфорных удобрений под последующую культуру.

Цель работы – оценить влияние заделки побочной продукции и доз минеральных удобрений на продуктивность севооборота и агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы.

Объекты и методы исследования. Стационарный технологический опыт заложен в 2010 г. в двух последовательно открывающихся полях в ГП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области на дерново-подзолистой супесчаной, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 80 см моренным суглинком, почве. Исследования проводили в следующем севообороте (см. табл. 2): кукуруза, гибрид Дельфин – подсолнечник, гибрид Белинда – ячмень, сорт Стратус + сидеральный люпин (согласно схеме опыта) – гречиха, сорт Сапфир + сидеральный люпин (согласно схеме опыта) – овес голозерный, сорт Крепыш. Дозы минеральных удобрений под культуры: кукуруза – $N_{90+30}P_{60}K_{140}$; подсолнечник – $N_{90}P_{60}K_{120}$; ячмень – $N_{60+30}P_{60}K_{120}$; гречиха – $N_{40}P_{50}K_{90}$; овес голозерный – $N_{60+30}P_{50}K_{100}$ (за севооборот – $N_{430}P_{280}K_{570}$). Предшественник кукурузы – ячмень + сидеральный люпин (согласно схеме опыта). Повторность вариантов в опыте – четырехкратная. Общая площадь делянки – 31,2 м², учетная – 22,0 м².

Перед закладкой полевого опыта почва опытного участка характеризовалась следующими агрохимическими показателями пахотного слоя: pH_{KCl} 5,7–6,0, содержание гумуса – 2,15–2,64 %, подвижных форм P_2O_5 – 120–160 мг/кг почвы, K_2O – 135–172 мг/кг почвы.

Агрохимические показатели определяли по общепринятым методикам: органическое вещество – по Тюрину (ГОСТ 26213–91); обменную кислотность – потенциметрическим методом (ГОСТ 26483–85); подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову (ГОСТ 26207–91).

Подготовка к закладке опыта проведена в 2010 г. Первое поле открыто в 2010 г., второе поле – в 2011 г. После уборки возделываемых культур на зерно солому распределяли по полю согласно схеме опыта. В вариантах без соломы побочную продукцию вывозили с поля. *Под кукурузу* солому ячменя измельчали из расчета 3,1 т/га, согласно схеме опыта вносили компенсирующую дозу азота в виде карбамида (N_{30}), жидкого навоза КРС (ЖН КРС) (30 т/га) и сидеральной массы люпина (135 ц/га зеленой массы), высеянного после заделки соломы ячменя. *Под подсолнечник* измельчали в среднем 6,3 т/га растительных остатков кукурузы, компенсирующую дозу азота вносили в виде карбамида (N_{30}) и ЖН КРС (30 т/га). *Под ячмень* измельчали 6,1 т/га растительных остатков подсолнечника, компенсирующую дозу азота вносили в виде карбамида (N_{42}) и ЖН КРС (30 т/га). *Под гречиху* солому ячменя измельчали из расчета 3,9 т/га, согласно схеме опыта вносили компенсирующую дозу азота в виде карбамида (N_{30}), ЖН КРС (30 т/га) и сидеральной массы люпина (50 ц/га зеленой массы), высеянного после заделки соломы ячменя. *Под овес* солому гречихи измельчали из расчета 2,4 т/га, согласно схеме опыта вносили компенсирующую дозу азота в виде карбамида (N_{10}), ЖН КРС (30 т/га) и сидеральной массы люпина (61 ц/га зеленой массы), высеянного после заделки соломы гречихи. Применяемые органические удобрения имели следующие показатели (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Показатели органических удобрений (в расчете на сухое вещество), %

Вид органического удобрения	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Углерод	Влажность	Отношение C/N
Подстилочный навоз	2,18	1,14	2,77	43,2	78	20
Жидкий навоз	2,87	2,27	4,44	30	95	10
Солома ячменя (под кукурузу)	0,57	0,39	1,50	47,1	16	83
Солома кукурузы	1,10	0,49	1,72	47,0	16	43
Солома подсолнечника	0,71	0,29	3,36	43,7	16	49
Солома ячменя (под гречиху)	0,71	0,38	1,41	47,6	16	67
Солома гречихи	0,91	0,41	2,90	45,1	16	50
Солома овса	0,49	0,41	1,75	46,7	16	95
Зеленая масса сидерального люпина	2,98	0,45	2,35	48,0	85	16

Химический анализ жидкого навоза выполняли в соответствии с Государственными отраслевыми стандартами: влагу и сухой остаток определяли по ГОСТ 26713–85; органический углерод – ГОСТ 27980–88; общий азот – ГОСТ 26715–85; общий фосфор – ГОСТ 26717–85; общий калий – ГОСТ 26718–85.

В образцах побочной продукции (соломе зерновых, листостебельной массе кукурузы и подсолнечника) определяли содержание влаги и сухого вещества (ГОСТ 27548–97), органического углерода (ГОСТ 27980–88), азота (ГОСТ 13496.4–93), фосфора (ГОСТ 26657–97), калия (ГОСТ 30504–97), кальция (ГОСТ 28901–91) и магния (ГОСТ 30502–97).

Минеральные удобрения в виде карбамида, суперфосфата аммонизированного и калия хлористого внесены весной под культивацию. В вариантах, где дозы фосфорных и калийных удобрений скорректированы с учетом высвобождения фосфора и калия из соломы предшественника в первый год [8], под кукурузу внесли N₉₀₊₃₀P₅₀K₁₀₀, подсолнечник – N₉₀P₄₀K₄₀, ячмень – N₆₀₊₃₀P₅₀K₀, гречиху – N₄₀P₄₀K₄₀, овес голозерный – N₆₀₊₃₀P₄₀K₃₀ (за севооборот – N₄₃₀P₂₂₀K₂₁₀).

При расчете продуктивности культур севооборота использовали следующие коэффициенты перевода в кормовые единицы (к.ед.): для кукурузы – 1,31; подсолнечника – 1,47; ярового ячменя: зерно – 1,25, солома – 0,36; гречихи: зерно – 0,94, солома – 0,28; овса: зерно – 1,0, солома – 0,31 [9].

Расчет баланса азота фосфора и калия выполнен по методике [10], экономической эффективности проведен по методике [11]. Для определения условного чистого дохода предварительно рассчитывали стоимость прибавки урожая каждой культуры севооборота, полученной за счет удобрений, и затраты на получение прибавки урожая от удобрений. Используются нормативы затрат на технологические процессы, цены на удобрения и сельскохозяйственную продукцию по уровню цен в Республике Беларусь на 2015 г. в долларовом эквиваленте.

Статистическую обработку результатов осуществляли согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова с использованием MS Excel 2010.

Результаты и их обсуждение. На дерново-подзолистой супесчаной почве при соблюдении основных элементов технологии возделывания культур продуктивность пятипольного севооборота в среднем по двум полям в варианте без удобрений составила 197 ц к.ед/га (табл. 2). Внесение N₄₃₀P₂₈₀K₅₇₀ увеличило суммарную продуктивность севооборота на 111 ц к.ед/га, или на 8,7 ц к.ед. на 1 кг NPK. За счет запашки побочной продукции возделываемых культур суммарная продуктивность увеличилась на 39 ц к.ед/га в варианте без минеральных удобрений и на 25 ц к.ед/га в варианте с внесением N₄₃₀P₂₈₀K₅₇₀.

Запашка соломы с компенсирующей дозой азота, внесенной осенью в виде карбамида (за 5 лет – 142 кг д.в/га), обеспечила увеличение продуктивности севооборота на 62 ц к.ед/га, при этом за счет азота получено 23 ц к.ед/га; в варианте с внесением NPK компенсирующая доза азота по влиянию на урожайность была не эффективной (см. табл. 2). В варианте, где солома предшественника была запахана осенью, а компенсирующая доза азота (за 5 лет – 142 кг д.в/га) внесена весной, прибавка продуктивности возделываемых культур составила 96 ц к.ед/га, при этом за счет азота получено 57 ц к.ед/га (см. табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Влияние разных систем удобрения на продуктивность культур севооборота

Вариант опыта	Урожайность, ц/га					Продуктивность, ц к.ед/га			
	кукуруза	подсол- нечник	ячмень	гречиха	овес	сум- марная	прибавка		
							к конт- ролю	за счет соломы и азота*	за счет азота*
1. Без удобрений (контроль)	70	22,6	20,5	15,5	18,8	197	–	–	–
2. N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	96	36,0	51,7	17,5	18,9	308	111	–	–
3. ПН КРС, 60 т/га	91	28,9	22,7	16,0	17,3	236	39	–	–
4. ПН КРС, 60 т/га + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	108	35,1	50,6	16,9	17,1	321	123	–	–
5. Сидераты	77	24,3	21,9	21,5	21,5	223	25	–	–
6. Сидераты + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	98	36,2	53,2	20,7	23,3	322	125	–	–
7. Солома + сидераты	81	26,6	32,5	22,8	24,5	255	58	58	19
8. Солома + сидераты + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	101	36,3	58,5	23,7	22,5	341	144	33	8
9. Солома + сидераты + N ₄₃₀ P ₂₂₀ K ₂₁₀	100	36,5	56,5	24,5	22,7	340	142	–	–
10. Солома + ЖН КРС, 150 т/га	86	31,9	40,0	23,1	25,2	286	89	89	50
11. Солома + ЖН КРС, 150 т/га + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	108	36,8	60,6	23,1	21,2	357	160	49	24
12. Солома + ЖН КРС, 150 т/га + N ₄₃₀ P ₂₂₀ K ₂₁₀	109	38,2	60,6	25,8	22,8	367	170	–	–
13. Солома + N ₁₄₂ весной	83	31,7	46,5	25,0	22,4	294	96	96	57
14. Солома + N ₁₄₂ осенью	76	30,9	34,9	23,2	23,8	260	62	62	23
15. Солома + N ₁₄₂ осенью + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	98	36,5	59,9	24,5	23,9	342	145	34	-5
16. Солома + N ₁₄₂ осенью + N ₄₃₀ P ₂₂₀ K ₂₁₀	96	37,8	59,7	25,4	23,8	342	144	–	–
17. Солома	73	27,8	31,1	21,5	19,1	236	39	39	–
18. Солома + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	98	37,8	55,8	21,7	23,0	333	136	25	–
19. Солома + N ₄₃₀ P ₂₂₀ K ₂₁₀	99	38,6	55,3	22,2	22,3	335	138	–	–
НСР ₀₅	6,9	3,0	3,2	1,7	1,8	23,3			

* Компенсирующая доза азота внесена в виде карбамида (N₁₄₂), жидкого навоза КРС (150 т/га) и сидеральной массы люпина (246 ц/га зеленой массы).

Запашка зеленой массы сидерального люпина под кукурузу, гречиху и овес обеспечила увеличение суммарной продуктивности севооборота на 25 ц к.ед/га в варианте без внесения минеральных удобрений, с внесением НРК прибавка была недостоверной (14 ц к.ед/га).

Применение соломы с внесением компенсирующей дозы азота в составе жидкого навоза КРС (за 5 лет – 150 т/га) увеличило продуктивность севооборота на 89 ц к.ед/га, при этом за счет жидкого навоза КРС получено 50 ц к.ед/га, или 33 к.ед/т навоза. В варианте с внесением N₄₃₀P₂₈₀K₅₇₀ за счет запашки соломы с жидким навозом КРС получено 49 ц к.ед/га. Высокая эффективность совместного применения соломы с жидким навозом КРС или сидератами получена и в исследованиях И. В. Русаковой [12].

Установлено, что в вариантах со сниженными дозами фосфорных и калийных удобрений с учетом фосфора и калия, высвобождающихся из запаханной соломы предшественника (вар. 9, 12, 16, 19), суммарная продуктивность за пятипольный севооборот была на уровне вариантов с внесением полных доз фосфора и калия (вар. 8, 11, 15, 18) (см. табл. 2). В результате за 5 лет сэкономлено 60 кг/га д.в. фосфора и 360 кг/га д.в. калия, что по ценам на удобрения в 2015 г. составило 103 долл/га.

Расчет экономической эффективности применяемых в опыте систем удобрения показал, что за пятилетний период минеральная система удобрения обеспечила получение чистого дохода в размере 460 долл/га при рентабельности 73 % (табл. 3).

В вариантах с органоминеральной системой удобрения чистый доход зависел от вида органического удобрения. При применении N₄₃₀P₂₈₀K₅₇₀ на фоне внесения под кукурузу подстильно-

Т а б л и ц а 3. Экономическая эффективность систем удобрения в пятипольном севообороте на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант опыта	Стоимость прибавки	Общие затраты	Чистый доход	Рентабельность, %	Себестоимость, долл/ц к.ед.
	долл/га				
2. $N_{430}P_{280}K_{570}$	1094	634	460	73	5,7
3. ПН КРС, 60 т/га	535	319	216	68	8,2
4. ПН КРС, 60 т/га + $N_{430}P_{280}K_{570}$	1261	880	381	43	7,1
5. Сидераты	172	85	86	101	3,4
6. Сидераты + $N_{430}P_{280}K_{570}$	1143	696	447	64	5,6
7. Солома + сидераты	411	137	273	199	2,4
8. Солома + сидераты + $N_{430}P_{280}K_{570}$	1253	720	533	74	5,0
9. Солома + сидераты + $N_{430}P_{220}K_{210}$	1227	636	591	93	4,5
10. Солома + ЖН КРС, 150 т/га	705	237	469	198	2,7
11. Солома + ЖН КРС, 150 т/га + $N_{430}P_{280}K_{570}$	1410	789	622	79	4,9
12. Солома + ЖН КРС, 150 т/га + $N_{430}P_{220}K_{210}$	1459	721	738	102	4,2
13. Солома + N_{142} весной	719	213	506	238	2,2
14. Солома + N_{142} осенью	467	158	309	195	2,5
15. Солома + N_{142} осенью + $N_{430}P_{280}K_{570}$	1222	723	499	69	5,0
16. Солома + N_{142} осенью + $N_{430}P_{220}K_{210}$	1223	646	577	89	4,5
17. Солома	286	61	225	365	1,6
18. Солома + $N_{430}P_{280}K_{570}$	1226	662	564	85	4,9
19. Солома + $N_{430}P_{220}K_{210}$	1243	587	656	112	4,3

го навоза КРС в дозе 60 т/га, при общем повышении продуктивности севооборота, чистый доход и рентабельность были ниже, чем при минеральной системе удобрения, и составили 381 долл/га и 43 %. Соответственно, себестоимость 1 ц к.ед., полученных за счет применения минеральных удобрений, при минеральной системе удобрения была ниже (5,7 долл.), чем при органоминеральной с внесением подстилочного навоза КРС (7,1 долл.). Более эффективным с экономической точки зрения было использование в качестве органических удобрений сидератов: чистый доход составил 447 долл/га, рентабельность – 64 %. Максимальный в опыте чистый доход в вариантах с применением полных доз минеральных удобрений получен при использовании в качестве органических удобрений соломы возделываемых культур с жидким навозом КРС: чистый доход составил 622 долл/га, рентабельность – 79 % при себестоимости дополнительной продукции 4,9 долл/ц.

В вариантах со сниженными дозами фосфорных и калийных удобрений чистый доход был на уровне 577–738 долл/га при рентабельности 89–112 % и, соответственно, более низкой себестоимости дополнительной продукции – 4,2–4,5 долл/ц.

Отказ от внесения по соломе компенсирующих доз минерального азота в вариантах с применением NPK под культуру, без снижения продуктивности севооборота, обеспечил увеличение чистого дохода на 65 и 79 долл/га.

В результате исследований установлено, что наиболее низкое содержание азота в зерне изучаемых культур отмечено у кукурузы – 1,19–1,54 %, в зерне гречихи содержание азота изменялось в пределах – 1,40–1,69 %, зерне овса – 1,37–1,82 %, семенах подсолнечника – 1,66–2,31 %, зерне ячменя – 1,63–2,50 %. Что касается соломы вышеназванных культур, то наиболее высокое содержание азота характерно для растительных остатков кукурузы – 0,91–1,27 % и гречихи – 0,70–1,08 %, в соломе ячменя содержание азота находилось на уровне 0,61–0,80 %, подсолнечника – 0,56–0,89 %, овса – 0,22–0,79 %. Наиболее высоким содержанием фосфора отличаются семена подсолнечника 1,23–1,45 % при низком содержании данного элемента в растительных остатках – 0,24–0,35 %. В зерне гречихи содержание фосфора было на уровне 0,57–1,08 %, овса – 0,68–0,81 %, ячменя – 0,66–0,81 %, кукурузы – 0,55–0,61 %; соломы – 0,35–0,43 %, 0,44–0,68, 0,36–0,41 и 0,38–0,67 % соответственно.

По содержанию калия в основной продукции культуры расположились в следующий ряд по убыванию: подсолнечник (1,11–1,24 %) – кукуруза (0,92–1,01 %) – гречиха (0,62–0,78 %) – ячмень (0,64–0,68 %) – овес (0,40–0,48 %); в побочной продукции: подсолнечник (2,92–3,66 %) – гречиха (2,21–3,66 %) – овес (1,50–2,04 %) – кукуруза (1,49–1,84 %) – ячмень (1,12–1,62 %).

На основании учета приходных и расходных статей выполнен расчет хозяйственного баланса основных элементов питания (табл. 4). Установлено, что за севооборот положительный баланс азота в почве обеспечила органоминеральная система удобрения, где в качестве органических удобрений применялись как подстилочный навоз КРС (интенсивность баланса 109 %), так и солома возделываемых культур (интенсивность баланса 103–120 %).

Т а б л и ц а 4. Влияние разных систем удобрения на баланс элементов питания в пятипольном севообороте на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант опыта	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	баланс, ± кг/га	ИБ, %	баланс, ± кг/га	ИБ, %	баланс, ± кг/га	ИБ, %
1. Без удобрений (контроль)	-310	9	-128	7	-369	14
2. N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	-198	70	60	126	-6	99
3. ПН КРС, 60 т/га	-169	65	-8	95	-104	80
4. ПН КРС, 60 т/га + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	59	109	204	186	230	130
5. Сидераты	-249	37	-118	24	-345	29
6. Сидераты + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	-102	85	84	136	37	106
7. Солома + сидераты	-192	58	-93	49	-107	81
8. Солома + сидераты + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	22	103	145	156	434	154
9. Солома + сидераты + N ₄₃₀ P ₂₂₀ K ₂₁₀	19	103	89	136	69	109
10. Солома + ЖН КРС, 150 т/га	-180	68	32	115	127	119
11. Солома + ЖН КРС, 150 т/га + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	45	105	284	203	681	180
12. Солома + ЖН КРС, 150 т/га + N ₄₃₀ P ₂₂₀ K ₂₁₀	31	104	223	181	313	137
13. Солома + N ₁₄₂ весной	-113	80	-132	39	-187	71
14. Солома + N ₁₄₂ осенью	-52	89	-121	37	-183	67
15. Солома + N ₁₄₂ осенью + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	156	120	116	144	355	145
16. Солома + N ₁₄₂ осенью + N ₄₃₀ P ₂₂₀ K ₂₁₀	150	119	59	122	1	100
17. Солома	-278	34	-117	37	-179	67
18. Солома + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	26	103	124	149	352	147
19. Солома + N ₄₃₀ P ₂₂₀ K ₂₁₀	32	104	59	122	-1	100

При минеральной системе удобрения вынос азота превышал его поступление в почву на 198 кг/га при интенсивности баланса 70 %. Хозяйственный баланс фосфора был положительным во всех вариантах с внесением фосфорных удобрений. Следует отметить, что скорректированные дозы фосфорных удобрений с учетом содержания элемента в соломе были достаточны не только для поддержания бездефицитного баланса фосфора, но и повышали его содержание в почве (интенсивность баланса – 122–181 %), при внесении полных доз фосфорных удобрений поступление P₂O₅ превышало его расход на 116–284 кг/га при интенсивности баланса 144–203 %.

Положительный баланс калия (37–681 кг/га) отмечен при органоминеральной системе удобрения во всех вариантах с полной дозой калийных удобрений.

В вариантах с применением скорректированных доз хлористого калия, где компенсирующая доза азота по соломе внесена в виде жидкого навоза КРС и сидеральной массы люпина, баланс калия также был положительным и составил 313 и 69 кг/га соответственно. Скорректированные дозы хлористого калия, внесенные по соломе с компенсирующей дозой азота в виде карбамида или без дополнительного азота, были достаточны для поддержания калия в почве на исходном уровне (см. табл. 4).

В результате агрохимического анализа почвенных образцов, отобранных перед закладкой опыта и в конце севооборота, установлено, что бездефицитный баланс гумуса обеспечила органо-минеральная система удобрения, где в качестве органических удобрений применяли подстилочный навоз КРС и солому возделываемых культур (табл. 5). В вариантах с минеральной и органической системами удобрения наблюдается тенденция к снижению содержания гумуса в почве. Следует отметить, что отказ от внесения компенсирующей дозы азота по соломе не оказал существенного влияния на содержание гумуса по сравнению с вариантами, где азот был внесен.

Т а б л и ц а 5. Влияние систем удобрения на изменение содержания гумуса и подвижных форм фосфора и калия в дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант опыта	Гумус, %		P ₂ O ₅ , мг/кг		K ₂ O, мг/кг	
	1	2	1	2	1	2
1. Без удобрений (контроль)	2,33	2,18	157	125	146	102
2. N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	2,36	2,24	163	170	157	140
3. ПН КРС, 60 т/га	2,28	2,18	151	145	146	114
4. ПН КРС, 60 т/га + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	2,18	2,22	159	199	148	172
5. Сидераты	2,31	2,16	160	135	150	124
6. Сидераты + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	2,34	2,26	158	167	149	166
7. Солома + сидераты	2,33	2,28	153	135	146	148
8. Солома + сидераты + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	2,36	2,38	141	159	139	214
9. Солома + сидераты + N ₄₃₀ P ₂₂₀ K ₂₁₀	2,36	2,37	141	145	139	168
10. Солома + ЖН КРС, 150 т/га	2,27	2,26	152	153	148	182
11. Солома + ЖН КРС, 150 т/га + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	2,25	2,33	143	198	150	272
12. Солома + ЖН КРС, 150 т/га + N ₄₃₀ P ₂₂₀ K ₂₁₀	2,25	2,30	143	178	143	213
13. Солома + N _{142весной}	2,32	2,27	151	116	161	150
14. Солома + N _{142осенью}	2,29	2,25	153	123	142	138
15. Солома + N _{142осенью} + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	2,41	2,41	154	173	139	190
16. Солома + N _{142осенью} + N ₄₃₀ P ₂₂₀ K ₂₁₀	2,39	2,38	154	164	139	166
17. Солома	2,3	2,36	157	128	158	156
18. Солома + N ₄₃₀ P ₂₈₀ K ₅₇₀	2,37	2,40	156	178	160	227
19. Солома + N ₄₃₀ P ₂₂₀ K ₂₁₀	2,38	2,39	156	166	160	178
HCP ₀₅	0,15	0,17	14	15	14	12

П р и м е ч а н и е. 1 – среднее по двум полям перед наложением схемы опыта (2010–2011 гг.); 2 – среднее по двум полям через 5 лет.

Фактическое содержание в почве подвижных форм фосфора в основном соответствовало расчетному балансу данного элемента. В вариантах с органо-минеральной системой удобрения, при внесении полных доз фосфорных удобрений, отмечено увеличение P₂O₅ в почве на 18–55 мг/кг, при внесении скорректированных доз фосфора с учетом его содержания в запаханной соломе содержание P₂O₅ осталось на исходном уровне (отмечена небольшая тенденция к увеличению) и только в варианте с применением жидкого навоза КРС увеличилось на 35 мг/кг.

Также заметные изменения произошли и с содержанием в почве подвижных форм калия. Внесение только минеральных удобрений или только подстилочного навоза КРС было недостаточным для поддержания бездефицитного баланса подвижных форм калия в почве: снижение составило 17 и 32 мг/кг почвы соответственно. Снижение данного элемента в почве произошло и при заашке сидератов (см. табл. 5).

Близким к исходному содержанию калия в почве к концу севооборота осталось в вариантах с заашкой соломы как с компенсирующими дозами азота, так и без них. Максимальный прирост содержания K₂O в почве (на 51–122 мг/кг) отмечен в вариантах с заашкой соломы и внесением полной дозы хлористого калия, при внесении скорректированных доз калия с учетом его высвобождения из запаханной соломы содержание K₂O в почве также увеличилось, но на меньшие величины – 18–70 мг/кг.

Заключение. На дерново-подзолистой супесчаной почве в вариантах с органоминеральной системой удобрения осеннее внесение компенсирующей дозы азота (в виде карбамида) по измельченной соломе предшественника в пятипольном севообороте не обеспечило существенного увеличения продуктивности возделываемых культур. Отказ от внесения компенсирующей дозы азота по соломе обеспечил снижение затрат и, соответственно, увеличение чистого дохода на 65–79 долл/га и не оказал существенного влияния на содержание гумуса в почве по сравнению с вариантами, где азот был внесен.

Внесение скорректированных доз фосфорных и калийных удобрений с учетом фосфора и калия, высвобождающихся из соломы предшественника, не привело к снижению продуктивности севооборота по сравнению с применением полных доз фосфора и калия, позволяя сэкономить 60 кг/га д.в. фосфора и 360 кг/га д.в. калия, что по ценам на удобрения на 2015 г. составило 103 долл/га, при этом содержание подвижных форм фосфора и калия в почве оставалось на исходном уровне или имело тенденцию к увеличению и увеличивалось в вариантах с внесением жидкого навоза КРС.

Список использованных источников

1. *Серая, Т.М.* Солома – тоже удобрение / Т.М. Серая, Е.Н. Богатырева // Белорусская нива. – 2013. – 22 нояб. (№210). – С. 29–33.
2. Методические указания по учету и применению органических удобрений / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвовед. и агрохимии. – Минск, 2007. – 13 с.
3. Справочная книга по производству и применению органических удобрений / под ред. А.И. Еськова; ВНИПТИОУ. – Владимир, 2001. – С. 322–326.
4. *Карелин, Г.* Наиболее целесообразное использование соломы / Г. Карелин, Н. Володарская // Земледелие. – 1974. – №8. – С. 57.
5. *Донос, А.И.* Роль растительных остатков в пополнении запасов минерального питания / А.И. Донос, Д.Н. Кордуняну // Агрохимия. – 1980. – №6. – С. 63–69.
6. *Верниченко, Л.Ю.* Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур / Л.Ю. Верниченко, Е.Н. Мишустин // Использование соломы как органического удобрения. – М., 1980. – С. 1–7.
7. *Черепанов, Г.Г.* Роль послеуборочных остатков в почвозащитном земледелии: обзор. информ. / Г.Г. Черепанов / ВНИИТЭИагропром. – М., 1991. – 52 с.
8. Высвобождение элементов питания при заделке соломы в дерново-подзолистые почвы в зависимости от ее видового состава и удобрения азотом / Т.М. Серая [и др.] // Агрохимия. – 2013. – №3. – С. 70–77.
9. *Лапа, В.В.* Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвовед. и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – С. 115–117.
10. Методика расчета баланса элементов питания в земледелии Республики Беларусь / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвовед. и агрохимии. – Минск: Белорус. науч. ин-т внедрения новых форм хоз-ния в АПК, 2007. – 24 с.
11. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск: Ин-т почвовед. и агрохимии, 2010. – 24 с.
12. *Русакова, И.В.* Воспроизводство плодородия почв на основе использования возобновляемых биоресурсов / И.В. Русакова // Агротех. вест. – 2013. – №4. – С. 7–12.

Поступила в редакцию 12.01.2016

УДК 631.81:631.445.24: 631.416.4

Г. В. ПИРОГОВСКАЯ

**ПОСТУПЛЕНИЕ КАЛИЯ С АТМОСФЕРНЫМИ ОСАДКАМИ, КОНЦЕНТРАЦИЯ
В ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРАХ И МИГРАЦИЯ ИЗ ПАХОТНЫХ ДЕРНОВО-
ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ
(по данным лизиметрических исследований за 1981–2012 гг.)**

Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Беларусь, e-mail: brissa_pir@mail.ru

В статье приведены результаты многолетних опытов, позволяющих определить миграцию и баланс элементов питания в земледелии в системе «атмосферные осадки – почва – удобрение – растение». Изучено поступление калия с атмосферными осадками на поверхность почвы, потери его при вымывании из пахотных дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава (из слоя 1,0–1,5 м) в процессе длительного сельскохозяйственного использования (1981–2012 гг.): по сезонам года и десятилетиям (1981–1990, 1991–2000 и 2001–2010 гг.) в различные по степени увлажнения годы.

Ключевые слова: атмосферные осадки, лизиметрические исследования, дерново-подзолистые почвы, концентрация калия в почвенном растворе, потери калия при вымывании.

H. V. PIRANOUSKAYA

**POTASSIUM UPTAKE WITH PRECIPITATION, CONCENTRATION IN SOIL SOLUTIONS
AND MIGRATION FROM ARABLE SOD-PODZOLIC SOILS OF BELARUS
(ON THE DATA OF LYSIMETRIC RESEARCHES IN 1981–2012)**

The Institute for Soil Science and Agrochemistry, Minsk, Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: brissa_pir@mail.ru

The article deals with the results of long term experiments determining migration and balance of nutrition elements in the system: precipitation-soil-fertilizer-plant. Studied is potassium uptake with precipitation on soil surface, its losses when it is leached from sod-podzolic soils of different granulometric composition (from soil layer 1,0–1,5 m) during long agricultural use (1981–2012): different seasons of the year and decades (1981–1990, 1991–2000 and 2001–2010), and years with different degree of soil moisturization.

Keywords: atmosphere precipitation, lysimetric researches, sod-podzolic soils, potassium concentration in a soil solution, leaching losses.

В настоящее время изучение поступления элементов питания с атмосферными осадками и определение доли их непроемчивых потерь в окружающую среду, в том числе и калия, внесенных в почву с удобрениями, является перспективным направлением исследований. Миграция потерь калия зависит от целого ряда факторов: почвенных (гранулометрического и минералогического состава почв), климатических (количества атмосферных осадков, температуры воздуха), возделываемой культуры, количества внесенных органических и минеральных удобрений и т.д. [1–3]. Катион K^+ является одним из основных катионов щелочных и щелочно-земельных металлов, представленных в атмосферных осадках, почвенных растворах. Калий относится и к сильным электролитам, которые могут находиться в почвенных растворах в избыточных количествах, и доступность его для растений может быть высокой [4]. Известно также, что калий прочно закрепляется в кристаллических решетках глинистых минералов благодаря низкой энергии гидратации и соответствию величины радиуса иона K^+ (0,133 нм) размеру гексагональных пустот тетраэдрических сеток глинистых минералов. В связи с этим на почвах разного гранулометрического состава, преимущественно на почвах легкого гранулометрического состава с низким содержанием физической глины и илистых частиц, низким содержанием

органического вещества, потери калия за пределы почвенного профиля могут меняться в широких пределах [5, 6].

При решении ряда практических и экологических проблем при возделывании сельскохозяйственных культур в интенсивных технологиях важное значение имеют многолетние лизиметрические исследования, позволяющие определить миграцию и баланс элементов питания в земледелии в системе «атмосферные осадки – почва – удобрение – растение» [3].

В настоящей статье обобщены результаты многолетних (1981–2012 гг.) исследований по поступлению калия с атмосферными осадками, инфильтрации осадков, концентрациям калия в почвенных растворах и потерям его при вымывании через слой 1,0–1,5 м из пахотных дерново-подзолистых почв Республики Беларусь, которыми заполнены лизиметры на лизиметрической станции РУП «Институт почвоведения и агрохимии» (г. Минск).

Цель исследований – изучить поступление калия с атмосферными осадками, потери его при вымывании из пахотных дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава в процессе длительного сельскохозяйственного использования (1981–2012 гг.), по сезонам года и десятилетиям (1981–1990, 1991–2000, 2001–2010 гг.), в различные по степени увлажнения годы.

Материалы и методы исследования. Изучение количественных показателей поступления калия с атмосферными осадками и его интенсивности миграции из пахотных почв Республики Беларусь начаты с 1980 г. после сооружения лизиметрической станции (г. Минск). Исследования проводили в насыпных, цилиндрической формы железобетонных лизиметрах, заложенных в двух- и четырехкратной повторности. Внутренний диаметр лизиметров – 2,0 м, площадь – 3,14 м², глубина размещения лизиметров – 1,0 и 1,5 м (по 24 лизиметра на каждой глубине).

Лизиметрические исследования проводили на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава:

1) дерново-подзолистой легкосуглинистой, развивающейся на мощном лессовидном суглинке (лиз. 1, 2);

2) дерново-подзолистой суглинистой, развивающейся на легком лессовидном суглинке (высокоокультуренной), (лиз. 33, 34);

3) почвообразующей породе (лессовидный суглинок с глубины 1,5–3,0 м), (лиз. 11, 12);

4) дерново-подзолистой суглинистой, развивающейся на лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 0,75 м моренным суглинком (лиз. 3, 4);

5) дерново-палево-подзолистой суглинистой, развивающейся на лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 0,5 м рыхлым песком (лиз. 5, 6);

6) дерново-подзолистой супесчаной, развивающейся на супеси связной, подстилаемой с глубины 0,45 м прослойкой песка на контакте, а с глубины 0,7 м моренным суглинком (лиз. 7, 8);

7) дерново-подзолистой супесчаной, развивающейся на супеси рыхлой, сменяемой с глубины 0,3 м связным песком, а с глубины 0,5 м рыхлым песком (лиз. 9, 10);

8) дерново-подзолистой песчаной, развивающейся на связном песке, сменяемом с глубины 0,25 м рыхлым песком (лиз. 13–16).

Для сопоставимости экспериментальных данных на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава исследования (лизиметрический опыт № 1) проводили на одном уровне минерального питания в севооборотах со следующим чередованием культур:

1-й севооборот (1981–1985 гг.): картофель (1981 г.) – ячмень (1982 г.) – однолетние травы (клевер + люпин) (1983 г.) – ячмень (1984 г.) – озимая рожь на зеленую массу (на з/м) (1985 г.);

2-й севооборот (1986–1990 гг.): кормовые корнеплоды (1986 г.) – овес + редька масличная на з/м (1987 г.) – картофель (1988 г.) – ячмень (1989 г.) – картофель (1990 г.);

3-й севооборот (1991–1995 гг.): ячмень (1991 г.) – пелюшко-овсяная смесь на з/м (1992 г.) – сахарная свекла (1993 г.) – ячмень (1994 г.) – овес (1995 г.);

4-й севооборот (1996–2000 гг.): кукуруза (1996 г.) – ячмень (1997 г.) – пелюшко-овсяная смесь (1998 г.) – озимая рожь (1999 г.) – овес (2000 г.);

5-й севооборот (2001–2005 гг.): горохо-овсяная смесь (2001 г.) – гречиха (2002 г.) – картофель (2003 г.) – просо (2004 г.) – овес + промежуточная культура – горчица белая (2005 г.);

6-й севооборот (2006–2010 гг.): люпин (2006 г.) – гречиха (2007 г.) – картофель (2008 г.) – просо (2009 г.) – овес + промежуточная культура – горчица белая (2010 г.);

7-й севооборот (2011–2015 гг.): люпин (2011 г.) – кукуруза (2012 г.) – картофель (2013 г.) – ячмень (2014 г.) – голозерный овес (2015 г.).

Среднегодовая доза (за 1980–2012 гг.) органических и минеральных удобрений на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава составила 12 т/га органических удобрений и $N_{72}P_{61}K_{103}$.

В качестве минеральных удобрений под культуры севооборотов вносили стандартные удобрения: азотные – мочевину; фосфорные – аммонизированный суперфосфат, или аммофос; калийные – гранулированный хлористый калий.

Одновременно на лизиметрической станции (г. Минск) с 1980 г. установлены осадкомеры Третьякова (2 шт.) для учета осадков и определения поступления с ними различных химических элементов. В лизиметрических опытах определяли учет инфильтрации атмосферных осадков, концентрации и ионный состав почвенных растворов и осадков, а также потери элементов питания при вымывании из почв под различными сельскохозяйственными культурами, в том числе и калия.

Методы исследований – лизиметрический, химический и аналитический.

Закладку лизиметрических опытов, уход за растениями, учет атмосферных осадков, инфильтратов лизиметрических вод, анализ осадков и почвенных растворов проводили в соответствии с общепринятыми методиками по проведению лизиметрических исследований [7–9]. Названия почв приведены согласно классификации почв в Республике Беларусь [10]. Результаты исследований обрабатывали статистически по Б. А. Доспехову с использованием соответствующих программ дисперсионного анализа на ПЭВМ [11].

Результаты и их обсуждение. Результаты наблюдений за атмосферными осадками на лизиметрической станции (г. Минск) за период 1981–2012 гг. показывают, что только в 5 годах (15,6 %) из 32 количество осадков превышало среднееголетнее значение (696 мм – среднее за 1961–1990 гг.), в том числе: в 1981 г. – 702,2 мм, 1998 г. – 767,5, 2004 г. – 713,5, 2008 г. – 819,1 и 2009 г. – 828,1 мм. Особенно неблагоприятными засушливыми условиями атмосферного увлажнения как в период вегетации растений (апрель–сентябрь), так и в целом за год с количеством осадков менее 500 мм в год были 1983, 1984, 1986, 1992, 1995, 1999, 2002 гг. Гидротермический коэффициент (ГТК) за 5–9 месяцы в годы исследований изменялся от 0,62 (1999 г.) до 1,84 (2009 г.). На долю влажных годов (ГТК выше 1,6) пришлось 25,0 % лет (8 лет из 32 лет наблюдений); оптимальных (ГТК 1,3–1,6) – 28,1 %; слабозасушливых (ГТК 1,3–1,0) – 28,1 %; засушливых (ГТК 1,0–0,7) – 12,5 % и очень засушливых (ГТК 0,7–0,4) – 6,3 % лет. Гидротермический коэффициент в среднем за 1981–1990 гг. составил 1,41, 1991–2000 гг. – 1,18 и 2001–2012 гг. – 1,42. На долю слабозасушливых, засушливых и очень засушливых лет приходилось 46,9 % года.

Концентрации K_2O и его поступление с атмосферными осадками значительно различалось по месяцам и годам исследований (табл. 1).

Среднегодовая концентрация K^+ в атмосферных осадках на лизиметрической станции (г. Минск) в среднем за 1981–2012 гг. составила 1,61 мг/л (при минимальном значении – 0,37 (2007 г.) и максимальном – 7,28 (1997 г.) мг/л), за 1981–1990 гг. – 1,61, 1991–2000 гг. – 2,38 и 2001–2010 гг. – 0,90 мг/л. Среднегодовое (за 32 года) поступление калия с атмосферными осадками составило 9,4 кг/га, с минимальным поступлением в размере 2,0 кг/га (2009 г.) и максимальным – 42,1 кг/га (1998 г.) (см. табл. 1).

По средним данным за 1981–2012 гг. в г. Минске максимумы по содержанию калия в атмосферных осадках наблюдались в осенний (1,77 мг/л) и весенний (1,74 мг/л), далее летний (1,57 мг/л) и зимний (1,36 мг/л) периоды. Наибольшие концентрации калия в осадках во все сезоны года отмечались в 1991–2000 гг. (средняя концентрация калия составила 2,38 мг/л). Что касается поступления калия с атмосферными осадками за лизиметрический год, то в среднем поступило 9,5 кг/га K_2O , за 1981–1990 гг. – 9,2, 1991–2000 гг. – 13,6 и за 2001–2010 гг. – 5,9 кг/га. При этом максимальные поступления калия во все периоды отмечались в летние месяцы (табл. 2).

Установлено, что среднегодовое количество поступления калия с атмосферными осадками было более высоким в слабозасушливые по степени увлажнения годы (12,0 кг/га), далее в близкие к среднееголетним (оптимальные) – 9,8 кг/га (табл. 3).

Т а б л и ц а 1. Поступление калия с атмосферными осадками, 1981–2002 гг.

Год	Кол-во осадков, мм/год	Содержание K_2O в атмосферных осадках, мг/л												Поступление K_2O с осадками, кг/га
		Месяцы												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1981	702,2	1,00	0,90	1,80	1,30	2,50	1,30	5,03	1,68	2,36	4,24	3,30	3,26	16,8
1982	553,9	1,17	1,06	2,18	1,35	3,38	1,55	1,00	1,97	0,71	1,45	1,75	0,50	8,3
1983	489,8	3,00	2,62	1,17	1,28	4,70	1,00	1,70	3,00	2,84	1,33	0,60	0,60	9,7
1984	453,6	0,60	0,60	0,60	10,0	1,33	0,57	1,30	0,99	0,50	1,18	2,14	1,08	7,9
1985	602,5	1,25	1,25	1,25	1,25	0,63	1,50	1,00	2,00	1,25	1,00	1,50	1,00	7,5
1986	480,8	1,20	1,19	2,10	2,38	0,80	1,10	1,30	0,40	3,50	2,85	4,50	1,15	9,0
1987	602,9	1,95	1,95	1,60	1,85	1,95	0,75	0,50	0,90	0,50	0,90	0,60	0,20	6,9
1988	630,8	0,30	0,65	1,10	1,30	1,58	0,42	2,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	6,8
1989	607,9	1,00	1,00	3,25	1,25	1,00	1,00	1,00	0,55	0,90	1,00	1,00	1,00	7,1
1990	630,0	1,76	1,88	1,06	4,23	4,43	2,10	1,14	2,96	1,38	0,95	1,14	1,05	12,6
1991	508,5	1,42	1,30	2,25	1,66	2,00	1,20	0,82	1,08	0,56	0,46	0,46	0,62	9,3
1992	490,9	1,23	0,62	0,77	0,56	2,36	3,30	3,30	0,83	1,50	0,67	1,16	1,67	5,9
1993	644,8	2,00	0,38	0,32	0,55	1,26	0,79	2,04	2,50	3,40	2,30	2,20	0,30	7,4
1994	629,9	0,30	0,45	4,22	3,00	2,56	2,40	1,25	0,20	0,04	0,37	0,62	0,49	9,7
1995	462,8	0,30	0,50	0,64	1,00	3,76	1,26	2,22	1,50	0,83	0,31	2,56	1,20	8,3
1996	588,2	0,20	0,10	1,40	1,50	3,10	3,54	8,90	8,10	9,30	9,00	8,50	9,10	6,2
1997	577,6	8,00	7,23	6,40	7,38	6,50	7,45	6,99	7,42	7,43	7,51	7,49	7,58	30,8
1998	767,5	7,32	0,53	0,22	0,40	1,03	0,49	0,28	0,14	0,49	0,08	5,25	2,58	42,1
1999	471,4	1,00	1,10	1,20	2,00	4,30	1,30	2,20	2,40	1,08	0,97	0,60	0,21	12,0
2000	508,4	1,33	0,15	0,20	0,63	3,81	3,81	0,45	0,37	0,35	1,12	2,65	1,15	7,2
2001	633,4	1,13	0,46	0,99	1,36	1,33	1,24	0,71	0,48	0,53	0,10	1,25	0,30	6,8
2002	475,5	0,40	0,35	1,40	0,68	1,85	1,94	1,50	2,10	2,05	0,28	0,16	3,75	13,4
2003	567,4	1,67	2,14	2,58	1,38	1,30	2,00	0,20	0,50	4,40	0,50	1,50	0,30	5,2
2004	713,5	0,10	0,20	0,30	0,80	0,70	0,70	0,20	0,10	0,10	0,40	0,70	0,80	6,5
2005	650,4	1,10	0,60	0,70	2,80	0,64	1,07	1,38	0,15	0,29	0,57	0,64	0,57	8,7
2006	618,1	0,82	0,44	1,53	0,62	0,35	0,46	0,17	0,08	0,38	1,43	0,79	0,82	3,0
2007	548,5	0,17	0,39	0,08	1,22	0,53	0,59	0,10	0,11	0,32	0,18	0,62	0,16	5,7
2008	819,1	0,44	0,56	0,54	0,24	0,40	0,30	1,05	0,81	0,90	0,72	1,62	1,32	4,1
2009	828,1	0,54	0,78	0,50	0,20	1,72	0,39	0,04	0,16	0,16	0,26	0,14	0,57	2,0
2010	670,1	0,97	0,89	1,03	1,53	1,00	0,88	4,27	2,85	1,42	3,00	1,00	2,50	6,1
2011	519,4	1,00	1,00	0,20	1,50	1,50	1,05	0,30	0,85	1,50	1,50	10,5	3,50	3,8
2012	684,7	1,30	0,80	0,90	0,50	0,11	0,14	0,10	0,18	0,11	1,60	1,10	0,60	11,9
Среднее	597,9	1,44	1,06	1,39	1,80	2,01	1,49	1,72	1,51	1,63	1,54	2,16	1,59	9,4

Т а б л и ц а 2. Содержание K_2O в атмосферных осадках и его поступление на поверхность почвы по периодам года, г. Минск, лизиметрическая станция, 1981–2012 гг.

Сезон года	Концентрация K_2O , мг/л				Поступление K_2O с осадками, кг/га			
	1981–2012	1981–1990	1991–2000	2001–2010	1981–2012	1981–1990	1991–2000	2001–2010
Весенний (03–05)	1,74	2,15	2,23	1,01	2,2	2,6	2,8	1,4
Летний (06–08)	1,57	1,44	2,62	0,88	3,1	2,8	4,5	2,2
Осенний (09–11)	1,77	1,61	2,64	0,88	2,5	2,4	3,9	1,2
Зимний (12–02)	1,36	1,24	2,01	0,84	1,7	1,4	2,5	1,1
В среднем за лизиметрический год	1,61	1,61	2,38	0,90	9,5	9,2	13,6	5,9

Т а б л и ц а 3. Поступление калия с атмосферными осадками в различные по степени увлажнения годы, 1981–2002 гг., кг/га

Показатель	Степень увлажнения года				
	влажные	близкие к среднему-летним	слабозасушливые	засушливые	очень засушливые
Годы	1982, 1985, 1990, 1993, 1998, 2006, 2008, 2009	1984, 1987, 1988, 1989, 1996, 2001, 2004, 2005, 2010	1981, 1986, 1991, 1994, 1997, 2003, 2007, 2011, 2012	1983, 1992, 1995, 2000	1999, 2002
Количество лет	8	9	9	4	2
Колебания по годам, min–max	3,8–12,6	3,0–30,8	2,0–42,1	6,2–9,7	6,5–7,2
Среднегодовое значение	8,0	9,8	12,0	7,5	6,9

Известно, что в пахотных почвах республики при одном и том же количестве выпадающих атмосферных осадков, температурном режиме, одинаковом уровне применения минеральных удобрений под культуры севооборотов величина инфильтрации атмосферных осадков и потери элементов питания при вымывании в большей степени изменяются в зависимости от типа и гранулометрического состава почв [12, 13].

Общий объем инфильтрации атмосферных осадков составлял в среднем за год (1981–2012 гг.): на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (лиз. 1, 2) – 90,9 л/м²; на той же легкосуглинистой, высококультуренной почве (агрозем, лиз. 33, 34) – 83,7 л/м²; почвообразующей породе – лессовидный суглинок, взятый из глубины 1,5–3,0 м (лиз. 11, 12) – 115,2 л/м²; легкосуглинистой, подстилаемой с глубины 0,75 м моренным суглинком (лиз. 3, 4) – 143,4 л/м²; легкосуглинистой, подстилаемой с 0,50 м рыхлым песком (лиз. 5, 6) – 126,6 л/м²; связносупесчаной, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте (лиз. 7, 8) и рыхлосупесчаной, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлыми песками (лиз. 9, 10) – 146,3 л/м²; песчаных – 212,1 л/м². При этом количество почвенного раствора из слоя 1,0–1,5 м дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава составляло от 14,0 % (дерново-подзолистая легкосуглинистая высококультуренная почва, лиз. 33, 34) до 35,5 % (песчаная, лиз. 13–16) от суммы выпавших атмосферных осадков за год (табл. 4) [14].

Миграция калия вниз по профилю почв зависит также от многих факторов: почвенных (емкости поглощения почв, гранулометрического состава), климатических; внесенных в почву форм и доз калийных удобрений, возделываемой культуры и др. [3].

Концентрация калия в почвенных растворах из лизиметров, заполненных дерново-подзолистыми почвами разного гранулометрического состава, при одинаковых дозах внесения калийных удобрений под культуры севооборотов (среднегодовая (за 1981–2012 гг.) доза внесения калия составила K_{103} (на фоне $N_{72}P_{61}$)) различалась в зависимости от гранулометрического состава почв, глубины лизиметров, по сезонам года, десятилетиям и в различные по степени увлажнения годы. Преимущественно на всех изучаемых дерново-подзолистых почвах, за исключением рыхлосупесчаной, подстилаемой с глубины 0,5 м рыхлым песком (лиз. 9, 10), концентрация калия из лизиметров глубиной в 1,5 м была выше (в 1,2–2,3 раза) по сравнению с лизиметрами глубиной в 1,0 м. В среднем по двум лизиметрам концентрация калия изменялась от 8,5 (лиз. 5, 6) до 22,6 (лиз. 9, 10) мг/л. Показатели средних значений концентрации калия по всем почвам также подтверждают эту закономерность (табл. 5).

Если сравнивать концентрацию калия в почвенных растворах по десятилетиям, то следует отметить, что за период 1981–1990 гг. значения этого показателя были более высокие и в зависимости от гранулометрического состава почв находились в пределах от 8,1 мг/л (легкосуглинистая, подстилаемая рыхлым песком, лиз. 5, 6) до 26,5 мг/л (легкосуглинистая высококультуренная (лиз. 33, 34) и рыхлосупесчаная, подстилаемая рыхлым песком (лиз. 9, 10)). Средние концентрации калия в почвенных растворах изучаемых почв за 1981–1990 гг. составили 16,8 мг/л, за 1991–2000 гг. – 13,3 и за 2001–2010 гг. – 13,2 мг/л. Максимальные средние концентрации калия

Т а б л и ц а 5. Концентрация калия в лизиметрических растворах из пахотных почв Республики Беларусь (слой почвы 1,0–1,5 м), 1981–2012 гг., мг/л

Название почвы	Глубина размещения лизиметров			Среднее по лизиметрам , 1,0–1,5 м							
	1,0 м	1,5 м	среднее	Степень увлажнения года					засушливые	очень засушливые	
				1981–1990 гг.	1991–2000 гг.	2001–2010 гг.	влажные	оптимальные			слабозасушливые
Дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном суглинке, лиз. 1, 2	8,5	13,1	10,8	14,4	10,1	9,2	14,1	9,5	8,7	13,4	7,7
Дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном суглинке (высококультуренная), лиз. 33, 34	16,2	25,7	20,9	26,5	25,6	12,8	17,4	18,6	22,0	35,5	11,5
Почвообразующая порода (лессовидный суглинок с глубины 1,5–3,0 м), лиз. 11,12	8,3	19,1	13,7	22,5	11,1	9,0	15,1	12,4	12,5	20,1	7,0
Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 0,75 м моренным суглинком, лиз. 3, 4	10,7	10,5	10,6	17,7	6,6	8,5	11,2	9,2	7,3	23,5	3,6
Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 0,5 м рыхлым песком, лиз. 5, 6	7,5	9,5	8,5	8,1	7,0	10,3	12,0	6,9	7,5	8,7	5,0
Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на супеси связной, подстилаемой с глубины 0,45 м прослойкой песка на контакте, а с глубины 0,70 м моренным суглинком, лиз. 7, 8	7,2	14,3	10,7	14,0	8,1	10,6	13,2	10,1	9,0	13,9	5,3
Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на супеси рыхлой, сменяемой с глубины 0,3 м связным песком, а с глубины 0,5 м рыхлым песком, лиз. 9, 10	28,2	17,1	22,6	26,5	23,3	17,1	20,5	23,8	21,1	31,1	16,3
Дерново-подзолистая песчаная, развивающаяся на связном песке, сменяемом с глубины 0,25 м рыхлым песком, лиз. 13–16	18,7	22,7	20,7	12,4	18,8	27,0	20,9	19,0	21,3	22,1	21,8
Средние значения	12,9	15,8	14,4	16,8	13,3	13,2	15,2	13,1	13,1	20,7	9,8
НСР ₀₅	0,84	0,96	0,90	1,16	0,84	0,87	0,93	0,81	0,81	1,27	0,60

наблюдались в засушливые по степени увлажнения (20,7 мг/л) и во влажные (15,2 мг/л) годы. В оптимальные и слабозасушливые годы этот показатель составил 13,1 мг/л, в очень засушливые – 9,8 мг/л (см. табл. 5).

От количества просочившейся воды через слой почвы 1,0–1,5 м и концентраций элементов в почвенных растворах напрямую зависят потери калия при вымывании с нисходящими токами влаги (кг/га). Многолетние лизиметрические исследования показывают, что потери калия в окружающую среду изменялись также в зависимости от типа и гранулометрического состава дерново-подзолистых почв. Отмечена закономерность, что за период 1981–2012 гг. с увеличением глубины слоя лизиметра (1,5 м) потери калия при вымывании увеличивались на всех исследуемых дерново-подзолистых почвах (в 1,2–2,9 раза) по сравнению с глубиной лизиметров 1,0 м, что свидетельствует о высокой миграционной способности калия вниз по профилю почв. Минимальные потери калия (в среднем по двум лизиметрам) были из дерново-подзолистой легкосуглинистой, развивающейся на мощных лессовидных суглинках почве (лиз. 1, 2), которые составили 6,7 кг/га. Далее из дерново-подзолистых легкосуглинистых, подстилаемых моренным суглинком (лиз. 3, 4) или рыхлым песком (лиз. 5, 6) – 7,7–8,5 кг/га; на почвообразующей породе и дерново-подзолистой легкосуглинистой высококультуренной почве (лиз. 11, 12, 33, 34) – 11,7–12,6 кг/га; связносупесча-

ных, подстилаемых моренными суглинками (лиз. 7, 8) – 10,4 кг/га. Потери калия из дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почвы значительно выше (28,7 кг/га, т. е. в 2,8 раза) по сравнению со связносупесчаной почвой. Максимальные потери калия при вымывании отмечаются из дерново-подзолистой песчаной почвы (40,8 кг/га), что следует учитывать сельскохозяйственным производителям при внесении калийных удобрений под сельскохозяйственные культуры (табл. 6).

Потери калия при вымывании в среднем за 1981–1990 гг. (количество атмосферных осадков составило 575 мм) из слоя 1,0–1,5 м дерново-подзолистых почв составили 13,1 кг (из рыхлосупесчаных и песчаных – 20,1–24,4 кг/га); соответственно, за 1991–2000 гг. (565 мм) – 16,2 (30,0–37,8 кг/га) и за 2001–2010 гг. (652 мм) – 18,6 кг/га (35,6–58,8 кг/га). Самые большие потери калия при вымывании были во влажные по степени увлажнения годы – их величина изменялась от 8,9 (легкосуглинистая, лиз. 1, 2) до 45,4 (песчаная, лиз. 13–16) кг/га, а в среднем по всем почвам она составила 18,9 кг/га. Далее, в засушливые годы – от 5,8 (легкосуглинистая, лиз. 1, 2) до 37,5 (песчаная, лиз. 13–16) кг/га, а в среднем по всем почвам – 17,3 кг/га. Следует отметить, что в различные по степени увлажнения годы величина потерь калия при вымывании была очень высокой на песчаных и рыхлосупесчаных почвах (см. табл. 6).

Т а б л и ц а 6. Потери калия при вымывании с лизиметрическими водами из слоя, 1,0–1,5 м пахотных почв Республики Беларусь, 1981–2012 гг., кг/га

Название почвы	Глубина размещения лизиметров			Среднее по лизиметрам, 1,0–1,5 м							
	1,0 м	1,5 м	среднее	1981–1990 гг.	1991–2000 гг.	2001–2010 гг.	Степень увлажнения года				
							влажные	оптимальные	слабозасушливые	засушливые	очень засушливые
1. Дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном суглинке, лиз. 1, 2	4,7	8,7	6,7	7,6	6,6	6,5	8,9	7,1	5,5	5,8	3,7
2. Дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном суглинке (высококультуренная), лиз. 33, 34	10,9	14,4	12,6	11,0	16,3	11,7	15,8	11,7	9,4	19,1	5,7
3. Почвообразующая порода (лессовидный суглинок с глубины 1,5–3,0 м), лиз. 11, 12	6,1	17,4	11,7	16,1	13,1	7,2	14,5	12,1	9,1	15,2	3,7
4. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 0,75 м моренным суглинком, лиз. 3, 4	6,0	9,4	7,7	9,8	7,7	6,3	9,0	7,8	6,5	9,5	4,6
5. Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 0,5 м рыхлым песком, лиз. 5, 6	6,6	10,5	8,5	5,8	7,4	12,4	10,9	9,4	6,6	7,2	6,6
6. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на супеси связной, подстилаемой с глубины 0,45 м прослойкой песка на контакте, а с глубины 0,70 м моренным суглинком, лиз. 7, 8	6,5	14,3	10,4	10,1	11,0	9,9	12,4	9,9	9,1	11,9	7,5
7. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на супеси рыхлой, сменяемой с глубины 0,3 м связным песком, а с глубины 0,5 м рыхлым песком, лиз. 9, 10	25,8	31,6	28,7	20,1	30,0	35,6	34,5	27,9	24,2	32,4	22,3
8. Дерново-подзолистая песчаная, развивающаяся на связном песке, сменяемом с глубины 0,25 м рыхлым песком, лиз. 13–16	33,3	48,3	40,8	24,4	37,8	58,8	45,4	42,6	35,9	37,5	42,7
Средние значения	12,5	19,3	15,9	13,1	16,2	18,6	18,9	16,1	13,3	17,3	12,1
НСР ₀₅	0,81	1,18	1,03	0,90	1,02	1,22	1,16	0,99	0,82	1,07	0,74

В табл. 7 на отдельных почвах (слой 1,0–1,5 м) приведены экспериментальные данные по потерям калия по сезонам года и процент инфильтрационных почвенных растворов от суммы выпадающих атмосферных осадков. Эти показатели были самые высокие в весенний (март, апрель, май) период, а также в зимний (декабрь, январь и февраль – последующего года), когда почва не занята сельскохозяйственными культурами. При этом самые высокие потери калия были на дерново-подзолистых рыхлосупесчаных и песчаных почвах. Приведенные данные показывают, что внесение калия с осени на почвах легкого гранулометрического состава нецелесообразно по экономическим и экологическим причинам.

Т а б л и ц а 7. Потери калия при вымывании из пахотных дерново-подзолистых почв Республики Беларусь по сезонам года, г. Минск, лизиметрическая станция, 1981–2012 гг., кг/га

Сезон года, месяцы	Дерново-подзолистые почвы							
	легкосуглинистые (лиз. 1, 2)		связносупесчаные (лиз. 1, 2)		рыхлосупесчаные (лиз. 9, 10)		песчаные (лиз. 13–16)	
	% инфильтра- та от суммы осадков	потери, кг/га	% инфильт- рата от суммы осадков	потери, кг/га	% инфильт- рата от сум- мы осадков	потери, кг/га	% инфильт- рата от суммы осадков	потери, кг/га
Весенний (03–05)	43,0	6,0	58,9	8,0	58,0	17,1	75,8	20,1
Летний (06–08)	3,7	0,8	5,1	1,1	11,5	3,0	5,4	2,3
Осенний (09–11)	7,8	1,2	12,3	1,9	24,6	3,5	6,0	1,8
Зимний (12–02)	13,1	1,7	23,5	3,1	41,8	9,3	54,9	19,7
Сумма за лизиме- трический год	–	9,7	–	14,0	–	32,9	–	43,9

Выводы

1. Поступление калия с атмосферными осадками зависит от количества выпадающих осадков, различается по годам исследований, сезонам года и в различные по степени увлажнения годы. Среднегодовая концентрация (за 1981–2012 гг.) K^+ в атмосферных осадках в среднем составила 1,61 мг/л (при минимальном значении – 0,37 (2007 г.) и максимальном – 7,28 (1997 г.) мг/л), за 1981–1990 гг. – 1,61, 1991–2000 гг. – 2,38 и 2001–2010 гг. – 0,90 мг/л. Максимумы по содержанию калия в атмосферных осадках наблюдались в осенний (1,77 мг/л) и весенний (1,74 мг/л), далее, летний (1,57 мг/л) и зимний (1,36 мг/л) периоды.

2. Среднегодовое (за 32 года) поступление K_2O с атмосферными осадками составило 9,4 кг/га (min – 2,0 (2009 г.), max – 42,1 (1998 г.) кг/га; за 1981–1990 гг. – 9,2, 1991–2000 гг. – 13,6 и за 2001–2010 гг. – 5,9 кг/га.; более высокое поступление калия с осадками наблюдалось в слабозасушливые по степени увлажнения годы (12,0 кг/га) и в близкие к среднегодовым (оптимальные) – 9,8 кг/га.

3. При одном и том же количестве выпадающих атмосферных осадков, одинаковом уровне применения минеральных удобрений под культуры севооборотов (K_{103} на фоне $N_{72}P_{61}$) величина концентрации калия в инфильтратах лизиметрических вод в среднем за 1981–2012 гг. изменялась от 8,5 мг/л (дерново-палево-подзолистая легкосуглинистая, подстилаемая рыхлым песком) до 22,6 мг/л (дерново-подзолистая рыхлосупесчаная, подстилаемая с глубины 0,5 м рыхлым песком). На всех изучаемых дерново-подзолистых почвах, за исключением рыхлосупесчаной, подстилаемой с глубины 0,5 м рыхлым песком, концентрация калия из лизиметров глубиной в 1,5 м была выше (15,8 мг/л), чем из лизиметров глубиной в 1,0 м (12,9 мг/л); за период 1981–1990 гг. значения этого показателя составляли 16,8 мг/л, 1991–2000 гг. – 13,3 и 2001–2010 гг. – 13,2 мг/л. Максимальные средние концентрации калия наблюдались в засушливые по степени увлажнения годы (20,7 мг/л) и во влажные (15,2 мг/л). В оптимальные и слабозасушливые годы этот показатель составил 13,1 мг/л, в очень засушливые – 9,8 мг/л.

4. В зависимости от гранулометрического состава дерново-подзолистых почв ежегодно потери калия при вымывании из слоя 1,0–1,5 м составляют от 6,7 до 40,8 кг/га. При этом минимальные потери калия были из дерново-подзолистой легкосуглинистой, развивающейся на мощных лессовидных суглинках почве (6,7 кг/га); далее, из дерново-подзолистых легкосуглинистых,

подстилаемых моренным суглинком или рыхлым песком – 7,7–8,5 кг/га; из почвообразующей породы и дерново-подзолистой легкосуглинистой высококультуренной почвы – 11,7–12,6 кг/га; связносупесчаных, подстилаемых моренными суглинками, – 10,4 кг/га; рыхлосупесчаной, подстилаемой рыхлыми песками, – 28,7 кг/га. Максимальные потери калия при вымывании отмечались из дерново-подзолистой песчаной почвы – 40,8 кг/га.

5. Потери калия при вымывании в среднем за 1981–1990 гг. из слоя 1,0–1,5 м дерново-подзолистых почв составили 13,1 кг (из рыхлосупесчаных и песчаных – 20,1–24,4 кг/га); соответственно, за 1991–2000 гг. – 16,2 кг/га (30,0–37,8 кг/га) и 2001–2010 гг. – 18,6 кг/га (35,6–58,8 кг/га). Самые большие потери калия при вымывании наблюдались во влажные по степени увлажнения годы (от 8,9 кг/га (легкосуглинистая, развивающаяся на мощных лессовидных суглинках) до 45,4 кг/га (песчаная), а в среднем по всем почвам – 18,9 кг/га), далее, в засушливые годы (от 5,8 кг/га (легкосуглинистая) до 37,5 кг/га (песчаная) и в среднем по всем почвам – 17,3 кг/га).

6. Установлено, что на всех исследуемых дерново-подзолистых почвах с увеличением глубины слоя лизиметра (1,5 м) потери калия при вымывании увеличиваются (в 1,2–2,9 раза) по сравнению с глубиной лизиметров 1,0 м, что свидетельствует о высокой миграционной способности калия вниз по профилю почв.

7. Потери калия при вымывании из всех дерново-подзолистых почв самые высокие в весенний (март, апрель, май) и зимний (декабрь, январь и февраль – последующего года) периоды. При этом самые высокие потери калия отмечались из дерново-подзолистых рыхлосупесчаных и песчаных почв, что свидетельствует о нецелесообразности внесения калия с осени на почвах легкого гранулометрического состава.

Список использованных источников

1. Лизиметры в почвенных исследованиях / Л. Л. Шишов [и др.]. – М.: МГУ, 1998. – 264 с.
2. Прокошев, В. В. К вопросу о миграции калия по профилю дерново-подзолистых почв различного грансостава / В. В. Прокошев, В. В. Носов // Лизиметрические исследования в агрохимии, почвоведении, мелиорации и агроэкологии: сб. док. сим.; Немчиновка, 29 июня – 1 июля 1999 г. / под ред. П. Д. Попова. – Москва-Немчиновка, 1999. – 240 с.
3. Потери элементов питания растений в агробиогеохимическом круговороте веществ и способы их минимизации / И. А. Шильников [и др.]. – М.: ВНИИА, 2012. – 351 с.
4. Пакшина, С. М. Передвижение солей в почве / С. М. Пакшина. – М.: Наука, 1980. – 120 с.
5. Влияние длительного внесения калийных удобрений на катионный обмен калий – кальций в дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического и минералогического состава / Т. А. Соколова [и др.] // Агрохимия. – 1999. – № 4. – С. 5–13.
6. Иванов, И. И. Калийные удобрения на легких дерново-подзолистых почвах : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.04 / И. И. Иванов; Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. – М., 1954. – 48 с.
7. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: МГУ, 1970. – 487 с.
8. Новиков, Ю. В. Методы исследования качества воды водоемов / Ю. В. Новиков, К. О. Ласточкина, З. Н. Болдина. – М.: Медицина, 1990. – 256 с.
9. Алекин, О. И. Руководство по химическому анализу вод суши / О. И. Алекин, А. Д. Семенов, Б. А. Скопинцев. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 270 с.
10. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь : практ. пособие / Г. И. Кузнецов [и др.]; под ред. Г. И. Кузнецова. – Минск: Ком. по земел. ресурсам, геодезии и картографии при Совете Министров Респ. Беларусь, 2001. – 423 с.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Изд. 5-е, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. Tripolskaja, I. Impact of climate variability in Lithuania and Belarus on atmospheric precipitation infiltration: lysimetric study / I. Tripolskaja, G. Pirogovskaja // Klimato veiksmu variavimo Lietuvoje ir Baltarusijoje itaka atmosferos krituliui infiltracijai: lisimetrinis tyrimas. Zemdirbyste-Agriculture. – 2013. – Vol. 100 (4). – P. 376–382.
13. Kilkus, K. Changes in water balance structure of Lithuanian rivers under different climate change scenarios / K. Kilkus, E. Staras, E. Rimkus // Valiuskevicius. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba. – 2006. – Vol. 36 (2). – P. 3–10.
14. Пироговская, Г. В. Инfiltrация атмосферных осадков в пахотных почвах Республики Беларусь при длительном сельскохозяйственном использовании (по данным лизиметрических исследований 1981–2012 гг.) / Г. В. Пироговская // Почвоведение и агрохимия. – 2015. – № 1 (54). – С. 179–189.

Поступила в редакцию 05.01.2016

УДК 631.824:631.445.24:633.1

И. М. БОГДЕВИЧ, Ю. В. ПУТЯТИН, О. М. ТАВРЫКИНА, О. Л. ЛОМОНОС

ДИАГНОСТИКА МАГНИЕВОГО ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ

Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Беларусь, e-mail: brissa5@mail.belpak.by

Представлены результаты многолетних полевых опытов на специально подготовленных 4 уровнях содержания обменного магния в дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах в широком диапазоне Mg – 46–263 мг/кг. Разработаны параметры почвенной и растительной диагностики магниевого питания кукурузы, ярового рапса и ячменя. Полученная информация позволяет подобрать поля и участки для дифференцированного размещения культур и выявить необходимость проведения некорневых подкормок растений 4%-ным раствором $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ в зависимости от анализов почв и растений на ранних стадиях их развития.

Ключевые слова: дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы, обменный магний, почвенная диагностика, растительная диагностика, магниевое питание кукурузы, ярового рапса, ячменя.

I. M. BOGDEVITCH, Yu. V. PUTYATIN, O. M. TAVRYKINA, O. L. LOMONOS

DIAGNOSTIC OF THE CROP MAGNESIUM NUTRITION ON PODZOLUVISOL LOAMY SOILS

The Institute for Soil Science and Agrochemistry, Minsk, Belarus, e-mail: brissa5@mail.belpak.by

The results of long-term field experiments on specially prepared 4 levels of exchangeable magnesium content in Podzoluvisol loamy soils in a wide range of Mg 46–263 mg·kg⁻¹ are presented. The parameters of soil and plant diagnostics of magnesium supply of corn, spring rapeseed and barley have been developed. The obtained data enable to choose the appropriate fields for particular crops and to identify the necessity for foliar spray of plants with 4 % solution of $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ according to the analyses of soils and plants at early stages of their development.

Keywords: Podzoluvisol loamy soils, exchangeable magnesium, soil diagnostics, plant diagnostics, magnesium supply of corn, spring rapeseed and barley.

Введение. Значение магния в питании растений определяется в первую очередь тем, что он входит в состав зеленого пигмента листьев хлорофилла и непосредственно участвует в фотосинтезе. Магний необходим для построения клеток и протоплазмы, регулирования нормального протекания биологических процессов [1–3]. Магний влияет на проницаемость и структуру коллоидов протоплазмы, а также на интенсивность деления и роста клеток. В отличие от одновалентных катионов калия и натрия, способствующих набуханию коллоидов и уменьшению их вязкости, кальций и магний уплотняют плазму, уменьшая ее набухаемость. В настоящее время магний рассматривают как полифункциональный элемент питания: он выполняет структурообразующую роль, входя в состав органелл, клеток, мембран, и важную функциональную роль в составе около 300 ферментов в обмене веществ в растениях и в биохимических процессах [4, 5].

В растении магний присутствует в виде двухвалентного катиона Mg^{2+} . Сухое вещество растения, как правило, содержит 0,2–0,5 % Mg^{2+} . Он относительно мобилен в растении и легко перемещается из одних органов и тканей в другие. Поглощение фосфора растениями невозможно без магния, и наоборот. Недостаток магния тормозит процесс восстановления нитратов и производство фитогормонов. При магниевом голодании разрушается формирование пластид, вследствие чего развивается хлороз и некроз листьев [1, 5]. Недостаток магния в минеральном питании растений ограничивает их урожай, снижает качество сельскохозяйственной продукции, влияет на эффективность использования азотных, фосфорных, калийных удобрений.

Дерново-подзолистые почвы Беларуси в середине прошлого столетия характеризовались крайне низким содержанием магния в поглощающем комплексе. Крупномасштабное обследование почв сельскохозяйственных земель на содержание магния проводится с 1976 г. Средневзвешенное содержание магния в пахотных почвах многих районов тогда было в пределах 36–62 мг MgO на 1 кг почвы. За истекший период в республике проведено семь циклов известкования кислых почв, где в качестве мелиоранта использовали доломитовую муку с содержанием MgO ~20 %. Это привело к закономерному повышению содержания в почвах обменных форм магния. С 1992 г. введена новая, ныне действующая градация обеспеченности почв обменным магнием [6]. Пахотные почвы в настоящий период преимущественно (86 %) характеризуются повышенным и высоким содержанием обменных форм магния [7].

Эффективность магниевых удобрений под сельскохозяйственные культуры в Беларуси изучена недостаточно. Имеющиеся немногочисленные работы преимущественно относятся к 60–70-м годам прошлого столетия, а исследования проведены в условиях острого дефицита магния на песчаных и супесчаных почвах. Углубленные исследования магниевое питания растений, установление количественных параметров как дефицита, так и избыточного содержания обменного магния в почве для размещения посевов, а также для эффективного применения магниевых удобрений, обеспечивающих окупаемость затрат и высокое качество продукции для наиболее ценных сельскохозяйственных культур, является важной научной задачей.

Цель настоящей работы – критический обзор экспериментальных исследований по разработке параметров почвенной и растительной диагностики магниевое питания сельскохозяйственных культур за последние 10 лет. Актуальность исследований обусловлена большим диапазоном различий концентрации магния в суглинистых почвах, которые в условиях производства различаются на порядок по отдельным полям и участкам.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в специально спланированных модельных стационарных полевых опытах на окультуренных дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, развивающихся на мощном лессовидном суглинке в СПК «Щемяслица» и на моренных суглинках в ОАО «Гастелловское» Минского района. Каждый из опытов проводился в двух полях. Пахотные горизонты почв перед закладкой опытов характеризовались близкими к оптимальным агрохимическими показателями: содержанием гумуса (по Тюрину) – 1,8–2,5 %, pH_{KCl} 5,8–6,2, P_2O_5 и K_2O (0,2 М HCl) – 300–350 и 146–308 мг/кг почвы соответственно. Содержание подвижных форм макро- и микроэлементов: серы – 6,1–8,8 мг/кг, бора – 0,33–0,65; меди – 2,08–2,84; цинка – 1,84–2,60 мг/кг. На каждом поле создано четыре уровня обеспеченности почвы обменным Mg, которые отражают диапазон различий по содержанию магния и соотношения катионов в поглощающем комплексе дерново-подзолистых суглинистых почвах Беларуси (табл. 1).

Высокие уровни содержания обменного Mg на блоках делянок создавались путем внесения быстродействующего удобрения – сульфата магния. Содержание катионов (Mg, K, Ca) и их соотношения на 3-м уровне типичны для окультуренных дерново-подзолистых пахотных почв. На каждом блоке содержания обменного магния в почве был контрольный вариант без удобрений, современный базовый вариант системы удобрений, вариант с повышенной дозой калия и варианты некорневых подкормок 4%-ным раствором сульфата магния в дозе Mg 1–1,5 кг/га. Некорневую подкормку ярового рапса проводили в стадию бутонизации, ячменя – при кущении, а кукурузы дважды – в стадию 6–8 листьев и в начале выхода в метелку. Повторность вариантов – 4-кратная, размещение делянок – рендомизированное. Площадь делянки – 12 м², учетная – 8 м².

Пробы для растительной диагностики отбирали у ярового рапса в стадию бутонизации, ячменя – образования 3–5 листьев, кукурузы – 6–8 листьев. Магний в листьях определяли атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 30502–97. Из характеристик качества продукции определяли содержание масла и протеина в семенах рапса. Содержание сырого белка и аминокислотный состав зерна ячменя и кукурузы (лизин, треонин, метионин, валин, изолейцин, лейцин, фенилаланин) – на жидкостном хроматографе Agilent 1100.

Т а б л и ц а 1. Содержание и соотношение катионов (Са, Mg, К,) в дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах опытных полей в СПК «Щемьслица» и в ОАО «Гастелловское»

Вариант опыта	Уровень	Содержание катионов в почве, мг/кг			Эквивалентное соотношение катионов	
		Са	Mg	K ₂ O	Ca ²⁺ :Mg ²⁺	K ⁺ :Mg ²⁺
СПК «Щемьслица», поле №1	1	706	71	143	6,0	0,62
	2	658	84	142	4,7	0,53
	3	771	181	147	2,6	0,25
	4	723	243	152	1,8	0,20
СПК «Щемьслица», поле №2	1	947	70	248	8,2	1,10
	2	940	92	246	6,2	0,83
	3	926	137	233	4,1	0,53
	4	815	188	236	2,6	0,39
ОАО «Гастелловское», поле №1	1	1737	46	308	22,9	2,08
	2	1432	90	278	9,7	0,96
	3	1216	147	279	5,0	0,59
	4	1110	198	257	3,4	0,41
ОАО «Гастелловское», поле №2	1	1690	77	325	13,2	1,30
	2	1432	144	301	6,5	0,59
	3	1300	195	302	4,0	0,50
	4	1270	263	308	2,9	0,40

Результаты и их обсуждение

Почвенная диагностика. Установлены достоверные зависимости урожайности изучаемых культур от уровня обеспеченности почвы обменным магнием, которые описываются уравнениями параболы второго порядка (рис. 1).

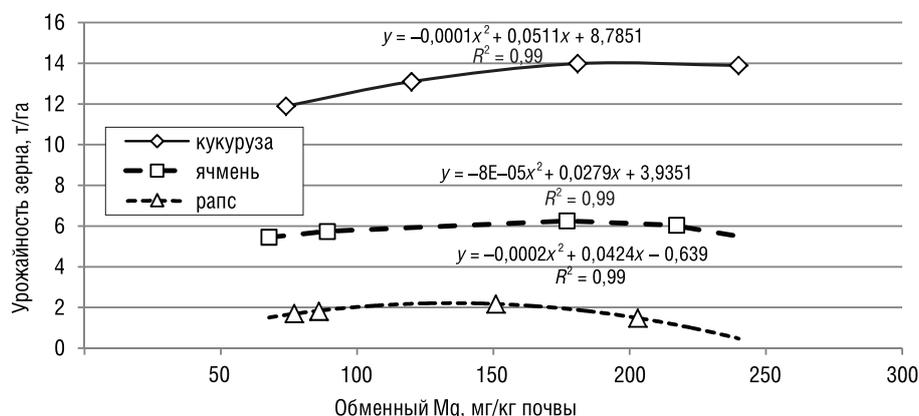


Рис. 1. Урожайность зерна кукурузы (на фоне 90 т навоза, N₁₁₀₊₃₀P₆₀K₁₂₀), ячменя (N₉₀₊₃₀P₆₀K₁₂₀) и ярового рапса (N₈₀₊₃₀P₆₀K₉₀+B) в зависимости от содержания обменного Mg в дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, СПК «Щемьслица», 2004–2011 гг., ОАО «Гастелловское», 2012–2014 гг.

Максимальная урожайность исследуемых культур находится в очень широком диапазоне содержания Mg – 110–240 мг/кг почвы, что согласуется с ранее опубликованным ориентировочным диапазоном оптимума для суглинистых почв [3]. Научный и практический интерес представляют заметные различия по отдельным культурам. Так, за годы исследований наибольшая урожайность семян ярового рапса формировалась в диапазоне содержания обменного Mg 110–150 мг/кг, зерна ячменя – 150–190, а урожайность зеленой массы и зерна кукурузы при содержании Mg 180–240 мг/кг почвы. Повышение содержания магния в почве (от низкого до оптимального уровня) обеспечивало прирост урожайности зеленой массы кукурузы на 19–23 %, зерна – на 12–13 %. Урожайность зерна ячменя при этом повышалась на 13–17 %, урожайность

семян рапса – на 25–29 %. Избыток же концентрации обменного магния в почве и сужение эквивалентного соотношения $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+}$ сопровождалось снижением урожайности кукурузы и ячменя на 3–8 %, а семян ярового рапса – до 32 %. Очевидно, что установление количественных параметров (как дефицита, так и избыточного содержания обменного магния в почве) для наиболее ценных сельскохозяйственных культур является важной научной задачей. При избытке магния в почве наблюдается антагонистическое действие его на поступление кальция и калия в растения [8]. Отсюда понятно, что мониторинг содержания обменных форм магния, кальция и калия в почвах имеет большое практическое значение.

Пределные параметры содержания обменного магния в почве, при которых наступает снижение урожайности, различаются в зависимости от гранулометрического состава и соответствующих им емкости, состава и соотношений обменных катионов [9, 10]. В научной литературе приводятся только ориентировочные пороговые параметры. R. Jokinen, 1981, считает, что оптимальное соотношение $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+} = 6$ для плодородных почв Финляндии [11]. По мнению С. А. Барбера, избыток магния не проявляется на снижении урожайности сельскохозяйственных культур, пока соотношение $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+}$ существенно больше единицы, а оптимальное соотношение находится в пределах 2–7 [12]. Согласно нашим экспериментальным данным, оптимальное соотношение $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+}$ находится в пределах 4–6, а депрессия урожайности ярового рапса и ячменя на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах наблюдается при соотношении $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+} < 3,0$ [13–16]. На супесчаных почвах избыток Mg в почвенном растворе для сельскохозяйственных культур проявляется при значительно меньшей концентрации обменного магния в почве [8].

В целом по Беларуси средневзвешенное эквивалентное соотношение $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+}$ за последние двадцать лет обследования медленно сужается: на пашне – от 4,1 до 3,3, а в луговых почвах – от 5,4 до 3,6, и в среднем пока находится в допустимом диапазоне [7]. В то же время доля почв с высоким содержанием обменного магния и узким эквивалентным соотношением $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+} \leq 3$ продолжает увеличиваться. Развитие этого процесса усиливает актуальность мониторинга и аналитического контроля магниевых питаний сельскохозяйственных культур.

Известно, что избыток магния может проявляться при относительно низких его концентрациях, если в почве недостаточно доступного для растений калия [3, 8–10]. В наших опытах установлено, что избыточное содержание обменного магния в почве сопровождается снижением содержания подвижных форм калия в почве. Поэтому повышение содержания обменного магния в почве может вызывать дополнительную потребность в повышении доз калийного удобрения.

Прибавки урожая зерна ячменя от минеральных удобрений увеличиваются при повышении доз калийных удобрений по мере повышения содержания обменного магния в почве до уровня Mg 150 мг/кг. При низком и оптимальном содержании обменного магния наибольший урожай зерна ячменя получен при дозе калия 120, а при избыточной концентрации магния в почве – при дозе 150 кг/га. По-видимому, оптимальные дозы K_2O следует определять не только с учетом обеспеченности почв подвижными формами калия, но также желательность учесть насыщенность поглощающего комплекса магнием и кальцием.

Одним из важных информативных показателей уровня обеспеченности почвы магнием является отзывчивость сельскохозяйственных культур на внесение магниесодержащих удобрений. Наибольшей отзывчивостью на магниевые удобрения отличаются растения с сильно развитым листовым аппаратом, например, рапс, кукуруза. Эффективность магниевых подкормок ярового рапса и ячменя была высокой при низком уровне обеспеченности почвы магнием и снижалась по мере увеличения его запасов в пахотном горизонте (рис. 2).

При содержании обменного магния в почве 46–77 мг/кг получены наибольшие прибавки семян рапса и зерна ячменя от магниевой подкормки – 3,2 и 9,5 ц/га соответственно. Прибавка урожайности снизилась до 1,7–2,1 ц/га при содержании Mg 151–173 мг/кг почвы, а при содержании магния в почве 193–203 мг/кг подкормка сопровождалась снижением урожайности на 0,4–1,1 ц/га.

Аналогичная закономерность отмечена и на кукурузе (рис. 3). При низком содержании Mg в почве 74–77 мг/кг прибавка урожайности от подкормки была наибольшей и составила для зеленой массы 5,0 и 3,5 т/га, для зерна – 0,74–0,76 т/га. При содержании магния 120 и 144 мг/кг почвы

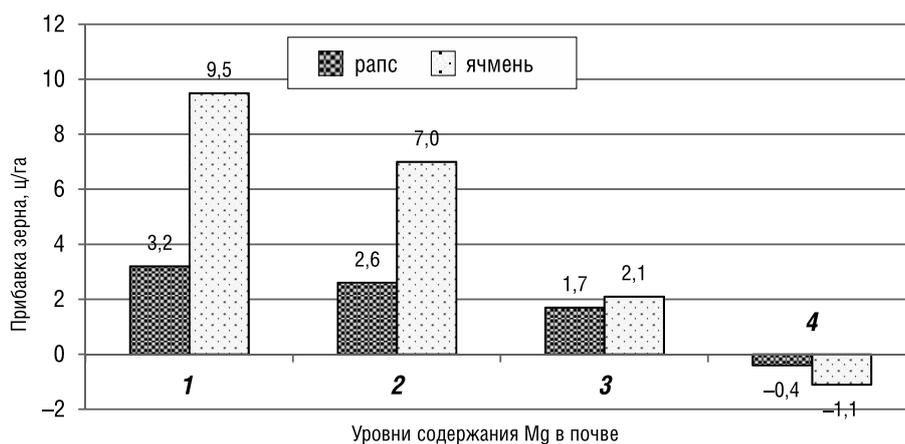


Рис. 2. Прибавки урожайности зерна ярового рапса и ячменя от некорневых подкормок 4%-ным раствором $MgSO_4$ на разных уровнях содержания обменного магния в дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах. Уровни обеспеченности Mg: 1 – 46–77; 2 – 86–94; 3 – 151–173; 4 – 192–203 мг/кг почвы

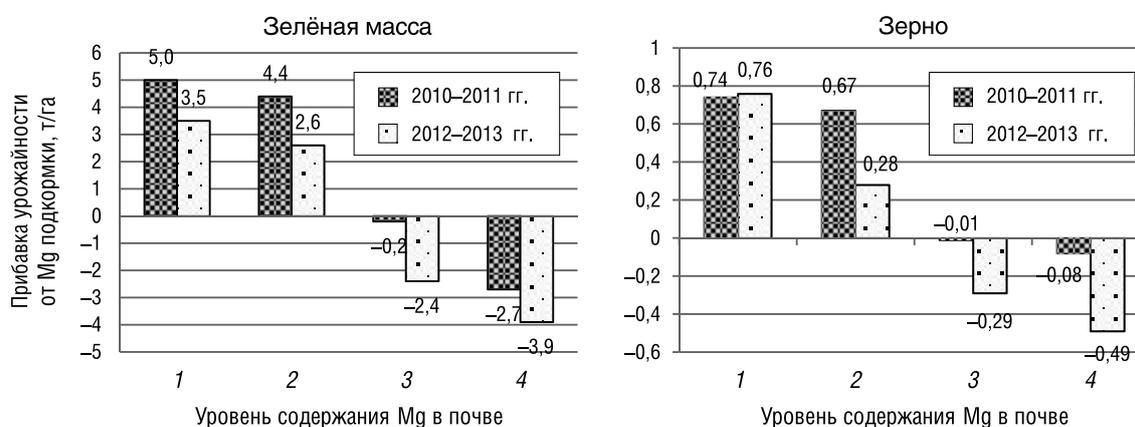


Рис. 3. Прибавки урожайности зеленой массы и зерна кукурузы от некорневых подкормок $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ на разных уровнях содержания обменного магния в дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах

прибавка урожайности составила 4,4 и 2,6, зерна – 0,67 и 0,28 т/га соответственно. При оптимальном и избыточном содержании обменного магния в почве (3-й и 4-й уровни обеспеченности) магниевые подкормки сопровождались снижением урожайности зеленой массы и зерна кукурузы.

Одновременно исследовали действие серы в дозе S_{60} в форме фосфогипса и сульфата аммония, которые также были эффективны только при низком содержании в почве обменного магния. Яровой рапс был наиболее отзывчивым на внесение серы. В целом применение серосодержащих удобрений и некорневые подкормки сульфатом магния на фоне $N_{80+30}P_{60}K_{90}+V$ повышало урожайность семян ярового рапса на 10,5–11,1 ц/га на почве с содержанием обменного Mg 77–150 мг/кг. Повышение урожайности семян ярового рапса под влиянием магниевых и серосодержащих удобрений обеспечивается за счет увеличения количества стручков на одном растении на 21,4–24,7 %, количества семян в стручке – на 8,4–9,6 % и массы 1000 семян – на 3,8–5,2 %. Для ячменя серосодержащее удобрение (S_{60}) было эффективным только на первом (низком) уровне содержания магния в почве. Прибавки урожая зерна ячменя от внесения серы в форме сульфата аммония были небольшие – 2,6–5,3 ц/га.

Таким образом, содержание обменных форм магния в почве является критерием как для определения диапазона оптимальной обеспеченности возделываемых культур магнием, так и для прогноза эффективности некорневых подкормок растений сульфатом магния. Необходимо отметить, что для установления объективной потребности растений в питательных веществах

почвенная диагностика дополняется методами растительной диагностики, поскольку не всегда в полной мере способна удовлетворять запросам специалистов. Контроль минерального питания растений должен осуществляться на основе комплексной, почвенной и растительной диагностики.

Растительная диагностика. Об обеспеченности растений магнием трудно судить визуально, по внешнему виду растений, который существенно изменяется вследствие нарушения биохимических процессов в растении только при остром недостатке или большом избытке этого элемента в питательной среде. Известно, что при остром недостатке магния у ячменя в верхней части старых листьев появляются светлые или рыже-бурые пятна, а у их основания – темно-зеленые (скопления хлорофилла) [8]. W. Bergmann приводит визуальные примеры магниевых токсикозов растений ячменя в виде рыже-бурых пятен по всей пластинке листа. Эти признаки внешне похожи на признаки дефицита магния в почвенном растворе [8]. Чаще всего сельскохозяйственные культуры испытывают относительно небольшой дефицит или избыток доступного растениям магния в почве, без заметных изменений цвета листовой пластинки. Для объективной оценки состояния магниевых питаний растений и оптимизации магниевых удобрений необходимо использовать методы диагностики по химическому анализу почв и растений.

Примером растительной диагностики может служить установленная нами тесная корреляционная связь концентрации Mg в молодых растениях ячменя в фазу кущения с содержанием обменного магния в почве (рис. 4). Магниевая диагностика в фазу кущения удобна, так как позволяет получить данные заранее, до оптимального срока проведения некорневой подкормки растений сульфатом магния в период выхода в трубку – появления флагового листа.

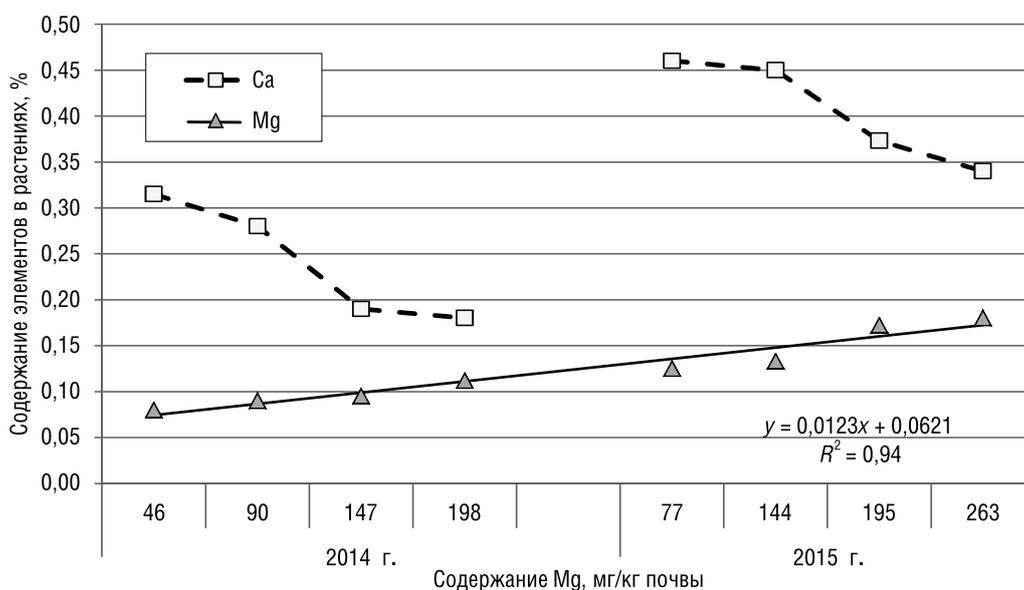


Рис. 4. Содержание катионов Mg и Ca в растениях ячменя сорта Стратус в фазу кущения на разных уровнях содержания обменного магния в дерново-подзолистой легкоуглинистой почве, 2014–2015 гг.

Известно, что доступность катиона Mg^{2+} растениям зависит от емкости катионного обмена почвы и влияния конкурирующих катионов Ca^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Fe^{2+} , Al^{3+} . Наиболее влияющими катионами являются Ca^{2+} и K^+ [8, 11, 17]. В свою очередь, повышение в почве содержания обменного магния сопровождается уменьшением поступления в растения кальция и в меньшей степени калия. В наших опытах по мере повышения содержания магния в почве наблюдалось снижение содержания кальция в растениях ячменя в 1,35–1,75 раза.

Установлены аналогичные тесные зависимости содержания магния, кальция и калия в молодых растениях ячменя и кукурузы от содержания обменного магния в почве. Некорневые подкормки сульфатом магния позволяли несколько корректировать и повышать содержание магния в растениях при низком и невысоком содержании обменного магния в почве, что можно видеть на кукурузе (рис. 5).

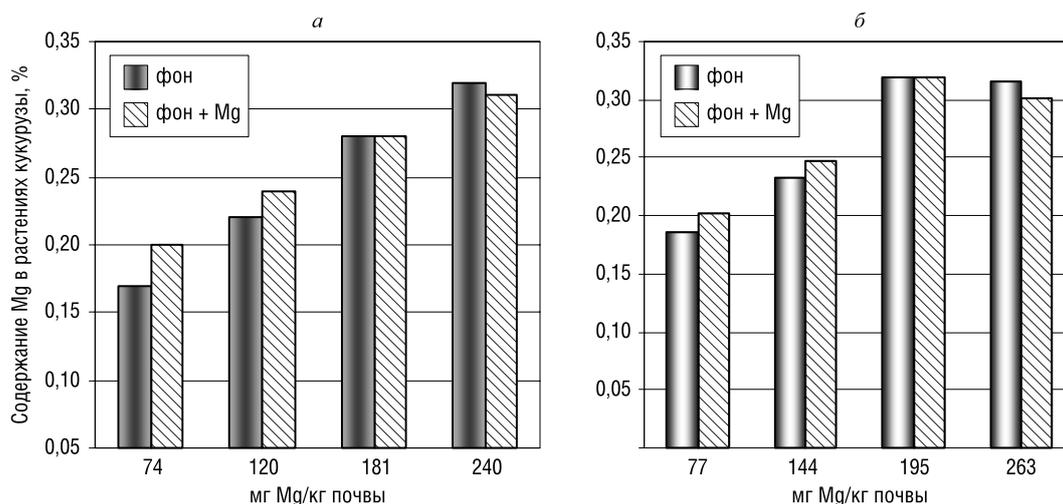


Рис 5. Содержание магния в растениях кукурузы (стадия 6–8 листьев) при различной обеспеченности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы обменным магнием: *а* – СПК «Щемыслица»; *б* – ОАО «Гастелловское»

При уровне обменного магния в диапазоне 74–144 мг/кг почвы растения были отзывчивы на магниевые подкормки, и содержание Mg при этом достоверно повышалось. В блоках с повышенным и высоким содержанием обменного магния почвы магниевая подкормка не приводила к дальнейшему повышению содержания элемента в листьях кукурузы. За критерий оптимума нами принято содержание Mg в сухой массе растений кукурузы в фазе 6–8 листьев в вариантах, где получена наибольшая урожайность зеленой массы и зерна кукурузы, поскольку данные опыты проведены в благоприятных условиях, когда остальные агрохимические свойства почв (рН, гумус, P₂O₅, K₂O и др.) находились на относительно оптимальном уровне. Согласно данным опыта, в СПК «Щемыслица», наиболее высокой урожайности зеленой массы кукурузы (выше 78 т/га) и зерна (выше 13 т/га) соответствовало содержание магния 0,30–0,32 % в сухой массе растений в фазу 6–8 листьев. В опыте в ОАО «Гастелловское» наибольшей урожайности зеленой массы (свыше 103 т/га) и зерна (более 14 т/га) кукурузы соответствовало содержание магния в листьях кукурузы 0,32–0,34 %. Итак, оптимальным уровнем содержания магния в растениях кукурузы, (характерных для гибрида Дельфин) для урожайности зеленой массы выше 60–100 т/га и зерна выше 10–14 т/га можно считать 0,30–0,34 % (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Параметры растительной диагностики магниевого питания кормовых культур на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, %

Уровень обеспеченности магнием	Кукуруза, сорт Дельфин	Яровой рапс, сорт Явар	Ячмень, сорт Стратус
Низкий	<0,24	<0,20	<0,08
Средний	0,24–0,29	0,20–0,24	0,08–0,10
Оптимальный	0,30–0,34	0,25–0,33	0,10–0,17
Высокий	>0,34	>0,33	>0,17

П р и м е ч а н и е. Содержание Mg²⁺ определяли в сухой массе кукурузы в фазе 6–8 листьев, ячменя – 3–5 листьев по ГОСТ 30502–97.

Содержание магния в растениях 0,24–0,29 % является средним, а <0,24 % – низким, где растения нуждаются в проведении некорневой подкормки сульфатом магния. Высоким является содержание магния выше 0,34 %. Аналогичным образом проведено ранжирование показателей содержания магния в растениях ярового рапса и ячменя. Разумеется, что могут быть не только видовые, но и сортовые отличия параметров растительной диагностики [18]. Например, в нашем случае ориентировочное оптимальное содержание Mg в сухой массе растений ярового рапса в стадию

бутонизации составляет $0,29 \pm 0,04$ % с диапазоном 0,25–0,33 %. При такой концентрации магния в растениях прогнозируется наибольшая урожайность семян ярового рапса и достоверная прибавка $0,2 \pm 0,05$ т/га от некорневых подкормок сульфатом магния. W. Weichmann приводит оптимальное содержание магния в сухой массе растений озимого рапса в стадии стеблевания как 0,15–25 % [19].

Влияние на качество продукции. Применение магниевых удобрений не только повышает урожайность зерна, но и улучшает его качество (повышает выполненность и белковость зерна, массу 1000 зерен). Известно, что при обеспечении магнием растения становятся более устойчивыми к полеганию, поражению грибными заболеваниями. Влияние магния на качество зерновых культур отмечается в ряде работ, начиная от ранних публикаций К.П. Магницкого, где установлено увеличение содержания крахмала и сырого протеина в зерне ржи после применения магниевых удобрений на кислых дерново-подзолистых супесчаных почвах [1]. Отмечается повышение содержания сырого протеина и клейковины, а также увеличение массы 1000 зерен пшеницы, ржи и ячменя при применении сульфата магния в полевых экспериментах, проведенных в Украине и в странах Центральной Европы [10, 17].

В нашем опыте установлено небольшое увеличение содержания сырого белка в зерне ячменя (на 0,6–0,9 %), по мере повышения содержания обменного магния в почве – от низкого до оптимального уровня (табл. 3). Если принять во внимание и повышение урожайности зерна, то оптимизация магниевых питания растений позволяет повысить сбор сырого белка с гектара посева ярового ячменя на 20–30 %, или на 100–140 кг/га.

Т а б л и ц а 3. Содержание сырого белка в зерне ячменя и сбор с гектара в зависимости от содержания обменного магния в дерново-подзолистой суглинистой почве и удобрений

Вариант опыта	Сырой белок, %				Сбор белка, кг/га			
	Уровень содержания Mg, мг/кг почвы				Уровень содержания Mg, мг/кг почвы			
	64	94	173	192	64	94	173	192
Контроль	7,9	7,6	8,8	8,8	316	340	419	445
$N_{120}P_{60}K_{120}$ (фон)	9,0	8,9	9,6	9,4	580	610	680	662
Фон + $Mg_{1,5}$	8,8	8,9	9,4	9,2	646	681	693	644
Фон + $S_{60} + Mg_{1,5}$	9,6	9,8	9,9	10,5	706	750	717	735
<i>HCP₀₅ варианты уровни</i>	0,32 0,24							

Влияние обеспеченности почв магнием и удобрений на качество белка по аминокислотному составу зерна ячменя менее заметно. Содержание каждой из семи незаменимых аминокислот в зерне ячменя по вариантам опыта изменяется незначительно. Можно отметить только тенденцию повышения содержания в зерне суммы критических (лизин, метионин, треонин) и суммы всех незаменимых аминокислот при повышении содержания обменного магния в почве в диапазоне Mg 46–90 мг/кг почвы (табл. 4). Внесение полного минерального удобрения также сопровождалось достоверным повышением содержания в зерне суммы критических и суммы незаменимых аминокислот по сравнению с контролем без удобрений только на первых двух уровнях обеспеченности почвы магнием.

Т а б л и ц а 4. Биологическая ценность белка зерна ячменя в зависимости от содержания обменного магния в почве и удобрений, г/кг зерна

Вариант опыта	Содержание критических аминокислот				Содержание незаменимых аминокислот			
	Уровень содержания Mg, мг/кг почвы				Уровень содержания Mg, мг/кг почвы			
	46	90	147	198	46	90	147	198
Контроль	6,7	6,3	6,6	6,7	14,4	12,5	13,8	14,8
$N_{120}P_{60}K_{120}$ (фон)	7,7	8,2	7,2	6,1	17,0	18,2	15,1	12,9
Фон + $Mg_{1,5}$	6,9	7,9	7,1	7,3	15,1	17,9	15,2	15,7
Фон + $S_{60} + Mg_{1,5}$	6,9	8,3	7,2	7,2	15,5	18,4	15,6	15,8
<i>HCP₀₅</i>	0,74				1,80			

Содержание масла и белка в семенах рапса определяет их качество и зависит как от биологических особенностей сорта, так и от условий внешней среды и агротехнических приемов возделывания. Установлено повышение масличности семян ярового рапса от 40,7 до 43,6 % на фоне варианта удобрения по мере увеличения содержания обменного магния в почве от 77 до 203 мг/кг. Содержание сырого протеина в семенах при этом наоборот имело тенденцию к снижению. Достоверное повышение содержания масла (на 1,3 %) получено также за счет некорневых подкормок растений сульфатом магния при содержании обменного магния 77 мг/кг почвы. Отзывчивость растений ярового рапса на некорневые подкормки сульфатом магния в наших опытах была соизмерима с результатами, полученными в Польше и Германии на озимом рапсе [20, 21].

Содержание белка в семенах ярового рапса определяет кормовую ценность шрота и жмыха, которые после отжима масла используются в качестве ценных кормовых компонентов. В наших исследованиях содержание сырого белка в семенах различалось по вариантам опыта от 20,0 до 24,3 % при сборе белка 231–531 кг/га. Внесение минеральных удобрений способствовало повышению белковости семян на всех уровнях содержания обменного магния в почве. Лучшие показатели содержания и сбора белка получены при совместном применении серы и магния на фоне полного минерального удобрения на третьем уровне содержания обменного магния в почве – 24,3 % и 531 кг/га соответственно.

При повышении содержания обменного магния в почве от 71 до 181 мг/кг отмечено увеличение содержания сырого белка на 0,2–0,9 % в зерне кукурузы на удобренных вариантах и на 0,7–1,5 % за счет удобрений по сравнению с контролем без удобрений. При очень высоком содержании магния в почве содержание сырого белка в зерне несколько снижалось. Наибольший сбор белка 1140–1146 кг/га получен на фоне базового удобрения с некорневой подкормкой сульфатом магния на 3-м уровне обеспеченности обменным Mg – 181 мг/кг почвы при соотношении $Ca^{2+} : Mg^{2+} = 3,9$.

Некорневые подкормки ярового рапса сульфатом магния экономически оправданы. В наших опытах с яровым рапсом все дополнительные затраты окупались прибавкой урожайности с чистым доходом с гектара посева в эквиваленте 40–50 долларов США при низком содержании магния в почве (Mg 77–86 мг/кг) и 24 доллара при повышенном содержании Mg – 150 мг/кг почвы [14].

Выводы

1. Проведены специально спланированные модельные полевые опыты по установлению параметров магниевое питания полевых культур. Для этого созданы четыре уровня (блока) обеспеченности дерново-подзолистых легкосуглинистых почв обменными формами Mg (1M KCl) в диапазоне от низкого 46–71 до высокого 243–263 мг/кг почвы при соответствующем эквивалентном соотношении $Ca^{2+} : Mg^{2+}$ от 1,8 до 22,9 и соотношении $K^+ : Mg^{2+}$ от 0,4 до 2,1. Другие агрохимические свойства (pH_{KCl} , содержание гумуса, подвижные формы фосфора и калия) были близки к оптимальным параметрам и сравнительно выровнены по блокам. Созданные уровни отражают типичный диапазон различий по содержанию обменного магния и соотношений катионов $Ca^{2+} : Mg^{2+} : K^+$ в дерново-подзолистых суглинистых почвах Беларуси.

2. Установлены тесные зависимости урожайности полевых культур от уровня обеспеченности дерново-подзолистых легкосуглинистых почв обменным магнием, которые описываются уравнениями параболы второго порядка. Среднегодовая урожайность семян ярового рапса, ячменя, зерна и зеленой массы кукурузы на удобренных вариантах возрастала на 25–29 %, 13–17, 12–13 и 19–23 % соответственно при повышении содержания обменного магния от низкого до оптимального уровня. Этот уровень, специфичный для каждой культуры, находится в диапазоне содержания Mg 140–240 мг/кг почвы, а оптимальное эквивалентное соотношение $Ca^{2+} : Mg^{2+}$ – в пределах 6–4. При дальнейшем повышении содержания магния в почве сверх оптимального уровня и сужении соотношения $Ca^{2+} : Mg^{2+} = < 3,0$ наблюдалось снижение урожайности кукурузы и ячменя на 3–8 %, а снижение урожайности семян ярового рапса достигало 32 %.

3. Установлены количественные параметры почвенной и растительной диагностики магниевое питания исследованных культур, позволяющие прогнозировать эффективность некорневых магниевых подкормок растений. Эффективность некорневых подкормок растений раствором сульфата магния закономерно снижается по мере повышения содержания обменного магния в почве, что подтверждает надежность почвенной диагностики магниевое питания.

4. Получены существенные прибавки урожайности семян рапса – 2,0–3,2 ц/га, зерна ячменя – 3,4–9,5 ц/га и зерна кукурузы – 6,7–7,6 ц/га от некорневых подкормок раствором сульфата магния при низком и среднем содержании обменного магния в почве. Рекомендуется проведение некорневой подкормки ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 4%-ный раствор, Mg 1,5 кг/га) в фазы кушения ячменя, образования 6–8 листьев кукурузы и в фазу бутонизации рапса при недостаточном уровне обеспеченности почвы обменным магнием ($\text{Mg} \leq 140$ мг/кг почвы). При оптимальном и высоком содержании обменного магния применение некорневых магниевых подкормок на посевах ячменя не эффективно или сопровождается снижением урожайности. Аналогичным было и действие серосодержащих удобрений (S 60 кг/га) в форме фосфогипса или сульфата аммония.

5. Оптимизация магниевых питаний растений позволяет повысить масличность семян рапса, содержание сырого белка в зерне кукурузы, увеличить сбор сырого белка с гектара посева ярового ячменя на 20–30 %, или на 100–140 кг/га, и несколько повысить биологическую ценность белка со сбалансированным составом критических и незаменимых аминокислот.

Список использованных источников

1. *Магницкий, К. П.* Магниевые удобрения / К. П. Магницкий. – М.: Колос, 1967. – 200 с.
2. *Кулаковская, Т. Н.* Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т. Н. Кулаковская. – Минск, 1978. – С. 227–232.
3. Магниевые удобрения в интенсивном земледелии: обзор. информ. / В. В. Прокошев [и др.]. – М.: ВНИИТЭИ агропром, 1987. – 51 с.
4. *Аристархов, А. Н.* Агрохимическое обоснование применения магниевых удобрений / А. Н. Аристархов // Плодородие. – 2002. – № 3. – С. 15–17.
5. *Шкляев, Н. И.* Магний в жизни растений / Н. И. Шкляев. – М.: Наука, 1981. – 96 с.
6. Методика крупномасштабного агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь. – Минск, 1992. – 44 с.
7. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2015. – 276 с.
8. Nutritional disorders of plants – development, visual and analytical diagnosis / W. Bergmann [et al.]. – Stuttgart, New York, 1992. – 234 p.
9. *Mercik, S.* Badania nad współdziałaniem potasu z magnezem i wapniem na różnych glebach i pod różnymi roślinami / S. Mercik, J. Goralski // Rośl. glebozn. – 1984. – Т. 35, N 1. – С. 81–96.
10. *Альшевский, Н. Г.* Действие магниевых удобрений на урожай и качество озимой пшеницы / Н. Г. Альшевский, Ю. Г. Дербон // Химия в сельском хозяйстве. – 1982. – № 4. – С. 17–20.
11. *Jokinen, R.* The magnesium status of Finnish mineral soils and the requirement of the magnesium supply / R. Jokinen // Magnesium Bulletin. – 1981. – N 3. – P. 1–5.
12. *Барбер, С. А.* Биологическая доступность питательных веществ в почве. Механистический подход / С. А. Барбер; под ред. Э. Е. Хавкина. – М.: Агропромиздат, 1988. – 376 с.
13. *Богдевич, И. М.* Потребность растений яровой рапса в магнии и сере на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / И. М. Богдевич, О. Л. Мишук // Земляробства і ахова раслін. – 2008. – № 1(56). – С. 8–11.
14. Рекомендации по применению магниевых и серосодержащих удобрений под яровой рапс в зависимости от обеспеченности дерново-подзолистых суглинистых почв магнием / Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2007. – 24 с.
15. Влияние возрастающих уровней обеспеченности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы обменным магнием и удобрений на урожайность и качество зеленой массы кукурузы / О. М. Таврыкина [и др.] // Агрохимия. – 2013. – № 10. – С. 39–45.
16. Методика почвенной и растительной диагностики магниевых питаний растений кукурузы. / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2014. – 28 с.
17. *Chwil, S.* Oddziaływanie magnezu i azotu na cechy jakościowe plonu pszenicy ozimej / S. Chwil // Ann. Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. – Lublin, Polonia, 2009. – Т. 64. – P. 61–66.
18. *Церлинг, В. В.* Диагностика питания сельскохозяйственных культур / В. В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
19. *Weichmann, W.* World fertilizer use manual / W. Weichmann. – IFA, Paris, 1998. – 304 p.
20. *Krauze, A.* The effect of magnesium on yield and crude oil content of winter rapeseed / A. Krauze, T. Bowszyc // Agro-Food-Industry Hi-Tech. – 1996. – March/April. – P. 39–40.
21. *Orlovius, K.* Wyniki badan nad wpływem nawożenia potasen, magnezium i siarką na rośliny oleiste w Niemczech. / K. Orlovius // Zbilansowane nawożenie rzepaku / W. Grzebisz (ed.). – Poznań, Poland, 2000. – P. 299–239.

Поступила в редакцию 11.01.2016

ЭКАНОМІКА

УДК 338.43(476)

В. Г. ГУСАКОВ

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ АПК

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

В статье излагаются основные проблемные вопросы перспективного устойчивого развития национального АПК (совершенствованию ценового механизма, оптимизации процентных ставок по кредитам, наращиванию объемов производства и продаж и др.), даются предложения по их целесообразному решению.

Ключевые слова: ценовой механизм, процентные ставки по кредитам, интенсификация производства, реструктуризация долгов, создание кооперативно-интеграционных структур.

V. G. GUSAKOV

THE MAIN PROBLEMS OF THE PROGRESSIVE DEVELOPMENT OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: agro-vesti@mail.ru

The article deals with the basic issues of the progressive stable development of the national agro-industrial complex (pricing mechanism improvement, optimization of credit interest rates, increase of output and sales volume and others). The proposals on the solution to these issues are stated.

Key words: pricing mechanism, credit interest rates, intensification of production, debt restructuring, creation of cooperative and integrative organizations.

Завершился очередной пятилетний период, в течение которого реализовалась Государственная программа устойчивого развития села на 2011–2015 годы. Время подвести предварительные итоги, реально оценить достигнутое и объективно ответить на вопросы: что удалось и что не удалось. Тем более, надо прямо сказать – проблем накопилось много, отдельные из них приобрели затяжной характер. Самостоятельно их решить в АПК уже не удастся, а откладывать также нельзя, поскольку промедление делает проблемы системными, что откровенно парализует деятельность субъектов хозяйствования.

В числе основных достижений следует прежде всего подчеркнуть, что в стране достигнуто устойчивое обеспечение всех имеющихся потребностей в сельскохозяйственном сырье и готовом продовольствии (населения, спецпотребителей, перерабатывающих и торговых предприятий, государственных запасов, экспортных фондов и др.). Установилось равновесие спроса и предложения по основным продуктам, стабилизировалось внутреннее потребление, а также соотношение экспорта-импорта. Сформировалась база для долгосрочного взаимодействия между отраслями производства (продукции), сбыта и снабжения (ресурсами). Поддерживается необходимое качество, обеспечивается доступность продовольствия различным слоям населения и его безопасность.

Агропродовольственный рынок Беларуси приобрел черты самодостаточности и рыночной регулятивности: прежде чем производить, товаропроизводители тщательно анализируют возможности внутреннего и внешнего сбыта, изучают конъюнктуру и потенциальную эффективность.

Продовольственная безопасность и независимость стали критериями оценки развития национального АПК и целями государственной аграрной политики. Такое состояние продоволь-

ственного снабжения стало возможным впервые за весьма продолжительное время (почти сто лет научных наблюдений). Это позволяет оценить современный этап развития Беларуси как наиболее благоприятный с экономической точки зрения за всю историю ее существования.

Особенно бурную динамику АПК Беларуси приобрел в ходе реализации Государственной программы возрождения и развития села на 2005–2010 годы. Разработка программы была инициирована Главой государства, который не только определил заложенные в нее параметры, но и лично постоянно контролировал ход ее реализации. За неисполнение установленных показателей предусматривалась строгая ответственность. Благодаря комплексу заложенных в программу мероприятий за сравнительно короткий отрезок времени (всего 6 лет) Беларусь смогла не только восстановить падение агропромышленного производства, которое произошло в первое десятилетие независимого существования республики, и достичь целевых порогов продовольственной безопасности, но и воссоздать масштабную социальную инфраструктуру (построено около 1500 агрогородков, насыщенных необходимыми социальными объектами), сформировать экспортные фонды, создать мощный производственный потенциал для будущего устойчивого функционирования национального АПК. Это беспрецедентные масштабы, которых ранее Беларусь не знала. И они, конечно, дали свои результаты. Даже сейчас, когда сельское хозяйство оказалось уже в других условиях, не во всем благоприятных, продолжает положительно сказываться заложенный Программой возрождения и развития села потенциал.

По истечении Программы возрождения и развития была принята, как известно, Государственная программа устойчивого развития села на 2011–2015 годы, которая предполагалась как продолжение предыдущей программы. Заложенные производственные показатели действительно давали надежду на продолжение быстрой динамики роста. Но, к сожалению, объемные показатели производства не были подтверждены соответствующими размерами поставки сельскому хозяйству ресурсов и особенно финансового обеспечения, в том числе финансово-кредитного обслуживания. Реализация программы перестала жестко контролироваться, основная ответственность за ее результаты возложена на Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, которое не располагает полными полномочиями спрашивать конкретных исполнителей за итоги хозяйствования. Анализ показывает, что Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь вообще в последнее время утратило функции прямого управления субъектами хозяйствования, вся власть сейчас принадлежит областным (местным) исполнительным комитетам. Если раньше, согласно Программе возрождения и развития села, каждое министерство и ведомство страны было вовлечено в выполнение программных требований (согласно своей компетенции), то по новой программе ответственность не предусмотрена. АПК, оставаясь формально приоритетом, фактически перестал финансироваться и обеспечиваться ресурсами. Образовался сильный непаритет межотраслевого товарообмена между АПК и другими отраслями не в пользу аграрного комплекса, что стало поглощать основные доходы сельхозтоваропроизводителей. Положение усугубила мировая экономическая рецессия, повлекшая спад экспорта, снижение продажных цен, падение прибылей и удорожание кредитных ресурсов. Сельское хозяйство республики оказалось в очень сложном финансово-экономическом положении, как следствие, требуется неотложный поиск эффективных решений.

Таким образом, к 2016 г. образовался ряд проблем, которые стали сдерживать развитие не только АПК, но и экономики страны. Попытаемся, насколько это возможно в пределах одной научной статьи, охарактеризовать основные трудности и предложить некоторые меры по их преодолению.

Конечно, главное теперь – обеспечить дальнейшее наращивание объемов производства, рост продуктивности отраслей растениеводства и животноводства, устойчивое повышение производительности труда, рост внутренних и внешних продаж продовольствия, получение необходимых размеров выручки и прибыли, обеспечение требуемой конкурентоспособности АПК, создание благоприятных условий для роста инвестиций и инновационного развития агропромышленного производства. Это тот перечень задач, решение которых призвано придать национальному

АПК необходимые темпы и динамику. Конечно, не все они являются равнозначными. Отсюда важно выстроить последовательность их определения.

Безусловно, почти все исследователи однозначно подтверждают, что главной из совокупности образовавшихся стала проблема текущей неплатежеспособности сельскохозяйственных предприятий. То есть сельхозтоваропроизводители не имеют возможности сформировать собственные финансовые ресурсы в достаточном объеме для того, чтобы обеспечить различные расходы на ведение хозяйственной деятельности (приобретение горючего, удобрений, средств защиты растений, ветпрепаратов и др.). Фактические потребности и расходы у многих предприятий выше совокупных текущих доходов от реализации сельскохозяйственной продукции. В силу этого, с одной стороны, сокращаются объемы приобретения необходимых ресурсов, что ведет к нарушению научно обоснованных технологий, а с другой – накапливаются долги и неплатежи под поставленные средства производства. Так, за последние годы товаропроизводители не имели возможности обеспечить расширенное воспроизводство почвенного плодородия (из-за того, что не смогли вносить достаточное количество минеральных и органических удобрений), рост продуктивности животноводства (в силу недостаточности кормовой базы), соблюдение основных технологических режимов производства (по причине недостаточности материально-технической базы) и др. Наряду с этим в большом числе предприятий происходило быстрое наращивание долгов и неплатежей, в первую очередь обязательств по банковским кредитам (в силу не только недостаточности поступлений от реализации продукции, но и недопустимой для сельского хозяйства дороговизны банковских заемных средств, процентные ставки по которым имели выраженный и не соответствующий возможностям реального сектора экономики коммерческий характер). Все это в совокупности поставило сельское хозяйство в исключительно сложное положение, исходя из чего необходимы неотложные меры по кардинальному решению создавшихся противоречий.

Бесспорно, требуется ряд принципиальных решений и новейших механизмов, которые не только бы способствовали оздоровлению текущей ситуации, но и давали бы возможность устойчивого функционирования на длительную перспективу. В числе первоочередных мер по комплексной санации сельскохозяйственного производства следует назвать следующие.

1. Совершенствование ценового механизма на продукцию сельского хозяйства и готовое продовольствие. Так, цены не только должны покрывать нормативно-технические затраты на производство продукции, но и обеспечивать необходимые доходы, размеры прибыли и рентабельность производства (естественно, при нормативных затратах материально-технических средств и исключении бесхозяйственности). Также цены должны предусматривать межотраслевую динамику изменения стоимости основных производственных ресурсов и услуг, а следовательно, основываться на принципе эквивалентности межотраслевого товарообмена.

Известно, что цены – это главный стимулирующий (или дестимулирующий) рычаг любого производства. Если цены обеспечивают получение целевой прибыли, то предприятие будет устойчиво развиваться и расширяться, если же цены не формируют доходы и не покрывают затраты, то производство будет затухать и самоликвидироваться. Это экономическая аксиома и ничего другого взамен не дано. Есть лишь один выход при несовершенстве ценового механизма – временная компенсация необеспеченных затрат за счет централизованных или бюджетных средств (если, предположим, производство является жизненно важным для общества). Но во всех случаях без исключения надо стремиться к тому, чтобы закупочные, реализационные, сбытовые, торговые и розничные цены покрывали объективно необходимые затраты на производство и давали возможность формировать прибыль для последующего расширенного воспроизводства, обеспечения целевых инвестиций (в модернизацию и обновление техники и технологий), роста экономического стимулирования труда и производства.

2. Оптимизация процентных ставок по кредитам банков для сельского хозяйства. Это весьма важный фактор развития производства. Специфика сельского хозяйства в том, что товаропроизводители должны пользоваться систематически заемными средствами. Отрасль растениеводства имеет сезонный характер, урожай собирается раз в год, а в остальное время необходимо создавать производственный потенциал.

Даже в животноводстве большой удельный вес составляет незавершенное производство, что требует крупных текущих инвестиций с расчетом их будущей окупаемости. Только абсолютно небольшое число предприятий имеет собственные денежные оборотные средства под текущие расходы, и это, как правило, агрофирмы и агрокомбинаты, т. е. интегрированные структуры, которые смогли наладить полный цикл переработки сельскохозяйственного сырья в качественные конечные продовольственные товары с высокой добавленной стоимостью. Но таких интегрированных агропромышленных предприятий не много, так как далеко не все могут создавать автономный завершённый цикл агропромышленного производства при том, что есть сеть крупных централизованных перерабатывающих предприятий, которым необходимы поставки сырья, получаемого в массе типичных сельскохозяйственных предприятий.

Поэтому практически все категории хозяйств вынуждены пользоваться кредитами банков, особенно в периоды между получением основных объемов продукции, в том числе для осуществления крупных инвестиций в создание и обновление производственной базы (техники, ферм, комплексов и др.). Но сложившаяся в последние годы система банковского кредитования АПК является абсолютно неприемлемой. Банковские кредиты являются не только недоступными по размеру процентных ставок, но и разорительными. Поэтому ряд предприятий пытается их избежать и, соответственно, не обеспечивает своевременное воспроизводство производственного потенциала; другая группа хозяйств если и привлекает кредиты, то тут же попадает в сильную зависимость от банков. Неплатежи нарастают снежным комом и парализуют все производство. Все это вместе говорит о том, что для сельского хозяйства, как отрасли, дающей важнейший жизненный ресурс – продовольствие, должна действовать абсолютно льготная система банковского кредитования. Так, как это принято во всем мире. Например, в ряде стран процентные ставки по кредитам для сельского хозяйства не превышают 2–4 %, а часто являются и нулевыми. Разница между коммерческими и льготными процентами возмещается банкам за счет государства. Это справедливо, и такая практика должна быть признана в Беларуси.

3. *Наращивание объемов производства и продаж продукции, или акцент на интенсификацию сельскохозяйственного производства.* Важность и неотвратимость данного фактора в том, что для устойчивого роста эффективности агропромышленного производства, прежде всего для формирования необходимых объемов выручки от продаж продукции и массы прибыли для ведения расширенного воспроизводства, необходимы соответствующие объемы (уровни) производства сельскохозяйственной продукции и размеры ее продаж. В противном случае, при всех прочих благоприятных условиях, повысить эффективность сельского хозяйства будет невозможно. То, что и наблюдается в настоящее время.

Изучение показывает, что достигнутые объемы производства и продаж в большинстве сельскохозяйственных предприятий не позволяют сформировать необходимую массу доходов и прибыли от непосредственно сельскохозяйственной деятельности и покрыть все обязательные статьи затрат для ведения производства. Во многих предприятиях, абсолютно очевидно, не хватает объемов не только для реализации стратегических планов развития и крупных собственных инвестиций, но и для обеспечения самых неотложных издержек – приобретения удобрений, горюче-смазочных материалов, запасных частей и других оборотных средств, включая выплату заработной платы. Если это так, то никакие другие источники, в том числе государственные централизованные субсидии и кредиты банков, не позволят добиться устойчивого функционирования АПК. Как видим, вопросы устойчивости и стабилизации экономики абсолютного большинства агропромышленных предприятий сводятся непосредственно к самой хозяйственной деятельности этих предприятий и особенно к необходимости интенсификации производства.

Комплексный анализ подтверждает, что в целом для стратегически стабильного ведения АПК за счет собственной деятельности, т. е. на основе механизмов самоокупаемости и самофинансирования, объемы производства и продаж агропромышленной продукции надо увеличивать примерно в 1,8–2,0 раза (по отношению к современному состоянию). Следовательно, без последовательной интенсификации сельскохозяйственного производства и задействования всех без исключения факторов интенсификации нельзя обеспечить переход на самоокупаемость и самофинансирование.

4. Списание накопленных безнадежных долгов (по различным статьям). Надо сразу сказать, что это крайняя мера оздоровления, которая может быть реализована только в том случае, если полностью исчерпают себя все другие меры и механизмы. Тем не менее, в практике сельского хозяйства, за всю историю изучения, она имела место. По крайней мере в XX веке долги крупных сельскохозяйственных предприятий списывались несколько раз: в 50-е годы при реорганизации машинно-тракторных станций (МТС), в 1965 г. – в связи с решением специального Мартовского Пленума ЦК КПСС по сельскому хозяйству, в начале 80-х годов – с принятием новой Продовольственной программы и т.п.

Известна специфика сельского хозяйства, когда, например, продукция формируется сезонно, а затраты непрерывно; закупочные цены на сельскохозяйственную продукцию не всегда отражают реальную стоимость ее производства и, как правило, являются недостаточными для создания условий расширенного воспроизводства; государство в централизованном порядке доводит задания на производство для поддержания продовольственной стабильности без учета реальных возможностей хозяйств; у предприятий путем централизованных продаж изымается иногда не только прибавочный продукт, но и необходимый для обеспечения саморазвития, и они вынуждены для нового производства задействовать и накапливать заемные средства и др. Надо подчеркнуть, что названные причины имели место все последние годы, как следствие, наблюдался быстрый рост неплатежей. Анализ показывает, что по меньшей мере 50 % всей задолженности предприятий образовалось не по вине слабой организации самого сельского хозяйства, а в связи с недостатками и противоречиями в экономической политике государства (общесистемный кризис, непаритет цен и межотраслевого товарообмена, слабость системы хозяйственного управления и др.). Поэтому пришло время коренным образом реструктуризировать долги. Конечно, это должен быть очень взвешенный акт. Реструктуризации должны подлежать только те долги, которые образовались не по вине непосредственно сельскохозяйственных предприятий. Для этого требуется тщательный анализ, иначе можно еще более усилить допущенное в последнее время всепрощенчество и иждивение со стороны сельскохозяйственных предприятий.

Но акт этот неизбежен. Пролонгирование имеющейся кризисной ситуации лишь обостряет и углубляет образовавшиеся проблемы. Многие десятки и сотни предприятий просто не в состоянии сейчас вести хотя бы какую-то самостоятельную хозяйственную деятельность без помощи государства. Значит, по сути, эта помощь оказывается, но она не превращается в крупное одномоментное решение, которое позволит «расчистить» долги и дать возможность предприятиям вести нормальную производственно-экономическую деятельность.

Изучение показывает, что в настоящее время другого кардинального решения просто не просматривается. Поэтому, несмотря на всю нежелательность такого действия (с точки зрения экономики страны, поскольку это должно быть осуществлено за счет ресурсов государства), другого механизма в нынешних условиях не существует. Списание невозвратных и безнадежных долгов сельскохозяйственных предприятий должно стать стратегическим оздоровительным мероприятием, которое позволит последовательно реализовать и все другие факторы роста объемов производства и повышения эффективности АПК.

5. Создание кооперативно-интеграционных структур. Это является крупнейшим фактором подъема экономики и обеспечения роста эффективности производства. Фактор кооперации и интеграции субъектов хозяйствования предполагает консолидацию и концентрацию всех видов ресурсов: трудовых, материальных, технических, земельных, финансовых и др., их сосредоточение на приоритетных направлениях (участках) хозяйствования и получение дополнительного дохода (продукции, выручки, прибыли) в виде синергического эффекта.

Сейчас, когда резко обострились условия товарной конкуренции и намного повысились требования к качеству и безопасности сельскохозяйственной продукции, лишь объединение усилий разных групп товаропроизводителей (поставщиков, сбытовиков, переработчиков) может дать целевые результаты. Вместе с тем это также незаменимый механизм выживаемости и стабильности развития самих товаропроизводителей и контрагентов рынка всех категорий. Разрозненным товаропроизводителям в условиях жесткой рыночной конъюнктуры и недостаточности финан-

совых ресурсов и инвестиций выживать, а тем более эффективно хозяйствовать практически невозможно. Об этом свидетельствует как отечественный, так и зарубежный опыт. Не случайно в последнее время в мире очень бурно стали распространяться именно крупные интегрированные компании и корпорации, которые за счет масштабов производства и сбыта, а также возможности концентрации ресурсов получают дополнительные конкурентные преимущества и беспрепятственно доминируют (читай, подавляют мелких и разрозненных поставщиков) на потребительском рынке.

Пришло время для создания аналогичных компаний и корпораций в Беларуси. Также кооперативно-интеграционные структуры могут быть как «чисто» национального склада, так и с участием зарубежных инвесторов. Конечно, формы и типы кооперативно-интеграционных структур могут уточняться в ходе их создания. Но безусловно одно, это должны быть крупные объединения, интегрирующие заинтересованные субъекты как по вертикали, так и по горизонтали и создаваться по продуктовому принципу, причем не следует создавать много конкурирующих республиканских компаний по одному и тому же продукту, иначе они будут сбивать цены друг у друга на внешних рынках. В стране целесообразно иметь примерно по одной-двум компаниям по каждому основному продукту: молочная, мясная, зерновая, картофельная, льняная и др.

Исследования подтверждают, только так можно удержать отечественный внутренний рынок от массового притока импортного продовольствия, продвинуться на внешние рынки, обеспечить требуемую доходность сельского хозяйства и устойчивость расширенного воспроизводства процесса производства.

Таким образом, сельское хозяйство Беларуси стоит перед необходимостью принятия стратегических (судьбоносных) решений. От их кардинальности будет зависеть все последующее развитие аграрного комплекса страны: или оно восстановит устойчивые темпы роста на основе самофинансирования, или будет находиться на сплошном попечительстве государства. Сказанное имеет важное значение и в связи с тем, что разрабатываемая ныне государственная программа на новую пятилетку должна содержать конкретные стратегии и соответствующие им показатели производственного и экономического развития.

Поступила в редакцию 12.01.2016

УДК 338.43.021.8

А. С. СКАКУН

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ БЕЛАРУСИ

Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: agrecinst@mail.belpak.by

В статье рассмотрены основные деструктивные и стабилизационные факторы, дана оценка производственно-экономическим условиям функционирования отраслей сельского хозяйства, показана результативность реформ организационно-правового устройства субъектов хозяйствования на селе, определены основные направления инновационной и инвестиционной деятельности, влияющие на эффективность производства сельскохозяйственных организаций и предприятий АПК.

Ключевые слова: состояние, оценка, производственно-экономические условия, направления, инвестиции, инновации, деятельность, эффективность, производство, сельское хозяйство, организации, предприятия, агропромышленный комплекс.

A. S. SKAKUN

CURRENT SITUATION AND TRANSFORMING PROCESSES IN THE AGRICULTURE OF BELARUS

The Institute of System Research in Agro-industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: agrecinst@mail.belpak.by

The paper considers the main destructive and stabilizing factors, and estimation of production and economic conditions applied to functioning of branches of agriculture is given. The author reveals the effectiveness of reforming of organizational and legal structure concerning business entities in rural areas, the main directions of innovation and investment activities affecting the efficiency of agricultural organizations and agricultural enterprises are identified as well.

Keywords: state, estimation, production and economic conditions, directions, investments, innovations, activity, efficiency, manufacture, agriculture, organizations, enterprises, agricultural sector.

Развитие сельского хозяйства агропромышленного комплекса страны в последние годы сопровождается накоплением целого ряда экономических проблем и противоречий. Практические шаги по обеспечению социально-экономической устойчивости сельского хозяйства предполагают четкое определение современных внешних и внутренних факторов, которые оказывают деструктивное и стабилизационное влияние на развитие сельскохозяйственных организаций и предприятий АПК (табл. 1).

В самом общем виде факторы, влияющие на формирование эффективности производства предприятий агропромышленного комплекса, могут быть классифицированы на внутренние и внешние. Наиболее деструктивными являются внешние факторы.

К главным из них относятся следующие:

недостаточность правовой базы регулирования экономических отношений и эффективного механизма реализации законов;

неразвитость институтов гражданского общества, непоследовательность проводимых преобразований и сохранение за государственными органами управления большого числа прямых регуляторов без соответствующего механизма ответственности и контроля за их применением;

низкая конкурентоспособность аграрной экономики, вызванная отсталостью технологической базы большинства отраслей, высокой энергоемкостью и ресурсоемкостью, высокими издержками производства;

Т а б л и ц а 1. Классификация факторов, влияющих на формирование эффективности производства предприятий АПК

Факторы	
деструктивные	стабилизационные
Внешние факторы	
Меняющаяся нормативно-правовая база, регламентирующая организационно-экономическую деятельность субъектов хозяйствования	Совершенствование нормативно-правовой базы деятельности предприятий, адаптированной к условиям социально ориентированной экономической системы хозяйствования в АПК
Неэффективность существующего механизма ценообразования. Непаритет цен на с.-х. сырье, средства производства, услуги, потребляемые в аграрной сфере, и готовую продукцию	Совершенствование механизма ценообразования и создание паритетной системы цен на сырье и товары, потребляемые в процессе производства предприятиями АПК
Низкая эффективность кредитно-денежной, налоговой, таможенной политики	Совершенствование кредитных, налоговых и таможенных условий ведения бизнеса в АПК. Усиление интеграционных процессов между с.-х. организациями, перерабатывающими предприятиями и организациями рыночной инфраструктуры
Невысокий уровень совокупного платежеспособного спроса населения Несоответствие между темпами роста цен на товары (услуги) и доходами населения	Создание условий для получения достаточных доходов, направленных на повышение качества жизни населения по важнейшим его компонентам, в первую очередь потребления экологически чистых продуктов
Низкий уровень развития логистической инфраструктуры и торгово-рыночных комплексов	Формирование прогрессивных каналов товародвижения, развитие эффективной инфраструктуры товарных рынков
Внутренние факторы	
Моральный и физический износ действующего оборудования	Освоение инновационных технологий, модернизация производства предприятиями АПК
Уровень инноваций в производственном процессе, хранении сырья и реализации продукции	Развитие агросервисных услуг по хранению, доставке сырья и сбыту готовой продукции
Недостаточность использования методов стратегического планирования и прогнозирования развития предприятий	Развитие бизнес-планирования и освоение бизнес-проектов субъектами хозяйствования
Низкий уровень конкурентоспособности отечественной продукции на внутреннем и внешнем рынках	Рациональное использование производственного потенциала предприятия, направленного на повышение качества сырья и готовой продукции

падение инвестиционной активности;

ухудшение состояния научно-технического обеспечения АПК и «утечка специалистов из села». Особенно опасным представляется разрушение потенциала науки, что может привести к ситуации, при которой практика лишится и без того маломощной научной поддержки;

тяжелое финансовое состояние системы, нарушение платежных отношений, сбои в работе предприятий вследствие хронического дефицита оборотных средств;

неэффективность приватизации, недостаточная степень свободы предпринимательства на селе [1].

Влияние негативных факторов сказалось на результативности производственно-хозяйственной деятельности товаропроизводителей сельских территорий. Так, в 2015 г. наблюдалось снижение объемов производства сельскохозяйственной продукции. В хозяйствах всех категорий произведено продукции сельского хозяйства 96,1 % к соответствующему периоду 2014 г., в том числе в сельскохозяйственных организациях – 96,9 %. Сокращение объемов производства обусловлено недобором основных видов продукции растениеводства: зерна – на 6 %, сахарной свеклы – 20,5, рапса – 47, картофеля – 9,4, овощей – 9 и кормов – 13 %.

Несмотря на то что в животноводстве обеспечена положительная динамика, темп роста животноводческой продукции в общественном секторе составил 106,6 %. Прирост объемов производства обеспечен за счет увеличения производства (выращивания) птицы на 8,8 %, крупного рогатого скота – 4,7, свиней – 7,7, молока – 6,8, яиц – 1,4 %. Однако падение экспортных цен на основные виды мясо-молочной продукции негативно отразилось на экономике перерабатывающих предприятий,

что не позволило в условиях ограниченности ресурсов повысить закупочные цены на животноводческую продукцию (цены на молоко сохранились на уровне 2014 г., на КРС – 2012 г.).

В целом по сельскому хозяйству отмечается ухудшение большинства финансово-экономических показателей (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Основные финансовые показатели деятельности сельскохозяйственных организаций системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 2013–2015 гг.

Показатель	2013 г.	2014 г.		2015 г. (9 мес)	2015 к 2014 г. (9 мес), %
		за год	за 9 мес		
Количество организаций	1093	1044	1044	1039	–
Выручка от реализации продукции, товаров, работ, услуг, млрд руб.	45974,5 (42,1)	53210,5 (50,9)	39450,9 (37,8)	42088,7 (40,5)	106,7 (107,1)
Себестоимость реализованной продукции, товаров, работ, услуг, млрд руб.	40958,1	46514,5	33771,1	37551,6	111,2
Прибыль от реализации продукции, товаров, работ, услуг, млрд руб.	1949,3 (1,8)	3318,6 (3,2)	3193,9 (3,0)	1832,9 (1,8)	57,4 (60,0)
Чистая прибыль, млрд руб.	3135,6 (2,9)	4056,2 (3,9)	4023,5 (3,8)	2283,9 (2,2)	56,8 (57,9)
Рентабельность, %:					
продаж	3,81	5,57	7,27	3,91	–3,36 п.п.
по конечному финансовому результату	7,1	8,1	–	4,3	–
без учета государственной поддержки	–2,9	–1,2	–	–	–
Количество с.-х. организаций, получивших прибыль по конечному финансовому результату	944	934	968	865	89,4
Сумма полученной прибыли по конечному финансовому результату, млрд руб.	3911,6 (4,1)	5287,0 (5,7)	4508,3 (4,7)	3227,6 (3,7)	71,6 (78,7)
Количество с.-х. организаций, получивших убыток по конечному финансовому результату	99	110	68	172	252,9
Сумма полученного убытка по конечному финансовому результату, млрд руб.	777,9 (7,9)	1230,7 (11,2)	484,8 (7,1)	943,7 (5,5)	194,7 (77,5)

П р и м е ч а н и я:

1. Таблица составлена по данным сводных отчетов сельскохозяйственных организаций системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь за 2013–2015 гг. То же для табл. 3–4.
2. В скобках указан показатель в расчете на одно хозяйство.

Анализ экономических показателей в АПК за 2014 г. показывает, что сумма прибыли от реализации уменьшилась на 41,7 % в условиях, когда объем выручки увеличился на 8,2 %, а себестоимость реализованной продукции – на 12,5 %. В результате рентабельность реализации, продаж и по конечному финансовому результату (с учетом государственной поддержки) хотя и положительная, но снизилась в январе–сентябре 2015 г. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года на 4,0; 3,2 и 4,4 п.п. соответственно, а рентабельность без учета господдержки, снизившись на 3,5 п.п., приняла в 2015 г. отрицательное значение, характеризуя убыточность в целом по отрасли. Количество убыточных организаций за год выросло в 2,4 раза (без учета господдержки – на 25,3 %, или на 199 ед.), а удельный вес убыточных хозяйств в общем их количестве – на 9,3 п.п. (в том числе без учета господдержки – на 13,7 п.п.). И если с учетом господдержки сумма чистого убытка в расчете на одну убыточную организацию снизилась, то без господдержки – увеличилась [2].

Примерно такая же ситуация сложилась в январе–сентябре 2015 г. в сельскохозяйственных организациях системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, где при превышении прироста себестоимости реализованной продукции, товаров, работ, услуг (+11,2 %) над приростом выручки от реализации (+6,7 %) по сравнению с аналогичным периодом 2014 г. величина прибыли уменьшилась на 42,6 %, в том числе в расчете на одно хозяйство – на 40 %, а сумма чистой прибыли снизилась на 43,2 и 42,1 % соответственно. Рентабельность продаж сократилась на 3,36 п.п. Количество прибыльных по конечному финансовому результату хозяйств уменьшилось на 103 ед., или на 10,6 % (общая сумма полученной прибыли – на 28,4 %), тогда как количество убыточных сельскохозяйственных организаций увеличилось на 104, или более чем в 2,5 раза, а общая сумма убытков – почти в 2 раза.

В целом по АПК общая величина суммарной задолженности по состоянию на 1 октября 2015 г. более чем в 1,5 раза превысила сумму выручки от реализации за январь–сентябрь 2015 г. При этом 52,1 % в общей суммарной задолженности составляет кредиторская задолженность, из которой 25,9 % – просроченная. Задолженность по кредитам и займам занимает в структуре суммарной задолженности 47,9 %.

В сельскохозяйственных организациях системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь общая сумма задолженности по состоянию на 1 октября 2015 г. в два раза превысила сумму выручки от реализации, полученную за 9 месяцев 2015 г. В структуре суммарной задолженности сельскохозяйственных организаций Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь на 1 октября 2015 г. кредиторская задолженность составляет 56,7 %, задолженность по кредитам и займам – 43,3 % (табл. 3).

Рост кредиторской задолженности и задолженности по кредитам и займам сельскохозяйственных организаций обуславливает существенное удорожание продукции растениеводства и животноводства, что все более отрицательно сказывается на конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей на мировом агропродовольственном рынке.

Т а б л и ц а 3. Динамика задолженности сельхозорганизаций системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 2013–2015 гг., млрд руб.

Показатель	2013 г.	2014 г.	2015 г. (на 1 октября)
Задолженность сельского хозяйства (всего)	64936,9	73896,0	85590,0
В том числе:			
кредиторская задолженность	33007,4	38693,8	48549,0
задолженность по кредитам и займам	31929,5	35202,2	37041,0
Дебиторская задолженность	4277,5	5519,4	6798,0,0

При этом основные коэффициенты, характеризующие финансовую устойчивость и платежеспособность, в сельскохозяйственных организациях Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь находятся в пределах нормативных значений (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Коэффициенты, характеризующие финансовую устойчивость и платежеспособность сельскохозяйственных организаций системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 2014–2015 гг.

Коэффициент	Нормативное значение	2014 г.		2015 г. (за 9 месяцев)	
		на начало года	на конец года	на начало года	на конец периода
Обеспеченность собственными оборотными средствами	Не менее 0,2	0,26	0,24	0,24	0,25
Текущая ликвидность	< 1,5	1,35	1,31	1,32	1,34
Обеспеченность финансовыми обязательствами (активами)	Не более 0,85	0,43	0,45	0,45	0,47
Абсолютная ликвидность	Не менее 0,2	0,02	0,02	0,02	0,02

Кроме того, следует отметить дефицит у сельскохозяйственных производителей собственных инновационно-инвестиционных ресурсов, необходимых для своевременного обновления на качественно новой основе и в должном объеме основных и оборотных фондов, вследствие чего наблюдается их технико-технологическое отставание от мирового уровня.

Наметившееся в последние годы падение платежеспособности и эффективности работы сельскохозяйственных организаций обусловлено рядом причин, немаловажное значение среди которых имеет соотношение себестоимости производства и цены реализации.

В настоящее время себестоимость производства в стране превышает среднемировые цены реализации, что делает продукцию нерентабельной и неконкурентной. Отрицательным моментом, как показывает проведенный анализ, является негативная тенденция снижения в общей

структуре затрат удельного веса статьи «удобрения и средства защиты растений», которая является, по нашему мнению, определяющей в наращивании интенсификации производства. Так, в среднем по стране относительно 2012 г. удельный вес данных затрат при возделывании зерновых снизился в 2014 г. на 4 п.п., на картофеле – на 1,8 п.п., на сахарной свекле возрос на 1,8 п.п. И как результат, в январе–сентябре 2015 г. в хозяйствах всех категорий в целом по сельскому хозяйству производство продукции в текущих ценах составило 101,5 трлн руб., т. е. уменьшилось по сравнению с январем–сентябром 2014 г. в сопоставимых ценах на 3,1 %.

С начала 90-х годов XX века в республике осуществляется поиск модели организационно-правового устройства АПК, форм хозяйствования, собственности, управления и др. Можно подвести некоторые итоги и результативность реформ (табл. 5).

Т а б л и ц а 5. Аграрные реформы и их результативность в АПК

Содержание реформы	Результативность реформы
<i>I этап (1993–1998 гг.)</i>	
Создание законодательной базы формирования широкого круга участников акционерного капитала на принципах социальной справедливости путем наделения работников предприятий, граждан республики безвозмездной долей государственной собственности (имущественной квотой) и льготной продажи акций	Данный этап имел чистый декларативный характер. Однако на практике под давлением органов государственного управления была внедрена модель массового преобразования совхозов в колхозы, закрепив законодательно решения областных советов, что имущество колхозов находится под защитой государства. Были приняты уникальные правила интеграции с.-х. организаций в процессе преобразования в хозяйственные общества с выделением не менее 40 % акций с рассрочкой платежей начиная с 2000 г. сроком на 7 лет по номинальной стоимости. Эти правила и нормы в последующем были блокированы органами государственного управления
<i>II этап (1998–2010 гг.)</i>	
Переход к денежной приватизации в сочетании с безвозмездной приватизацией, ограничение участия в этом процессе работников предприятий, граждан республики	Данный этап характеризуется отстранением сельскохозяйственных организаций от участия в управлении ОАО, созданных на базе перерабатывающих предприятий, распределением дохода от реализации конечной продукции, возврата неоплаченных акций. Для данного этапа разгосударствления и приватизации (как, впрочем, и последующего) характерно отсутствие гласности, публичности в вопросах отчуждения государственного имущества и т.д.
<i>III этап (2011–2015 гг.)</i>	
Ликвидация обмена акций акционерных обществ, создаваемых в процессе преобразования государственных унитарных предприятий на чеки «Имущество», отменена льготной продажи акций работникам предприятий по цене на 20 % ниже номинальной стоимости. Введен институт преимущественного права государства на приобретение акций миноритарных акционеров (физических лиц)	В процессе разгосударствления и приватизации в республике, с точки зрения стратегии формирования рыночной экономики, обозначилось возникновение форм хозяйствования, предусматривающих устранение работников предприятий от участия в управлении и распределении доходов, усиление государственного влияния на рыночное поведение субъектов хозяйствования, передача государственных активов в собственность ограниченному кругу лиц. Как результат, долг государства перед «народом» за выданные и невостребованные ИПЧ «Имущество» по номинальной стоимости составляет почти 800 млрд руб.

В результате по состоянию на 01.01.2014 г. производством сельскохозяйственной продукции в республике, включая фермерские хозяйства, занимаются около 4 тыс. субъектов хозяйствования, из которых 3500 находятся в управлении Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. По сравнению с 2001 г. количество крупных сельскохозяйственных организаций сократилось в 2 раза, ГУП – более чем в 2 раза, СПК – в 5 раз и т.д. Наметилась устойчивая тенденция увеличения численности хозяйственных обществ. Однако сравнительная оценка эффективности функционирования сложившихся форм хозяйствования в системе Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь на данном этапе не позволяет утверждать об эффективности той или иной организационно-правовой формы [1].

В настоящее время ощущается острая необходимость поиска и реализации организационно-управленческого и экономических механизмов устойчивости развития агропромышленного комплекса. Одним из основных условий, позволяющих вести расширенное воспроизводство, обновлять материально-техническую базу и внедрять инновационные технологии, является нали-

чие и уровень прибыли организации, поскольку лишь собственные средства предприятия, формируемые из прибыли, обеспечивают стратегическую и тактическую устойчивость.

Наибольший объем получается в сельскохозяйственных организациях за счет реализации продукции в счет закупок для государственных нужд, состав которых определяется на основе прогноза социально-экономического развития страны. Основой для расчетов за продукцию села выступают закупочные цены, которые устанавливаются и периодически пересматриваются соответствующими постановлениями Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. В то же время уровень цен, измеряемый в национальной валюте, изменяется незначительно. В долларовом эквиваленте, по причине обесценивания белорусского рубля, он характеризуется отрицательной тенденцией. А в результате того, что энергоресурсы страна импортирует по ценам, складывающимся на мировом рынке, то действующая система ценообразования ставит отечественных товаропроизводителей в невыгодное положение и подрывает экономику АПК. Например, реализация отечественными товаропроизводителями молока сорта «экстра» в декабре 2013 г. осуществлялась по цене 423 долл/т, в то время как в ЕС средняя цена на молоко всех сортов достигала 544 долл/т, в Литве она составляла 494 долл/т, а в Польше – 497 долл/т. Другим примером может служить Российская Федерация, где по состоянию на 01.01.2014 г. дизельное топливо было дешевле на 4,4 % по сравнению с Беларусью, а средняя цена реализации молока там превысила 570 долл/т [3].

В связи с этим для повышения эффективности производства необходимо включить рыночные основы ценообразования с переходом к свободным ценам. Масштабы вмешательства государства должны быть ограничены механизмом закупочных и товарных интервенций в сочетании с практикой возмещения аграриям потерь, вызванных диспаритетом цен. Свободное ценообразование предполагает и предоставление свободы выбора аграриям каналов реализации своей продукции. Необходимо снять административные барьеры, препятствующие выходу сельскохозяйственных товаропроизводителей за рамки традиционных сырьевых зон.

Важное значение на развитие сельскохозяйственного производства оказывает государственная поддержка агропромышленному комплексу. На прямое государственное финансирование АПК Беларуси в 2014 г. было выделено около 17,0 трлн руб. Однако основной объем поддержки идет на компенсацию потерь банков от выдачи льготных кредитов, финансирование в рамках реализации государственных программ, поставок ресурсов, используемых в сельскохозяйственном производстве – удешевление горюче-смазочных материалов и удобрений, погашение обязательств и кредитов, выданных под гарантии правительства. Реально сельскому товаропроизводителю попадает не более 30 % выделяемых бюджетных средств. Динамика дотаций на гектар сельскохозяйственных угодий показывает, что государственная поддержка сельского хозяйства ежегодно уменьшается. Так, в 2008 г. было выделено 247,0 долл/га, 2009 г. – 232,0; 2010 г. – 191,2; 2011 г. – 195,2; 2012 г. – 199,0; 2013 г. – 221,0; 2014 г. – 183,0 долл/га.

Отмечается существенный разрыв (более чем в 2,0–2,5 раза) реальной господдержки товаропроизводителям сельского хозяйства Беларуси по сравнению со странами с развитой рыночной экономикой и в странах – торговых партнерах республики – ЕС, ТС и ЕАЭС.

В то же время будущее аграрного сектора страны за крупными аграрными кооперативно-интеграционными структурами (объединениями). Высокая устойчивость развития агропромышленного производства наблюдается в таких организационно-правовых формах, как агрокомбинаты, которые функционируют непосредственно в сельской местности и имеют полный цикл производства, переработки и фирменную торговлю. Такой путь развития агропромышленного производства позволяет вернуть крестьянству ведущую роль в системе АПК. Справедливо распределять доходы в соответствии со вкладом каждой отрасли.

В единстве с крупным производством будет развиваться и мелкий агробизнес – фермерские хозяйства. Он формируется на добровольной основе. Насильственную фермеризацию труженики села не приемлют. Для развития малого и среднего предпринимательства на селе созданы все необходимые правовые условия, однако экономические, особенно налоговые условия, сдерживают развитие фермерских хозяйств. Представляет интерес в отдельных случаях предоставление земельного участка в собственность фермерским хозяйствам для ведения аграрного бизнеса.

Основополагающим фактором эффективного развития сельскохозяйственного производства на инновационной основе являются инвестиции, при этом определяющее значение в настоящее время приобретает не просто увеличение объемов вкладываемых в аграрную сферу средств, а повышение эффективности их освоения (использования).

Ученые Института системных исследований в АПК НАН Беларуси считают недопустимым малообоснованное вложение средств, когда ресурсы, зачастую значительные, инвестированы, а объект не осваивается, как в ситуации с недавно построенными молочно-товарными фермами. Целесообразно осуществлять в сельском хозяйстве «точечное» инвестирование только после тщательной оценки на предмет возможности получения в результате реализации конкретного проекта экономического и/или неэкономического (социального, экологического и др.) эффекта. Это обеспечит результативное укрепление и совершенствование материально-технической базы аграрного сектора экономики [4].

Все это в совокупности с другими мерами позволит активизировать инвестиционную и инновационную деятельность в аграрном секторе, в том числе со стороны частных и иностранных инвесторов, качественно совершенствовать производственный потенциал сельскохозяйственного производства, оптимизировать объем и структуру инвестиционных вложений в отрасль и, в конечном итоге, повысить эффективность и конкурентоспособность отечественного сельского хозяйства.

Выводы

1. Учет основных деструктивных и стабилизационных факторов позволит избежать рисков и принять кардинальные меры, сформировать благоприятную среду для белорусских аграриев и сблизить условия их функционирования с теми, в которых осуществляют свою деятельность аграрии сопредельных государств, являющихся основными торговыми партнерами Беларуси.

2. Совершенствование реформ организационно-правового устройства позволит реализовать комплекс мер специализации, концентрации, кооперации и интеграции производства с вовлечением в этот процесс субъектов всех форм хозяйствования и собственности, с соблюдением интересов государства и защиты прав собственников имущественных комплексов, предусматривающих мотивацию работников сельскохозяйственных организаций и предприятий АПК на участие в управлении и распределении доходов, усиление государственного влияния на рыночное поведение субъектов хозяйствования, исключению передачи государственных активов в собственность ограниченному кругу лиц.

3. Реализация организационно-управленческого и экономических подходов устойчивости развития агропромышленного комплекса позволит вести расширенное воспроизводство, обновлять материально-техническую базу и внедрять инновационные технологии, повысить уровень прибыли сельскохозяйственных организаций, обеспечить стратегическую и тактическую устойчивость АПК.

Список использованных источников

1. *Бычков, Н. А.* Организационно-институциональные преобразования АПК: состояние, проблемы, перспективы // Пути повышения экономической эффективности развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь: материалы науч.-практ. конф., Минск, 23 июня 2014 года / под. ред. А. П. Шпака. – Минск, 2014. – С. 23, 28.
2. *Казакевич, И. А.* К вопросу о государственной поддержке АПК // Пути повышения экономической эффективности развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь: материалы науч.-практ. конф., Минск, 23 июня 2014 года / под. ред. А. П. Шпака. – Минск, 2014. – С. 103.
3. *Тетеркина, А. М.* Совершенствование ценообразования как одно из направлений повышения платежеспособности аграриев // Пути повышения экономической эффективности развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь: материалы науч.-практ. конф., Минск, 23 июня 2014 года / под. ред. А. П. Шпака. – Минск, 2014. – С. 110.
4. *Шпак, А. П.* О намечаемых преобразованиях в АПК Беларуси // Пути повышения экономической эффективности развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь: материалы науч.-практ. конф., Минск, 23 июня 2014 года / под. ред. А. П. Шпака. – Минск, 2014. – С. 20–21.

Поступила в редакцию 23.12.2015

УДК 631.152:658.562

П. В. РАСТОРГУЕВ

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ СРЕДЫ
СИСТЕМОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: rastorgouev-pv@rambler.ru*

В статье изложены приоритетные направления совершенствования институциональной среды эффективного применения инструментария системного управления качеством продукции в сельском хозяйстве. Раскрыты сущность и содержание структурных элементов концептуальных основ его формирования и развития в современных условиях. Разработана модель реализации системного подхода к управлению качеством продукции сельского хозяйства, а также система показателей оценки эффективности его функционирования.

Ключевые слова: качество, безопасность, сельскохозяйственная продукция, система управления качеством.

P. V. RASTORGOUEV

**CONCEPTUAL BASES FOR FORMING INSTITUTIONAL ENVIRONMENT OF QUALITY MANAGEMENT
SYSTEM IN AGRICULTURE**

*The Institute of System Research in Agro-industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk,
Belarus, e-mail: rastorgouev-pv@rambler.ru*

The priorities for improving the institutional environment of an effective application of quality management system tools in agriculture are presented in the article, the essence and content of structural elements of the conceptual bases for its formation and development under current conditions are described. The model of the systematic approach implementation to the quality management of agricultural products, as well as the system of assessment indicators of the efficiency of its functioning are developed.

Keywords: quality, safety, agricultural products, quality management system.

Формирование комплексного, системного управления качеством и безопасностью сельскохозяйственной продукции является одной из наиболее актуальных проблем агропромышленного комплекса Республики Беларусь. В условиях глобализации мировой экономики, интенсивного развития интеграционных процессов, в том числе их активизации в рамках Евразийского экономического союза, производство агропромышленной продукции высокого качества и соблюдение согласованных параметров ее безопасности становится одной из ключевых задач обеспечения высокого уровня конкурентоспособности отечественной продукции.

Между тем достаточно широкое внедрение и сертификация систем управления качеством и безопасностью продукции на перерабатывающих предприятиях АПК республики, в соответствии с международными стандартами, еще не в состоянии обеспечить устойчивое производство агропромышленной продукции с высокими потребительскими свойствами, а также отвечающей требованиям безопасности, предъявляемым на внешнем рынке. Как подчеркивает В. Г. Гусаков, многие отечественные предприятия внедрили системы качества в соответствии с международными аналогами, но они не только не работают и не приносят пользы, но даже дискредитируют саму идею системного управления качеством [1]. Последнее утверждение в полной мере относится и к сертифицированным системам менеджмента качества на перерабатывающих предприятиях АПК. В результате качество продукции – одна из основных причин претензий

внешнеторговых партнеров к предприятиям отечественного АПК, периодических возвратов продукции и инициирования дополнительных проверок действующих систем качества на перерабатывающих предприятиях республики.

Процесс формирования эффективного системного управления качеством продукции (СУКП) обуславливает необходимость первоочередного определения институциональных основ данного механизма. Это предполагает разработку основных элементов системного управления качеством продукции сельского хозяйства в республике, обоснование институциональной среды, которая позволила бы максимально эффективно обеспечить решение соответствующих задач.

Организационная и функциональная структура модели системного управления должна отвечать следующим принципам:

- 1) комплексность применения наиболее эффективного инструментария системного управления качеством на всех уровнях регулирования АПК;
- 2) управляемость системы, возможность своевременного реагирования и оперативной реализации корректирующих мероприятий при появлении новых вызовов на рынке в области обеспечения качества и безопасности продукции и устранения соответствующих проблем;
- 3) прослеживаемость процесса формирования качественных характеристик продукции на всех стадиях ее производства, продвижения и реализации на рынке;
- 4) оптимальное сочетание экономических методов управления качеством и административных рычагов воздействия на процесс формирования потребительских и технологических свойств сельскохозяйственной продукции;
- 5) постоянное совершенствование механизма системного управления качеством в республике на основе бенчмаркинга, учета новых достижений в области управления качеством продукции и обеспечения ее безопасности в условиях глобализации мировой экономики.

В ходе исследований определены базовые элементы формирования модели эффективного системного управления качеством продукции сельского хозяйства (рис. 1).



Рис. 1. Базовые элементы модели формирования институциональной среды системного управления качеством продукции в сельском хозяйстве

Цели и задачи системного управления качеством сельскохозяйственной продукции в республике. Основной целью системного управления качеством сельскохозяйственной продукции является создание действенного механизма управления процессом формирования ее потребитель-

ских и технологических свойств с учетом потребностей перерабатывающих предприятий АПК, внутреннего рынка сельскохозяйственной продукции и требований внешнеторговых партнеров, включая требования к обеспечению ее безопасности.

Приоритетными задачами (цели 2-го порядка) системного управления качеством сельскохозяйственной продукции являются:

обеспечение процесса управляемости качеством и безопасностью продукции на всех уровнях регулирования АПК с созданием сквозного механизма управления качеством в отрасли;

формирование комплексного, системного подхода к управлению качеством сельскохозяйственной продукции с использованием всех современных инструментов решения данной проблемы;

создание благоприятных условий для оперативного реагирования субъектов хозяйствования и органов управления АПК на изменение конъюнктуры рынка в области обеспечения безопасности сельскохозяйственной продукции и требований к уровню ее потребительских и технологических свойств;

формирование четкого механизма ответственности за производство и реализацию недоброкачественной агропромышленной продукции и эффективной системы стимулирования (мотивации) производства высококачественной продукции субъектами хозяйствования;

создание интегрированных систем управления качеством и безопасностью продукции по всей продовольственной цепочке и формирование механизма эффективного контроля их функционирования;

обеспечение высокого уровня безопасности и конкурентоспособности отечественной агропромышленной продукции по качественным параметрам на внешнем и внутреннем рынке.

Уровни управления качеством продукции сельского хозяйства. При определении уровней управления качеством продукции следует исходить из сложившейся структуры управления АПК республики. В связи с этим целесообразно выделить три основных уровня СУКП: республиканский, ведомственный (отраслевой) и внутрихозяйственный.

Республиканский уровень предполагает формирование институциональных основ регулирования качества и безопасности продукции на макроэкономическом уровне. В частности, основным органом государственного управления, ответственным за формирование институциональных основ системного менеджмента в республике, является Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь (Госстандарт). В его структуре функционируют Технический комитет по стандартизации Республики Беларусь ТК ВУ 4 «Менеджмент качества», область деятельности которого включает вопросы стандартизации и методологического обеспечения в области менеджмента качества и системного менеджмента [2]. В рамках данного комитета целесообразно выделить рабочей группы «Системы менеджмента качества и безопасности в АПК» с включением в нее передовых сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий – основных экспортеров агропромышленной продукции, научно-исследовательских организаций НАН Беларуси, соответствующих органов государственного управления (Минсельхозпрод, Белгоспищепром и т.д.), а также специалистов в области системного менеджмента Госстандарта.

Приоритетной задачей рабочей группы должна быть разработка адаптированных к условиям АПК Беларуси систем управления качеством и безопасностью агропромышленной продукции и методических рекомендаций по их внедрению. Данная работа должна проходить в тесном взаимодействии с ТК ВУ 16 «Продовольственное сырье и продукты его переработки» [3], ведущей организацией которого является РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию».

Данный подход, включающий тесное сотрудничество двух технических комитетов, позволит наладить консолидированную работу органов управления АПК, субъектов хозяйствования и научно-исследовательских организаций республики по формированию нормативно-правовых основ стандартизации и системного менеджмента качества в АПК.

Другими направлением и зоной полномочий данного уровня управления качеством продукции сельского хозяйства является формирование законодательных основ СУКП с учетом реализации государственной политики и стратегических задач в области обеспечения качества

и конкурентоспособности отечественной продукции, включая механизмы административного влияния на процесс формирования потребительских и технологических свойств сельскохозяйственной продукции.

Ведомственный (отраслевой) уровень предполагает решение тактических задач в части реализации государственной политики в области регулирования качества и безопасности сельскохозяйственной продукции, формирование благоприятной среды устойчивого производства продукции высокого качества.

Основными органами управления, координирующими данную работу и ответственными за ее проведение, являются Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (Департамент ветеринарного и продовольственного надзора), Белгоспищепром. К приоритетным функциям ведомственных органов управления следует отнести следующие:

оперативное управление и контроль за функционированием механизма системного управления качеством сельскохозяйственной продукции на отраслевом уровне;

инициирование нормотворческой деятельности по разработке новых и изменению действующих нормативных правовых актов в области обеспечения качества и безопасности агропромышленной продукции;

отраслевой мониторинг состояния проблемы;

своевременную идентификацию проблем в области обеспечения качества на подведомственных предприятиях и инициирование разработки мер по их устранению;

оценку эффективности системного управления качеством сельскохозяйственной продукции и т.д.

С целью действенной реализации указанных функций соответствующие органы ведомственного управления должны тесно координировать свою работу и учитывать аналитическую и статистическую информацию таких организаций, как Министерство здравоохранения Республики Беларусь (Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»), НАН Беларуси (научно-исследовательские организации Отделения аграрных наук), Госстандарт (Центры стандартизации, метрологии и сертификации – ЦСМС), Комитет государственного контроля Республики Беларусь и др.

Ряд функций (в частности, отраслевой мониторинг состояния проблемы, оценка эффективности СУКП в части достижения показателей качества и безопасности сельскохозяйственной продукции) может быть возложен на Межведомственный координационный совет при Совете Министров Республики Беларусь по взаимодействию государственных органов, осуществляющих контроль за безопасностью использования продовольственного сырья, продуктов питания и кормовых биодобавок [4].

Внутрихозяйственный уровень включает в себя системное управление качеством, прежде всего на сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятиях как наиболее важных субъектах хозяйствования продовольственной цепи с точки зрения возникновения рисков производства и реализации недоброкачественной продукции.

Главной задачей на данном уровне является неукоснительное соблюдение технологической, производственной дисциплины, что является гарантом производства качественной продукции, безопасной для здоровья людей (без учета форс-мажорных обстоятельств, связанных со стихийными бедствиями, природно-климатическими условиями и т.д.).

Решение данной задачи предусматривает реализацию комплекса организационно-экономических мероприятий и управленческих решений на основе системного подхода. Основой формирования такого подхода должны быть международные системы качества и безопасности (СТБ ISO 9001–2015, СТБ 1470–2012 (НАССР), ISO 22000) [5–7] и создание соответствующих интегрированных систем управления на их основе. В то же время следует учитывать, что требования международных систем качества, как правило, являются универсальными и не учитывают специфики отдельных отраслей народного хозяйства. В связи с этим требуется адаптация их требований с учетом особенностей сельского хозяйства, производственного процесса, специализации и т.д.

В данном контексте следует отметить наличие в республике опыта разработки и создания комплексных систем управления качеством труда и сельскохозяйственной продукции: несмотря

на существенные изменения макроэкономической и политической среды, переход на рыночные условия хозяйствования, ряд разработанных методологических подходов после их соответствующей адаптации может быть использован и в настоящее время, что связано прежде всего с сохранением в отрасли доминирования крупнотоварного производства.

Формирование механизма взаимоотношений субъектов различных уровней регулирования проблемы в рамках СУКП и определение принципов их взаимодействия. Комплексный подход к формированию СУКП обуславливает тесное взаимодействие между всеми уровнями управления качеством и создание механизма взаимоотношений субъектов хозяйствования и органов государственного управления АПК.

Очевидно, что создание эффективной системы управления качеством и безопасностью в сельскохозяйственных организациях невозможно без прямого и опосредованного влияния перерабатывающих предприятий на деятельность поставщиков сельскохозяйственного сырья с помощью экономических методов стимулирования производства продукции требуемого уровня качества на основе договорных отношений. При этом формирование интегрированных систем управления качеством предполагает необходимость тесной взаимосвязи и согласованности действий всех субъектов хозяйствования, участвующих в процессе производства и реализации продуктов питания.

Особое внимание следует уделить механизму взаимоотношений предприятий и органов управления АПК, сущность которого должна заключаться в реализации не только функции контроля производства продукции заданного уровня качества, но и в создании соответствующих условий для его достижения посредством как административных мер воздействия, так и экономических методов стимулирования.

К основным принципам взаимоотношений субъектов хозяйствования и органов управления в рамках СУКП относятся:

- определение зон ответственности за результаты функционирования СУКП и решение соответствующих задач на основе тесного взаимодействия и согласованности деятельности;

- формирование механизма ответственности (включающего как методы поощрения производства высококачественной продукции, так и систему санкций за несоблюдение соответствующих требований к продукции, технологической дисциплины и других обязательств в рамках СУКП);

- консолидация усилий органов управления различных уровней регулирования АПК и предприятий с целью оперативного совместного решения возникающих проблем;

- документальное (правовое) оформление механизма взаимоотношений между организациями и органами управления СУКП.

Инструментарий системного управления качеством продукции сельского хозяйства с учетом фактически сложившегося уровня развития аграрной экономики. Действенность применения инструментария СУКП во многом зависит от оптимального его распределения по уровням управления качеством и безопасностью сельскохозяйственной продукции. Большинство инструментов СУКП достаточно хорошо известны, и определяющее значение с точки зрения их эффективности играет правильный выбор объектов и субъектов воздействия, конкретных методов влияния на процесс формирования потребительских и технологических свойств продукции. В частности, на республиканском уровне основными инструментами СУКП должны быть:

- стандартизация и техническое нормирование продукции с учетом международных требований и требований государств-партнеров в рамках действующих интеграционных формирований;

- объективная оценка соответствия сельскохозяйственной продукции установленным требованиям;

- механизм штрафных санкций и ответственности за производство недоброкачественной продукции как в отношении субъектов хозяйствования, так и руководителей соответствующих организаций в части реализации Декрета Президента Республики Беларусь от 15 декабря 2014 г. №5 «Об усилении требований к руководящим кадрам и работникам организаций» [8];

- механизм стимулирования процесса внедрения системного управления качеством продукции в организациях АПК;

контроль за соблюдением требований нормативно-технологической документации в области производства сельскохозяйственной продукции в соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28 апреля 2014 г. № 399 «О некоторых вопросах нормирования и ответственности руководителей при производстве сельскохозяйственной продукции» [9];

государственный контроль и надзор за качеством и безопасностью продукции;

правовое (документальное) обеспечение процесса разработки и функционирования системного управления качеством и безопасностью продукции;

кадровое обеспечение АПК в части повышения квалификации специалистов и руководителей в области формирования СУКП.

Ведомственный (отраслевой) уровень предусматривает:

мониторинг качества и безопасности сельскохозяйственной продукции, своевременное инициирование и разработку превентивных и корректирующих мер по его результатам;

оценку эффективности системного управления качеством продукции и разработка мер по его совершенствованию;

инициирование своевременной разработки и совершенствования нормативно-технологического обеспечения качества продукции;

внутриотраслевой контроль соблюдения технологической дисциплины, принятие соответствующих мер стимулирующего и дисциплинарного характера при наличии нарушений;

стимулирование процесса улучшения потребительских и технологических свойств сельскохозяйственной продукции, внедрения принципов СУКП в сельскохозяйственных организациях.

Основным инструментом менеджмента качества на внутривозрастном уровне должны быть адаптированные к условиям сельского хозяйства системы управления качеством продукции, которые включают:

методы стимулирования качества труда и продукции, соблюдения требований нормативно-технологической документации;

систему контроля за соблюдением технологической и производственной дисциплины;

механизм ответственности за реализацию конкретных задач в области обеспечения качества продукции;

правовое обеспечение системного управления качеством на уровне предприятий и т.д. с учетом специфики сельскохозяйственных организаций, их специализации и условий хозяйствования.

Следует подчеркнуть вариабельность инструментария системного управления качеством продукции с точки зрения методов их активизации, что в полной мере зависит от приоритетов государственной политики в области обеспечения качества и безопасности продукции с учетом особенностей конкретного этапа экономического развития отрасли и национальной экономики в целом, изменений конъюнктуры мирового и внутреннего рынка агропромышленной продукции, появления новых требований в части обеспечения качества продукции в рамках интеграционных формирований и т.д.

В связи с этим соответствующий перечень действующих инструментов системного управления качеством продукции должен периодически пересматриваться и актуализироваться с учетом указанных выше факторов как с точки зрения распределения их по уровням управления, так и выбора целенаправленных методов воздействия на субъекты хозяйствования с уточнением приоритетов такого выбора.

Основные инструменты системного управления качеством продукции сельского хозяйства классифицированы с учетом особенностей современного этапа развития АПК и представлены в табл. 1.

С целью конкретизации основополагающих подходов к созданию отраслевой СУКП на основе проведенных исследований разработана концептуальная модель реализации системного подхода к управлению качеством продукции сельского хозяйства (рис. 2). Данная модель предполагает, прежде всего, определение основополагающей организационной структуры в рамках основных уровней управления качеством продукции, а также приоритетного инструментария системного управления качеством продукции сельского хозяйства, в рамках

Т а б л и ц а 1. **Классификация инструментария системного управления качеством продукции сельского хозяйства**

Инструменты системного управления качеством продукции сельского хозяйства	
базовые	вспомогательные
<i>Республиканский уровень</i>	
Стандартизация и техническое нормирование с учетом международных требований и требований государственных партнеров в рамках действующих интеграционных формирований	Механизм штрафных санкций и ответственности за производство недоброкачественной продукции как в отношении субъектов хозяйствования, так и руководителей соответствующих организаций
Оценка соответствия сельскохозяйственной продукции установленным требованиям	Механизм стимулирования процесса внедрения системного управления качеством продукции в организациях АПК
Государственный контроль и надзор за качеством и безопасностью продукции	Контроль соблюдения требований нормативно-технологической документации в области производства с.-х. продукции
Правовое обеспечение процесса разработки и функционирования системного управления качеством и безопасностью продукции	Инициирование разработки методических рекомендаций по внедрению системного управления качеством в различных отраслях сельского хозяйства
Кадровое обеспечение АПК в части повышения квалификации ответственных специалистов в области формирования СУКП	Комплексная оценка эффективности СУКП в АПК республики и разработка мер по его совершенствованию
<i>Ведомственный (отраслевой) уровень</i>	
Внутриотраслевой контроль и надзор за качеством и безопасностью продукции, соблюдением требований ТНПА на всех этапах жизненного цикла продукции	Инициирование своевременной разработки и совершенствования нормативно-технологического обеспечения качества продукции
Внутриотраслевой контроль соблюдения технологической дисциплины, принятие соответствующих мер стимулирующего и дисциплинарного характера при наличии нарушений	Стимулирование процесса улучшения потребительских и технологических свойств с.-х. продукции
Мониторинг качества и безопасности с.-х. продукции	Стимулирование процесса внедрения принципов СУКП в с.-х. предприятиях
Инициирование и разработка превентивных и корректирующих мер по результатам мониторинга качества и безопасности сельскохозяйственной продукции	Оценка эффективности системного управления качеством продукции в отдельных отраслях и разработка мер по его совершенствованию
<i>Внутрихозяйственный уровень</i>	
Адаптированные к условиям сельского хозяйства системы управления качеством продукции на предприятиях, включающие все основные элементы менеджмента качества (материальное стимулирование, контроль, правовое обеспечение и т.д.)	Моральное стимулирование производства продукции высокого качества и соблюдение производственной и технологической дисциплины

которого должны быть определены конкретные методы воздействия на процесс формирования качества продукции.

Алгоритм формирования системного управления качеством продукции сельского хозяйства. На первом этапе формирования СУКП должна быть разработана необходимая методическая и нормативно-правовая документация, на основе которой будет определена организационная структура управления, функции и задачи институтов СУКП, принципы и основополагающие подходы к формированию адаптированных систем управления качеством на предприятиях АПК.

Второй этап включает уточнение и согласование инструментария СУКП, разработку и определение конкретных методов системного управления качеством продукции сельского хозяйства в зависимости от уровней управления, а также субъектов хозяйствования, разработку механизма и принципов взаимоотношений институтов СУКП.

Третий этап предусматривает окончательное формирование и функционирование механизма системного управления качеством сельскохозяйственной продукции, создание системы оперативного мониторинга и оценки эффективности разработанного комплекса организационно-экономических мер и нормативно-правового обеспечения по созданию отраслевой СУКП.



Рис. 2. Концептуальная модель реализации системного подхода к управлению качеством продукции сельского хозяйства

К задачам, требующим постоянного внимания и решения в процессе функционирования СУКП, относятся: корректировка и совершенствование модели реализации системного подхода к управлению качеством и безопасностью продукции с учетом выявленных недостатков действующего механизма; изменение экономической ситуации; появление и разработка новых эффективных инструментов и методов обеспечения качества и безопасности продукции как в республике, так и в мировой экономике и т.д.

Отдельным блоком должна выступать разработка действенных систем управления качеством сельскохозяйственной продукции на предприятиях: данная проблема требует выделения ее в отдельный комплекс работ вследствие значимости и фундаментального значения с точки зрения формирования качества и обеспечения конкурентоспособности агропромышленной продукции.

На первоначальном этапе формирования СУКП внедрение систем качества в сельском хозяйстве должно основываться на дифференцированном подходе. Так, объектами внимания в первую очередь должны быть животноводческие комплексы, крупные сельскохозяйственные предприятия, формирующие сырьевую зону перерабатывающих предприятий, осуществляющих экспортные поставки. Учитывая, что в республике преобладает крупнотоварное сельскохозяйственное производство, которое получило в последние годы достаточно мощную поддержку по совершенствованию материально-технической базы, внедрение современных систем управления качеством продукции перспективно и имеет предпосылки для получения значительного экономического эффекта за счет увеличения добавленной стоимости. Кроме того, при создании систем качества в сельском хозяйстве следует учитывать взаимосвязь с системами качества на перерабатывающих предприятиях с целью формирования единой, сквозной системы управления качеством по всей продовольственной цепи. В целом предлагаемый алгоритм формирования системного управления качеством продукции сельского хозяйства представлен на рис. 3.

Методологические подходы к оценке эффективности системного управления качеством сельскохозяйственной продукции. Оценка эффективности СУКП должна включать систему индикаторов и конкретных показателей, совокупность которых позволяет достоверно оценить эффективность функционирования действующего механизма системного управления качеством сельскохозяйственной продукции.



Рис. 3. Алгоритм формирования системного управления качеством продукции сельского хозяйства

Т а б л и ц а 2. Классификация показателей оценки эффективности системного управления качеством сельскохозяйственной продукции

Показатели	
основные	вспомогательные
<i>Системный подход к управлению качеством</i>	
Количество систем менеджмента качества (ISO серии 9000, ISO серии 22000 и HACCP), сертифицированных Госстандартом Республики Беларусь	Количество стран, признающих сертификаты Республики Беларусь, подтверждающие соответствие систем менеджмента качества международным стандартам (с учетом их доли в объеме экспорта и перспектив расширения рынков сбыта отечественной продукции АПК)
Количество систем менеджмента качества, сертифицированных международными организациями по сертификации	Результаты плановых аудитов сертифицированных систем менеджмента качества
Количество документально оформленных систем управления качеством в с.-х. организациях	Количество внеплановых проверок систем менеджмента качества, инициированных импортерами отечественной продукции в связи с нарушением требований к безопасности
Количество нарушений технологической дисциплины	Сумма штрафных санкций за нарушение организациями требований в части обеспечения производства продукции, безопасной для жизни и здоровья людей
Количество нарушений санитарно-ветеринарных требований	Количество нарушений трудовой дисциплины
<i>Качество и безопасность продукции</i>	
Показатели потребительских и технологических свойств сельскохозяйственной продукции в динамике	Количество заболеваний, связанных с потреблением недоброкачественных продуктов питания
Показатели безопасности продукции в динамике	Расходы Фонда социальной защиты населения на оплату пособий по временной нетрудоспособности в связи с заболеваниями, связанными с потреблением недоброкачественных продуктов питания
Количество и объемы возвратов с.-х. сырья из-за несоответствия требованиям ТНПА	Количество искажений статистической отчетности о качестве продукции
Соответствие качества продукции требованиям ТНПА и запланированным показателям	Количество нарушений контрактных обязательств в части требований к параметрам качества продукции

При оценке эффективности СУКП следует определить не только достигнутые результаты в части показателей качества и безопасности продукции, но и оценивать условия их формирования, что позволяет своевременно идентифицировать причины и факторы, способствующие (или препятствующие) производству продукции с заданным (планируемым) уровнем качественных параметров.

Среди основополагающих критериев оценки эффективности СУКП следует отметить следующие:

фактические показатели уровня потребительских и технологических свойств сельскохозяйственной продукции (в динамике);

информация органов контроля в части выявленных нарушений технологической дисциплины, искажения статистической отчетности по качеству продукции, нарушений санитарно-ветеринарных требований и т.д.;

количество претензий внешнеторговых партнеров к уровню качества и параметрам безопасности агропромышленной продукции;

оценка соответствия параметров качества и безопасности отечественной продукции требованиям нормативной документации стран с развитой аграрной экономикой, потенциальных стран – импортеров отечественной продукции АПК;

количество сертифицированных систем менеджмента качества и безопасности продукции, признанных и зарегистрированных в международных организациях по сертификации и т.д.

Перечень показателей, предлагаемых для оценки эффективности системного управления качеством сельскохозяйственной продукции, представлен в табл. 2.

Реализация указанных выше приоритетных направлений формирования системного управления качеством продукции сельского хозяйства позволит создать действенный механизм регулирования данной проблемы, а также обеспечить производство агропромышленной продукции, конкурентоспособной по качественным параметрам на рынке сельскохозяйственного сырья и продовольствия.

Список использованных источников

1. Гусаков, В.Г. Система основных факторов развития экономики Республики Беларусь / В.Г. Гусаков // Наука и инновации. – 2015. – № 7. – С. 10–15.
2. Технический комитет №4. Госстандарт [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: http://www.gosstandart.gov.by/txt/tech-komitets_NAC/docs/4.pdf. – Дата доступа: 14.09.2015.
3. Технический комитет №16. Госстандарт [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: http://www.gosstandart.gov.by/txt/tech-komitets_NAC/docs/16.pdf. – Дата доступа: 14.09.2015.
4. О межведомственном координационном совете при Совете Министров Республики Беларусь по взаимодействию государственных органов, осуществляющих контроль за безопасностью использования продовольственного сырья, продуктов питания и кормовых биодобавок: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 29 мая 2008 г., № 766: в ред. постановления Совмина от 09.04.2014 № 1266 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2014.
5. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь: СТБ ISO 9000–2015. – Введ. 01.03.16. – Минск: Госстандарт, 2015. – 58 с.
6. Системы качества. Управление качеством и безопасностью пищевых продуктов на основе анализа рисков и критических контрольных точек. Общие требования: СТБ 1470–2012. – Введ. 01.01.13. – Минск: Госстандарт, 2012. – 22 с.
7. Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования к организациям, участвующим в пищевой цепи: СТБ ИСО 22000–2006. – Введ. 16.10.06. – Минск: Госстандарт, 2006. – 29 с.
8. Об усилении требований к руководящим кадрам и работникам организаций: Декрет Президента Респ. Беларусь, 15 дек. 2014 г., № 5 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2014.
9. О некоторых вопросах нормирования и ответственности руководителей при производстве сельскохозяйственной продукции: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 апр. 2014 г. № 399 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2014.

Поступила в редакцию 09.11.2015

УДК 338.436(476)

М. И. ЗАПОЛЬСКИЙ

**МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: m.i.zapolski@gmail.com

Развитие государственно-частного партнерства в сфере агропромышленного производства сдерживается отсутствием специального законодательства, высокой степенью регулирования экономики, недостаточно развитым частным сектором ведения бизнеса в АПК, отсутствием современных рынков капитала и финансов. Предложены условия успешного развития партнерских структур в АПК, разработана модель и организационно-экономический механизм функционирования государственно-частной партнерской структуры. Разработанная методология позволяет увязать экономические интересы участников партнерской структуры (относящихся к различным отраслям), максимально использовать инновации всеми участниками кластера, повысить его конкурентную привлекательность в рамках конкретных территорий.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, государственно-частное партнерство, инновации, кластер.

M. I. ZAPOLSKY

**METHODOLOGY FOR FORMATION OF STATE-PRIVATE PARTNERSHIP IN THE AGRICULTURE
OF BELARUS**

The Institute of System Research in Agro-industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: m.i.zapolski@gmail.com

The development of state-private partnership in the field of agro-industrial manufacture is restricted due to the absence of special legislation, high degree of the management of the economy, insufficiently developed private business in the agro-industrial complex, absence of the modern capital market.

The conditions of a successful development of partnership structures in the agro-industrial complex are proposed, the model and organizational and economic mechanism of functioning of a state and private partnership structure are developed. The created methodology enables to fit together economic interests of the participants of a partnership structure (from different branches), allows all the participants of a cluster to use innovations up to the maximum, to increase the competitiveness of a cluster on a definite territory.

Keywords: agro-industrial complex, state-private partnership, innovations, cluster.

Государственно-частное партнерство (ГЧП) – новое модное выражение в современной управленческой практике. Однако его содержание, и уж тем более способы эффективного применения, в белорусском государственном управлении, на наш взгляд, мало изучены. Востребованность темы вызвана повышенным интересом к ней в последнее время со стороны органов государственной власти, которые стали уделять такому партнерству внимание на государственном уровне и возлагать на него большие надежды.

В настоящее время ГЧП в Беларуси пока не получило должного распространения. Государство является доминирующим партнером, а для эффективного развития ГЧП необходимы отношения, приближенные к равноправным. Белорусское законодательство предлагает инвесторам ограниченный набор необходимой нормативной правовой базы функционирования ГЧП. Проблемой является то, что внедрение института ГЧП входит в противоречие с Бюджетным, Инвестиционным, Налоговым кодексами, с земельным законодательством, и применить его на практике без системных изменений практически невозможно [1].

Такой все возрастающий интерес к возможному партнерству между государством и бизнесом объясняется рядом отличий и преимуществ по сравнению с традиционными способами взаимодействия – это снижение издержек товарообращения, исключение дублирования функций и общий синергетический эффект для каждого из участников за счет более широкой и всесторонней интеграции. Это обеспечивается самой структурой ГЧП, состоящей из двух основных элементов: ядра, т. е. основных производящих, перерабатывающих и реализующих продукцию предприятий, и спутников – вспомогательных предприятий, поставляющих дополнительные товары, работы и услуги для предприятий ядра ГЧП.

При этом следует отметить, что несмотря на частое отождествление структур частно-государственного партнерства с холдингами и подкомплексам АПК, они имеют ряд существенных отличий. Так, холдинги имеют свою организационно-правовую форму и занимаются только производством, переработкой и реализацией продукции, а структуры ГЧП, не являясь организационно-правовой формой, включают в себя независимые производственные и обслуживающие предприятия, образовательные и научные учреждения, связанные с производством одного типа товаров и расположенные в непосредственной территориальной близости друг от друга. Подкомплекс АПК, в свою очередь, представляет собой все предприятия, расположенные на территории соответствующей административной единицы и управляемые уполномоченным территориальным органом власти. В отличие от этого предприятия ГЧП располагаются в соответствии с производственно-экономической целесообразностью и координируют свою деятельность (помимо отраслевого подчинения) в рамках специально созданной управляющей организации – Центра кластерного развития [2].

Необходимо отметить, что возможность формирования государственно-частного партнерства в Республике Беларусь прописана в Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011—2015 годы, Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2011—2015 годы, Программе государственной поддержки малого и среднего предпринимательства в Республике Беларусь на 2013–2015 годы, Директиве Президента Республики Беларусь №4 «О развитии предпринимательской инициативы и стимулировании деловой активности в Республике Беларусь», Концепции проекта Закона Республики Беларусь «О государственно-частном партнерстве».

Как видим, в нашей стране сформированы минимально необходимые институциональные основы для применения принципов государственно-частного партнерства. Однако развитие государственно-частного партнерства в сфере агропромышленного производства сдерживается отсутствием специального законодательства, высокой степенью регулирования экономики, недостаточно развитым частным сектором ведения бизнеса в АПК, отсутствием современных рынков капитала и финансов.

Кроме того, большинство предприятий АПК не имеет достаточных средств для реализации инновационных проектов за счет собственных ресурсов, поэтому реализацию перспективных направлений деятельности возможно осуществлять только на основе совместного участия производителей и государства с привлечением иностранных инвесторов и кредитов банков. Совместные цели и интересы государства и частного бизнеса координируются на основе конкретных целей в определенной области. При сотрудничестве государства с частным партнером важное место занимает их заинтересованность в создании условий для предпринимательской деятельности, подготовке персонала.

Сотрудничество государства и частного партнера в аграрном секторе возможно, прежде всего, на основе разработки на региональном уровне программ государственно-частного партнерства (инициатива снизу). На государственном уровне целесообразно обосновывать процессы объединений или концентраций по географическому признаку групп взаимосвязанных предприятий и специализированных поставщиков в соответствующих отраслях, ведущих совместную работу с соответствующей инфраструктурой, которые позволяют создавать производственно-технологические связи, усиливающие конкурентные преимущества производителей продуктов питания.

Очевидно, что для успешного развития государственно-частного партнерства в отечественном АПК требуется создание следующих условий:

- 1) введение в вузах специальностей по эффективному управлению государственным имуществом;

2) подготовка или обучение на таких кафедрах специалистов для данной сферы деятельности, которые должны обладать теоретическими основами формирования партнерских отношений и иметь практические навыки их эффективного использования;

3) издание документов, пособий, руководств, аналитических данных, проведение семинаров, круглых столов по созданию структур государственно-частного партнерства и обмену имеющимся опытом работы;

4) формирование рынка инновационных проектов по развитию регионов на основе государственно-частного партнерства;

5) формирование перечня возможных источников финансирования региональных программ с привлечением ресурсов частного бизнеса, направленных на повышение эффективности деятельности как государственных предприятий, так и фирм среднего и малого бизнеса;

6) создание информационных центров, систематизирующих все государственно-частные программы с анализом источников финансирования бизнеса в регионе;

7) разработка системы мониторинга и информационного освещения как имеющегося опыта, так и проектируемых структур;

8) создание региональных и республиканского органа по государственно-частному партнерству с консалтинговым обеспечением, наличием экспертов и аудиторов, консультантов, что будет способствовать контролю государства за функционированием государственно-частных проектов.

Однако важнейшим условием эффективного взаимодействия органов государственного управления и бизнес-структур для повышения экономической развитости отраслей и регионов является сложившийся баланс собственности среди потенциальных участников объединения.

Современная рыночная экономика базируется на многообразии форм собственности, свободе предпринимательской деятельности, оптимальном сочетании частного и общественного секторов экономики, синтезе государственного регулирования и рыночного механизма саморегуляции экономики. Между тем экономика Беларуси является социально ориентированной, что предполагает значительное обобществление средств производства и результатов хозяйственной деятельности, более глубокую интеграцию разных форм собственности, создание целостной экономической системы. Именно целостная экономическая система является основой для устойчивого экономического развития регионов республики [3].

Исследования показывают, что экономические отношения собственности в аграрном секторе могут быть реализованы в правовых формах, которые определяют отношения субъекта собственности к ее объекту. Правовые нормы включают в себя: права собственника, имущественную ответственность и защиту его прав (право владеть, пользоваться и распоряжаться имуществом (в первую очередь землей)). При этом законы не создают отношений собственности, а лишь закрепляют те из них, которые фактически сложились или необходимо иметь в обществе. Сельскохозяйственные товаропроизводители, наделенные правом собственности, получают полномочия собственника владеть, пользоваться и распоряжаться имуществом (а в перспективе и землей).

Вместе с тем установлено, что частная собственность на средства производства и землю в нынешних условиях не имеет преобладающего влияния на предприимчивость и эффективность деятельности субъектов интеграции при реализации проектов государственно-частного партнерства. Это обусловлено рядом положений:

1) частная собственность (прежде всего на землю) – одна из господствующих форм извлечения, присвоения и распоряжения результатами труда в ряде развитых стран. Вместе с тем их опыт показывает, что как и любая другая исторически возникшая конкретная социально-экономическая форма она постепенно утрачивает свою значимость ввиду социализации аграрного сектора экономики;

2) частная собственность переживает процесс изменения – от индивидуальной, основанной на личной зависимости и внеэкономическом принуждении, до корпоративной, владельцами которой являются многие акционеры;

3) в современной экономике успешно сосуществуют и развиваются многочисленные предприятия с участием частного капитала (или без него), государственные и кооперативные объединения (концерны), используя арендные отношения и форму пользования.

В Беларуси, как показывает практика, осуществляется переход к системе хозяйствования в АПК, сочетающей частную (индивидуальную и групповую), государственную и смешанную (частно-государственного партнерства) формы собственности на средства производства, в том числе землю. Полагаем, что такой подход отвечает требованиям современной рыночной экономики. А поскольку рынок предполагает конкуренцию между производителями, то преобладание какой-то одной формы собственности негативно влияет на рыночные формы соперничества, они должны взаимодополняться и быть наиболее приспособленными к конкретной сфере аграрной экономики или виду производственной деятельности.

Выполненные исследования показывают, что создание структур государственно-частного партнерства в условиях рыночных преобразований требует совершенствования отношений собственности, а именно:

- оптимизации порядка формирования собственности (создание структур, условия делегирования прав собственности участникам объединения предприятию-интегратору, распределение полученных результатов между ними и т.п.);

- формирования эффективного механизма управления собственностью (создание нормативной базы, формирование органов управления и контроля и т.п.);

- определения форм участия государства в управлении собственностью в партнерских структурах;

- повышения эффективности использования собственности в рамках крупных частнособственнических и частнопредпринимательских структур путем привлечения к управлению хозяйственной деятельностью заинтересованных и инициативных собственников имущества и средств производства и др.

Таким образом, современная экономическая система, основанная на государственно-частном партнерстве, не может эффективно функционировать на основе какой-либо одной формы собственности. В случае потери оптимального равновесия между различными формами собственности субъектов интеграции происходит дисбаланс при удовлетворении (по количеству и качеству) частных и общественных потребностей, появляются угрозы для социальной стабильности и экономической безопасности общества. Игнорирование необходимости оптимального сочетания разных форм собственности и политика «избавления» от государственной собственности может привести к тяжелым социально-экономическим последствиям в развитии аграрной экономики.

В данном контексте установлены основные формы взаимодействия собственности в рамках государственно-частного партнерства с учетом экономических интересов участников и специфики их сфер хозяйственной деятельности.

Первое направление взаимодействия в рамках государственно-частного партнерства предполагает равноправное участие хозяйствующих субъектов в производстве конечной продукции (работ, услуг). При этом участие государственных структур в капитале и в управлении хозяйственной деятельностью во многих случаях может гарантировать стабильность развития совместного предприятия, привлечение инвестиций в основные средства и производства продукции (оказания услуг, работ) в том объеме и качестве, которые соответствуют потребностям общества. При этом необходимо соблюдать баланс интересов государства и частного производства.

В качестве приоритетных проблем управления такими хозяйствующими субъектами можно выделить следующие:

- 1) сохранение стимула эффективной работы частного капитала в рамках единой структуры. Частный капитал независимо от того, работает ли он на удовлетворение общественных потребностей или чисто частных, стремится максимизировать прибыль, а государственный ориентирован на удовлетворение общественных потребностей, получение прибыли имеет второстепенное значение. То есть необходимо изначально устранить внутреннее противоречие при взаимодействии частного и общественного капитала в рамках определенного проекта государственно-частного партнерства;

- 2) создание условий для эффективной мотивации деятельности представителей государства в управлении собственным имуществом независимо от того, является ли оно преобладающим в общем балансе структуры или незначительным. Речь идет о создании стимулов для реализации возложенных на менеджмент управленческих функций и более полного раскрытия его предпринимательского потенциала;

3) органы государственной и местной властей должны стимулировать создание условий для максимальной прозрачности финансово-хозяйственной деятельности проектов государственно-частного партнерства. Это обусловлено тем, что чрезмерная распыленность долей и пакетов акций среди участников партнерских структур не позволяет собственникам осуществлять действенный контроль за деятельностью менеджмента, что, в свою очередь, не способствует реализации целей и достижению общественно значимых задач.

Второе направление взаимодействия в рамках государственно-частного партнерства предполагает создание инвестиционного фонда за счет средств частного, государственного и коммунального капитала, в котором решение о финансировании, оценка результатов и контроль за ходом выполнения проекта осуществляют специалисты – эксперты в данной сфере, а не просто финансовые управляющие.

Здесь важно подчеркнуть, что в социально ориентированной экономике смешанное участие капитала направлено на реализацию социальных, экологических, научно-технических проектов, создание производственной инфраструктуры. Это направление можно назвать реализацией общественных функций частным капиталом в рамках общественного договора между бизнесом и обществом. Результаты такой интеграции являются основой обеспечения продовольственной и демографической безопасности, социальной стабильности, сохранения окружающей среды.

Третье направление взаимодействия в рамках государственно-частного партнерства предполагает использование частного капитала и предпринимательского потенциала для эффективного использования государственной собственности. В данном контексте необходимо четко разграничить две группы объектов собственности:

1) государственные и региональные имущественные комплексы и недвижимость, которые передаются в доверительное управление или в аренду;

2) природные объекты собственности, которые могут быть переданы в аренду или в концессию.

Реализация на практике данного направления способствует привлечению не только инвестиций, но и профессиональных менеджеров к управлению, способных с учетом специфики объектов собственности обеспечить высокие показатели хозяйственной деятельности, и позволит задействовать главные критерии эффективности в сфере агропромышленного производства:

более полное удовлетворение общественных потребностей в части продовольственного обеспечения и учет индивидуально-частных интересов производителей;

инвестиции, привлекаемые в освоение государственной собственности, стимулируют технико-технологическую модернизацию производства и повышают качество производимой продукции (услуг, работ);

внедрение безотходной и экологически чистой технологии освоения природных объектов собственности;

полное удовлетворение потребностей населения в высококачественных продуктах питания по питательности (согласно медицинским нормам) и ассортименту.

Четвертое направление взаимодействия в рамках государственно-частного партнерства минимизирует прямое участие государства в производстве продукции (работ, услуг), а удовлетворение общественных потребностей осуществляют на договорной основе путем размещения государственного заказа на частных предприятиях. Это подтверждает и практика развития современной рыночной экономики, где в большинстве развитых стран, за исключением некоторых чисто общественных функций, основная масса общественных потребностей удовлетворяется частным сектором экономики.

Выполненные исследования позволили выявить и сформулировать не только положительные факторы использования проектов государственно-частного партнерства в АПК Беларуси, но и возможные риски в деятельности таких структур.

Так, для *государства* стимулирующими условиями взаимодействия с частными бизнес-структурами являются:

- ускорение внедрения новых общественно значимых проектов в сфере агропромышленного производства за счет привлечения дополнительных финансовых ресурсов и более эффективных методов управления;

- возможность использования накопленного опыта управления комплексными программами развития аграрной отрасли либо отраслевыми подпрограммами для более эффективного развития экономики регионов;
- возможность применения современных инновационных технологий, разработанных отечественными и зарубежными бизнес-структурами;
- привлечение высококвалифицированных экспертов частного бизнеса для обоснования разрабатываемых государственно значимых программ в АПК;
- привлечение частного менеджмента для повышения эффективности управления государственным имуществом и экономия государственных расходов за счет высокой доходности такого управления;
- использование рыночных методов поощрения предпринимательской инициативы управленческих кадров в общественно значимых секторах аграрной экономики, прежде всего в сфере инноваций;
- возможность оптимизации численности управленческого персонала государственных структур при управлении проектами государственно-частного партнерства;
- повышение эффективности использования технико-технологического, финансового потенциала участников партнерских структур с целью перехода от сырьевой экономики к новой экономике знаний;
- использование гибких (компромиссных) моделей реализации проектов государственно-частного партнерства.

Для *бизнес-структур* такими условиями являются:

- возможность получать государственные заказы на производство и реализацию продукции (услуг) при участии в проектах государственно-частного партнерства;
- прямая поддержка со стороны государственных органов, в том числе доступ к дополнительным источникам финансирования;
- предоставление органами государственного управления гарантируемой монополии на использование выделенного ресурса исключительно тем бизнес-структурам, которые принимают участие в реализации проекта государственно-частного партнерства;
- снижение рисков при долговременном размещении инвестиций в процессе реализации проектов государственно-частного партнерства под государственные гарантии;
- получение неэкономических выгод за счет более тесного сотрудничества с государственными органами в ходе реализации проектов;
- протекционистский потенциал для ведения инновационного бизнеса;
- получение государственных преференций по выпуску инновационной продукции в рамках выполнения государственных программ развития АПК;
- в условиях финансового кризиса – возможность получить государственные субсидии или кредит по льготной процентной ставке от банка – участника партнерской структуры.

Вместе с тем существует *ряд рисков*, которые несут участники проектов ГЧП в процессе их реализации:

- 1) ГЧП в большей мере, чем иные формы партнерства государства и частного капитала, зависит от курса экономической политики, так как подразумевает строительство и/или предоставление услуг общегосударственного экономического значения;
- 2) повышенные риски ГЧП-проектов ввиду длительных сроков реализации, особенно в сфере агропромышленного производства;
- 3) проекты государственно-частного партнерства требуют более значительных организационных расходов, чем при приватизации или аренде государственного имущества. Значительные средства инициаторов проектов уходят на подготовку ТЭО, бизнес-планов, процедурные вопросы;
- 4) очень часто условием участия частных партнеров в проектах ГЧП является выполнение дополнительных социальных условий, особенно в инфраструктурных проектах. На частного партнера накладывается обязательство по предоставлению третьим лицам недискриминационного доступа к этой инфраструктуре;
- 5) серьезной проблемой, особенно в странах с переходной экономикой, являются политические, правовые и регулятивные риски, связанные с возможной сменой правительства, изменени-

ем законодательства, риском неисполнения государством взятых на себя обязательств. В этих условиях четкая законодательная регламентация организационных структур проектов и форм предоставления гарантий бизнесу является важным моментом института ГЧП;

6) огромный комплекс проблем связан со спасением проектов ГЧП в случае банкротства или отказа одной из сторон от продолжения участия в проекте. Так как проект не является сугубо частным, обычные механизмы банкротства (распродажа активов) оказываются неприменимыми;

7) государству приходится решать двуединую задачу: субсидировать зависимые от природно-климатических факторов отрасли и предприятия АПК, требующие значительных финансовых средств, и защищать уязвимые категории населения в условиях сокращения бюджетных поступлений и внешних заимствований;

8) неотработанность практического инструментария ГЧП, неопытность государственных партнеров (возможны риски колебания спроса, просрочки поставок или несоблюдения нормативов), коррупция и недобросовестность частных партнеров (риск неоплаты требований ввиду неустойчивого финансового положения организаций АПК, их уязвимость в условиях резкого изменения кредитных, валютных курсов) [3].

Разработка методологии формирования государственно-частного партнерства в отечественном АПК базируется на установлении наиболее приемлемых и эффективных форм его функционирования в условиях белорусской действительности.

По мнению некоторых отечественных ученых, основным направлением повышения эффективности функционирования предприятий АПК и их конкурентоспособности в Республике Беларусь на современном этапе является активизация инновационной деятельности, в основу которой может быть положен кластерный подход к развитию государственно-частного партнерства. Однако методология проблемы формирования и развития государственно-частного партнерства является мало изученной. Система государственно-частного партнерства в Республике Беларусь находится на начальном пути формирования, а кластерный подход не имеет научно обоснованного механизма его реализации, что и обуславливает актуальность данной проблемы [4].

Изучение показывает, что особенность формирования государственно-частного партнерства в форме агропромышленных кластеров состоит в реализации определенных направлений такого партнерства, формах реализации этих направлений, сотрудничества и мотивации. К основным направлениям совершенствования организации и функционирования партнерских структур на кластерной основе следует отнести: организацию и функционирование ГЧП-проектов, разработку инициатив партнерства, создание инфраструктуры, содействие в укреплении развития организаций-участников, финансирование научных исследований, привлечение иностранных инвестиций, сотрудничество в расширении экспорта конечной продукции, содействие в международном технологическом сотрудничестве.

Сотрудничество государства и частных партнеров в рамках производственного кластера обеспечивает экономический рост его участников на основе увеличения объемов производства и экспорта продуктов питания, активизации инновационной деятельности, развития малого предпринимательства, увеличения налоговых поступлений.

Проведенный в рамках исследования анализ опыта государственно-частного партнерства различных стран показывает, что решение данной масштабной интеграционной задачи невозможно только по одиночной инициативе участников рынка, а должно осуществляться на всех уровнях законодательной и исполнительной власти. В данном контексте нами разработана модель государственно-частной партнерской структуры (ГЧПС) и организационно-экономический механизм ее функционирования.

При этом ГЧПС понимается нами как устойчивая деятельность предприятий государственной и частной форм собственности в процессе реализации социально значимых проектов в сфере производства агропромышленной продукции, ее переработки и реализации, а также сервисных и научных организаций во взаимодействии с органами хозяйственного управления, определяющих цели социально-экономического развития объединения с учетом интересов общества, в целях развития территорий и улучшения условий жизни сельского населения, в которой риски, затраты и прибыль разделяются между партнерами по заранее установленным пропорциям.

В результате был сформирован поэтапный организационно-экономический механизм формирования ГЧПС с функциональным подразделением решаемых задач на государственном и частном уровнях (рис. 1). При этом механизм целесообразно рассматривать дискретно по экономическим и организационным элементам, представляющим как сам процесс построения структуры, так и его внутреннее структурирование, а также финансовое обеспечение его формирования и достижения целевых показателей.

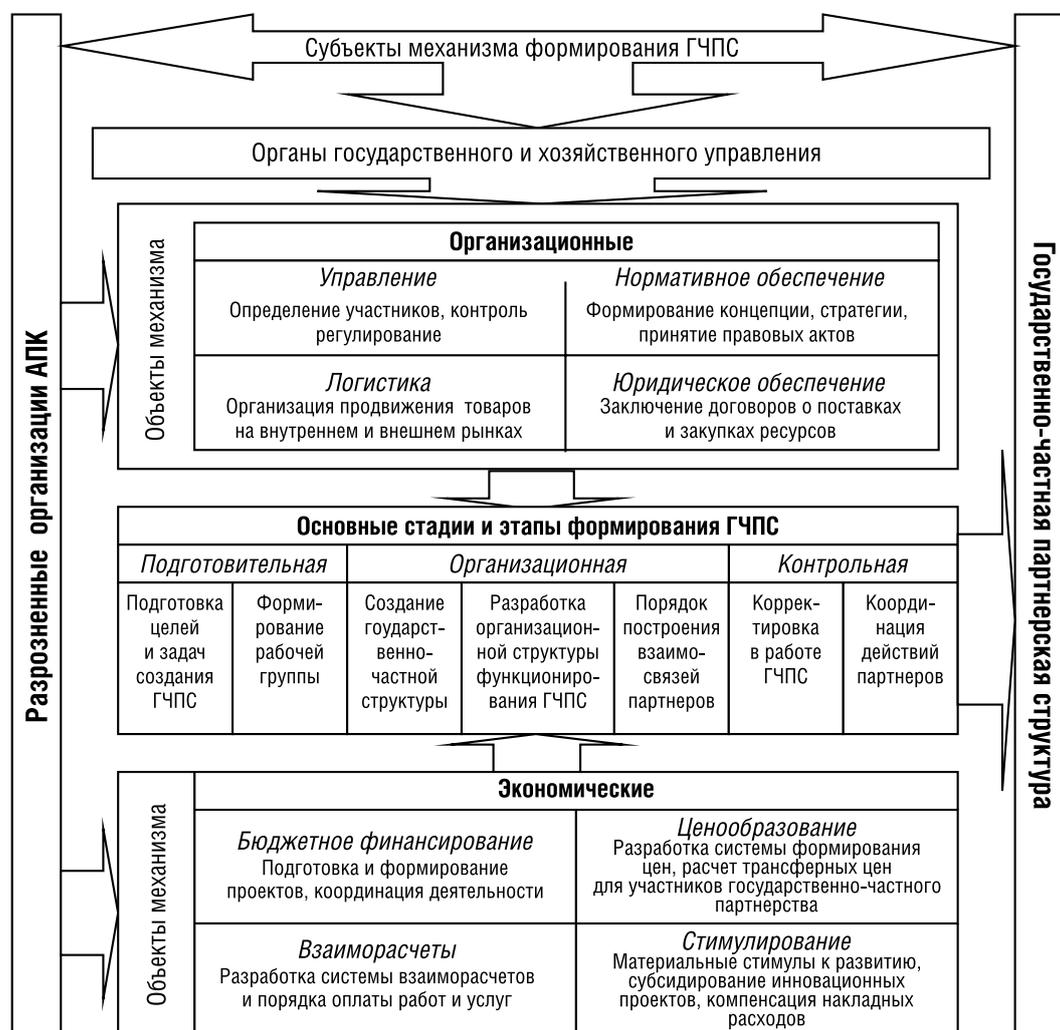


Рис. 1. Организационно-экономический механизм формирования государственно-частных партнерских структур

При этом очевидно, что в условиях становления рынка инициатива по созданию партнерских структур должна исходить как от самих хозяйствующих субъектов, которые осознают все преимущества и выгоды интеграции в рамках структуры, так и органов хозяйственного управления, которые помимо наличия объективной инициативы будут гарантировать всестороннюю поддержку в осуществлении проектов, а в дальнейшем выполнять и контрольные функции при функционировании ГЧПС. Для реализации проектов государственно-частного партнерства (ГЧП) в составе органов государственного или хозяйственного управления необходимо создавать Центры развития ГЧП, которые будут заниматься развитием совместной партнерской деятельности. При этом создаваемые региональные Центры не должны ограничивать свою деятельность только рамками агропромышленного комплекса, так как будет представлять собой единую организацию по комплексному развитию ГЧПС, что делает целесообразным его формирование при региональных

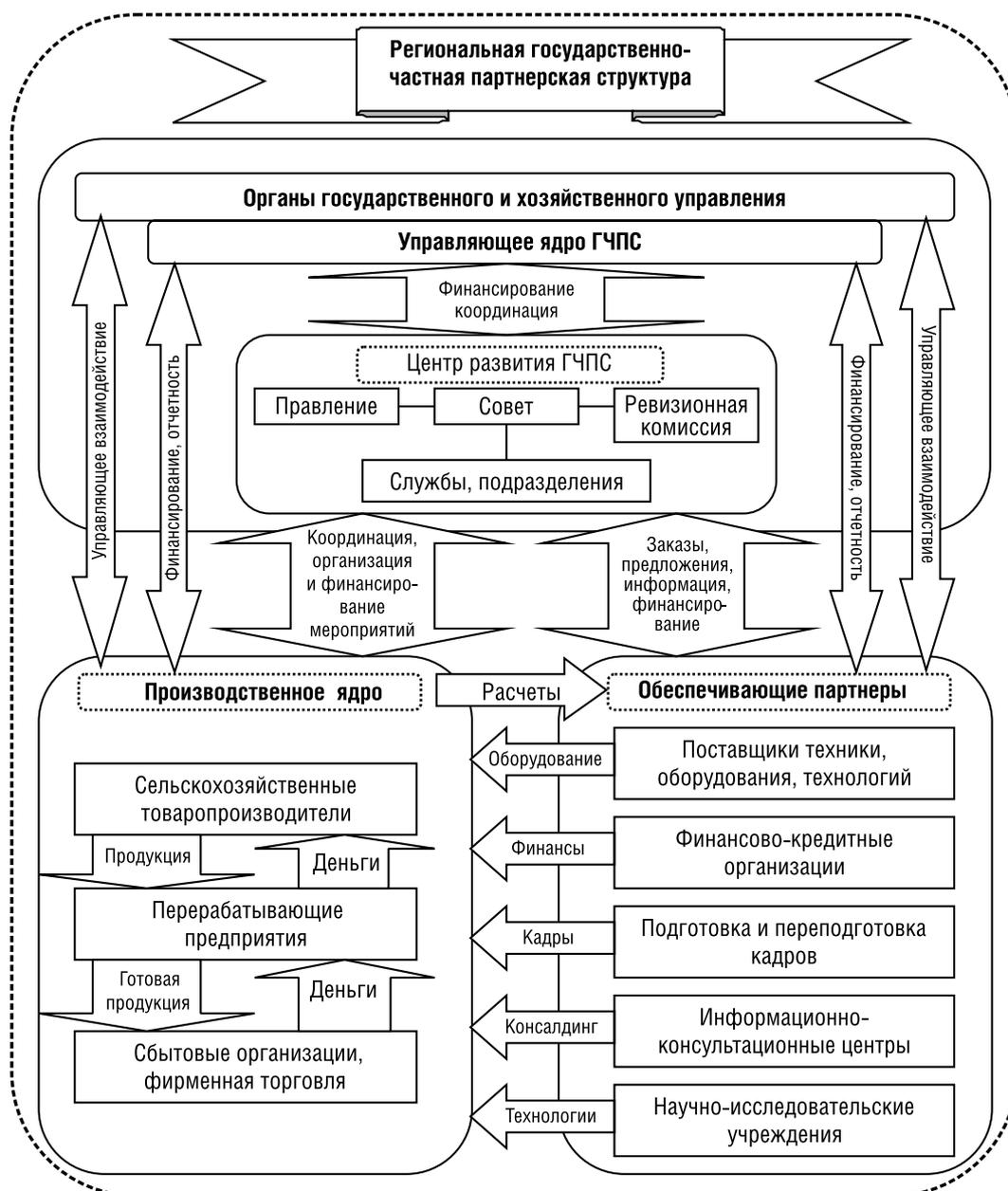


Рис. 2. Организационная модель государственно-частной партнерской структуры

органах власти. В итоге организационно-экономическая модель функционирования структуры государственно-частного партнерства может быть представлена следующим образом (рис. 2).

Использование разработанной модели при реализации проектов государственно-частного партнерства позволяет:

- оптимизировать стратегическое управление и улучшить конкурентную среду для партнеров по объединению;

- совершенствовать процесс получения необходимых знаний и навыков рыночного управления (подготовка и переподготовка в научно-образовательных центрах);

- создать условия для быстрого обмена научными знаниями, инновационными разработками и передовыми технологиями;

- сформировать инновационную инфраструктуру, что позволит не только укрепить связи с поставщиками ресурсов и финансовое положение участников агропромышленного кластера, но и привлечь инвесторов;

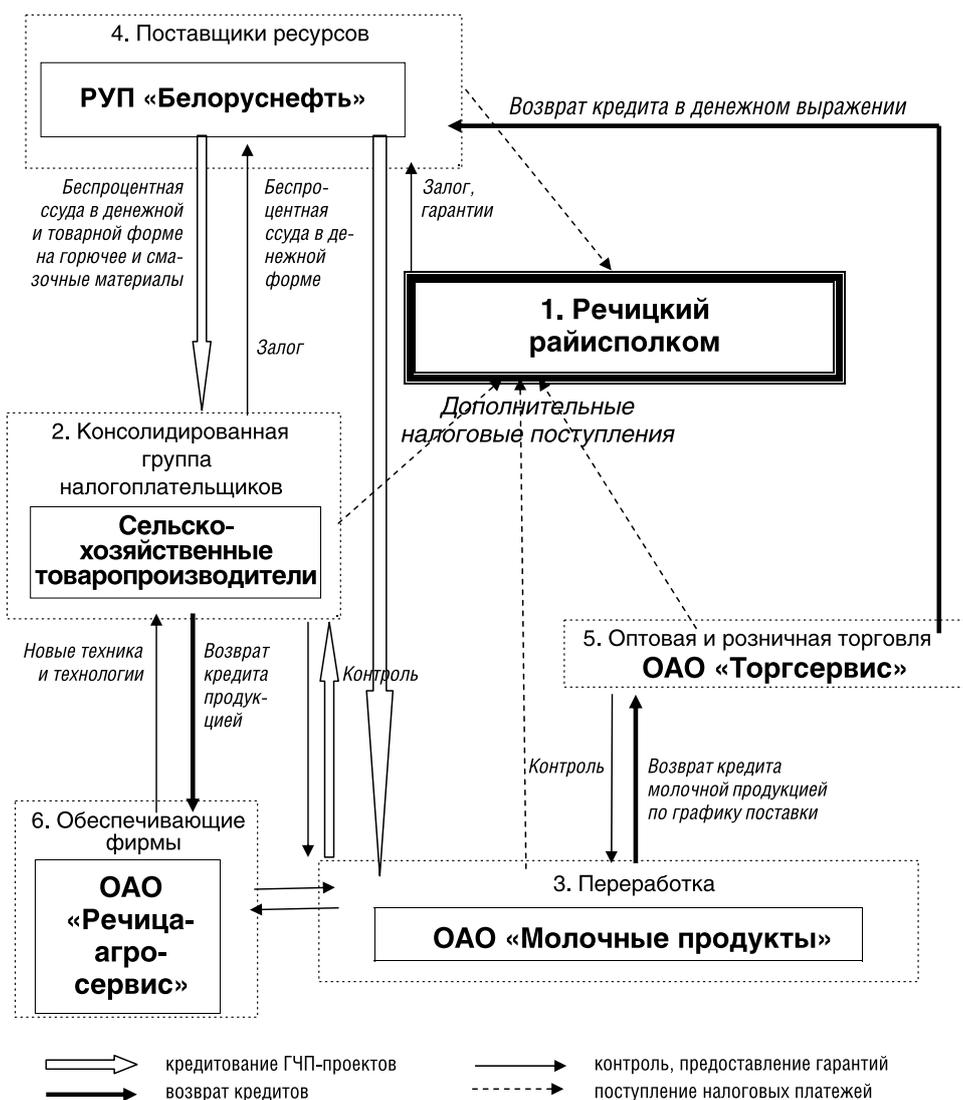


Рис. 3. Схема управления государственно-частной партнерской структурой (на примере Речицкого района Гомельской области)

повысить организационно-экономическую эффективность функционирования кластера за счет привлечения государственных и частных инвестиций, использования управленческого опыта наиболее успешных бизнес-структур;

информирование других участников рынка о создаваемых в агропромышленных кластерах новых видов продукции, технологических решениях при организации производства и др.

Функционирование предложенной модели государственно-частного партнерства в реальных условиях рассмотрено нами на примере создания партнерской структуры (в форме кластера) в Речицком районе Гомельской области по следующим основным блокам (рис. 3):

- создание кластера в регионе, объединяющего предприятия в вертикальную технологическую цепочку по продуктовому признаку;
- формирование проектов ГЧП, структурно объединенных в общую схему развития партнерской структуры, с учетом их коммерческой привлекательности для инвесторов и ограниченных ресурсных возможностей предприятий АПК;
- разработка системы показателей для определения эффективности проектов ГЧП как для каждого участника, так и кластера в целом;
- установление последовательности расчета экономической эффективности внедрения проектов ГЧП на каждом этапе единой технологической цепи «производство – переработка – реализация».

При разработке и формировании государственно-частной партнерской структуры (первый блок) необходима подготовительная работа по выбору проектов ГЧП для конкретных субъектов агропромышленной интеграции с учетом их коммерческой привлекательности для инвесторов. Имитационное моделирование такой структуры позволяет выбрать рациональную схему освоения инноваций и экономически обосновать оптимальную величину и структуру источников привлекаемых инвестиций в рамках регионального АПК.

Второй блок механизма предполагает создание ГЧПС в виде кластера, объединяющего ее участников в вертикально интегрированную технологическую цепочку «от производителя до потребителя». Достижение максимального интегрального эффекта от проектов ГЧП обеспечивается здесь за счет объединения усилий всех участников.

Основными целевыми задачами функционирования государственно-частной партнерской структуры нами определены следующие:

1) повышение эффективности хозяйствования за счет модернизации техники и технологий, увеличения объемов производства конечной продукции;

2) обеспечение сельхозпредприятий региона топливно-энергетическими ресурсами с учетом их потребностей за счет заготовительно-сбытовых предприятий на льготных условиях по схеме прямых поставок;

3) создание в рамках кластера системы товарного кредитования товаропроизводителей (в первую очередь сельскохозяйственных) через поставки горюче-смазочных и ремонтных материалов ее участникам;

4) оптимизация налоговых изъятий в рамках кластера с целью переноса основной нагрузки на стадию реализации конечной продукции;

5) получение гарантий со стороны местных органов управления для осуществления товарного кредитования между субъектами интеграции.

При формировании и реализации общей партнерской программы в рамках кластера достигается увязка экономических интересов хозяйствующих субъектов, относящихся к разным отраслям. При этом степень их взаимодействия обуславливается уставными целями объединения и уровнем разделения труда между участниками, а стимулирование деятельности членов кластера целесообразно осуществлять через механизм управленческих решений.

Практика функционирования предприятий и организаций Речицкого района показывает, что наиболее заинтересованных в инновациях, но имеющих большую кредиторскую задолженность, СПК и КСУПы под патернализмом райисполкома (рис. 3, модуль 1) целесообразно объединить в самостоятельную хозяйственную группу (рис. 3, модуль 2). В этом случае за счет снижения налоговой нагрузки и значительной экономии трансакционных издержек возрастает привлекательность сельскохозяйственных предприятий для реализации инновационных бизнес-проектов, имеющих приоритетное социально-экономическое значение для развития региона.

В качестве делового партнера и инвестора сельхозпредприятий нами определено нефтедобывающее и газоперерабатывающее предприятие РУП «Белоруснефть» (рис. 3, модуль 4) – поставщик ГСМ и других ресурсов для участников кластера.

Исполнительный комитет Речицкого района (в лице райсельхозпрода) выступает гарантом прохождения кредитных инвестиционных операций внутри кластера путем создания залогового фонда, что позволит, с одной стороны, снизить риски вложения кредитных ресурсов для инвесторов, развить лизинг новых технологий для аграрных производителей, а с другой – оптимизировать уровень государственного финансового контроля за деятельностью юридически самостоятельных предприятий.

В качестве управляющей компании (головной организации) нами предложено определить ОАО «Молочные продукты» (рис. 3, модуль 3), которое перерабатывает все поставленное производителями сырье в данном регионе и производит необходимый ассортимент молочной продукции. Готовые продукты реализуются через предприятие ОАО «Торгсервис» (рис. 3, модуль 5), на которое необходимо возложить функции инвестиционного оператора, рационально перераспределяющего финансовые ресурсы внутри кластера.

Таким образом, в рамках региональной партнерской структуры формируются возможности задействовать собственные и привлеченные инвестиционные ресурсы через хозяйственно-экономическое управление в единой цепочке «производство – переработка – сбыт» путем взаимодействия поставщиков ресурсов (горючего и смазочных материалов), сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, а также торгово-сбытовых организаций.

Установлено также, что важным условием устойчивого функционирования механизма государственно-частного партнерства, включая финансирование объектов инноваций, является наличие перспективных и востребованных ГЧП-проектов (в которых обосновывается эффективность будущих нововведений, сумма, форма и сроки возврата кредита, представляется график поставок сельхозпродукции на перерабатывающее предприятие), а также обеспечение залогом товарных операций (собственные средства предприятия – 60 %, гарантии администрации района – 40 %). Средства на инвестиции целесообразно выделять через торговое предприятие ОАО «Торгсервис» по ходатайству партнеров по интеграции после проведения головной организацией анализа финансово-хозяйственной деятельности и получения положительного заключения при наличии договоров залога и беспроцентной ссуды.

В процессе реализации третьего блока предложенного механизма (как на стадии разработки ГЧП-проектов, так и в процессе их выполнения) необходимо определять экономическую эффективность нововведений для каждого участника интегрированного формирования, а также сформировать систему показателей, характеризующих результативность вложенных средств как на уровне всего кластера, так и для каждого отдельного его участника.

При этом эффективность вложений целесообразно определять на каждом этапе освоения инноваций (при составлении технико-экономического обоснования заданий на проектирование, испытание и освоение внедряемых технологий). В этой связи целесообразно рассчитывать как общую, так и сравнительную эффективность инвестиций [5].

В рамках четвертого блока нами предложена последовательность расчета экономической эффективности внедрения инновационной программы на каждом этапе единой технологической цепи «производство – переработка – реализация» в составе регионального кластера, основные отличительные черты которого следующие:

1) обоснование целесообразности, определение характеристик и условий реализации ГЧП-проектов для отдельных участников или всего кластера;

2) выбор базового варианта и его сопоставимость с предлагаемого ГЧП-проекта;

3) обоснование или расчет производительности применяемой новой техники или технологии (сменная или годовая);

4) расчет объема инвестиций для конкретного субъекта интеграции, включая сопутствующие капитальные вложения и эксплуатационные расходы по имеющейся и внедряемой технологии;

5) расчет эксплуатационных затрат (себестоимости) по базовой и новой технике или технологии, которые целесообразно представить в виде себестоимости единицы продукции или годового объема выпускаемой продукции. В данном расчете нами предложено проводить сопоставление по каждому элементу и статье затрат, а также сгруппировать результаты расчетов в виде таблицы;

6) формирование сводной таблицы показателей эффективности ГЧП-проекта для каждого участника интегрированного формирования и всей партнерской структуры, анализ полученных результатов и разработка предложений по лучшему использованию новой техники и технологий.

Таким образом, разработанная методология формирования государственно-частного партнерства в агропромышленном комплексе позволяет увязать экономические интересы участников партнерской структуры (относящихся к различным отраслям), максимально использовать инновации всеми участниками кластера, повысить его конкурентную привлекательность в рамках конкретных территорий за счет получения дополнительной прибыли, существенного снижения налогообложения результатов деятельности промежуточных этапов и выплат налогов на конечной стадии сбыта готового продовольствия (в тесной связи с поступлением выручки).

Список использованных источников

1. Тур, А. Н. Особенности формирования государственно-частного партнерства в Республике Беларусь / А. Н. Тур // Проблемы управления. – 2011. – № 2. – С. 1–11.
2. Черняев, А. А. Механизм формирования и модель функционирования региональных агропромышленных кластеров в Поволжье / А. А. Черняев, Д. В. Сердобинцев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2014. – № 3. – С. 1–5.
3. Государственно-частное партнерство в инновационной сфере: мировой опыт и перспективы России / Р. М. Нижегородцев [и др.]; под ред. Р. М. Нижегородцева, С. М. Никитенко, Е. В. Гоосен. – Кемерово: ООО «Сибирская издательская группа», 2012. – 482 с.
4. Головачев, А. С. Государственно-частное партнерство в системе создания кластеров / А. С. Головачев, В. В. Хотько // Экономика и управление. – 2013. – № 3. – С. 4–9.
5. Запольский, М. Управление инвестиционными процессами и определение их эффективности в интегрированных структурах продуктовых подкомплексов / М. Запольский // Аграр. экономика. – 2006. – № 6. – С. 14–19.

Поступила в редакцию 21.09.2015

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА

УДК 631.223.2

А. Ф. ТРОФИМОВ, А. А. МУЗЫКА, А. А. МОСКАЛЕВ

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ

Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству, Жодино, Беларусь, e-mail: otdel@tut.by

Изучены показатели микроклимата и комфортности условий содержания коров в животноводческих помещениях с различными объемно-планировочными и конструктивными решениями в зимний, переходный и летний периоды года. Установлено, что в зданиях из металлоконструкций обеспечиваются более комфортные условия жизнеобеспечения по сравнению со зданиями из сборных полурамных железобетонных конструкций. Показано, что установка в животноводческих зданиях для содержания поголовья дойного стада светоаэрационного фонаря и применение больших горизонтальных потолочных и циркуляционных вентиляторов обеспечивает эффективную работу системы вентиляции в коровнике и создает комфортные условия для отдыха животных.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, содержание коров, микроклимат животноводческих помещений.

A. F. TROFIMOV, A. A. MUZYKA, A. A. MOSKALIOV

FEATURES OF FORMATION OF MICROCLIMATE IN LIVESTOCK BUILDINGS DEPENDING ON DESIGN

The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry, Zhodino, Belarus, e-mail: otdel@tut.by

The indicators of microclimate and comfortable conditions of livestock maintenance in the buildings of different design during winter, summer and transitional periods of the year are studied. It's established that metal buildings ensure more comfortable conditions in comparison with reinforced framing buildings. It's shown that installation of a skylight in livestock buildings and use of big horizontal ceiling and recirculating air fans ensure the effective work of an air ventilation system in a cowshed and create comfortable conditions for the rest of animals.

Keywords: cattle, maintenance of cows, microclimate of livestock buildings.

В молочном скотоводстве используется большое разнообразие ферм и комплексов по размерам, применяемым системам и способам содержания животных, а также технологиям производства молока. Однако технические и технологические решения на фермах и комплексах нередко вступают в противоречие с биологическими потребностями и возможностями организма, что приводит к снижению устойчивости животных к неблагоприятным воздействиям внешней среды, ухудшению состояния здоровья, снижению продуктивности и качества получаемой продукции, перерасходу кормов на ее образование. Нарушение нормативных параметров микроклимата приводит к снижению молочной продуктивности коров на 7–8 % и увеличению потребления кормов на единицу продукции до 25–30 % [1].

Оптимальному сочетанию факторов микроклимата, определяющих нормальное течение физиологических процессов и влияющих на резистентность организма животных и распространение болезней, необходимо уделять особое внимание. Нормирование микроклимата в животноводческих помещениях является одним из важнейших звеньев технологии промышленного производства молока. Но это возможно лишь в том случае, если строительные решения животноводческих помещений предусматривают применение эффективных средств вентиляции

и строительных материалов, которые по теплотехническим качествам соответствуют климатической зоне нашей республики.

Существует определенная температурная зона, в границах которой процессы теплопродукции и теплоотдачи имеют минимальное значение. Эта зона называется зоной теплового безразличия, или температурой комфорта. По величине она ниже температуры тела и зависит от степени акклиматизации, уровня кормления, возраста и продуктивности животных. В пределах зоны комфорта животные проявляют максимальную продуктивность и расходуют на единицу продукции наименьшее количество корма. Для каждой полновозрастной группы животных имеются пределы отклонений температуры (зона термической нейтральности), выход за границы которых отрицательно отражается на их жизнедеятельности.

Действующие Республиканские нормы технологического проектирования РНТП–1–2004 несколько устарели и нуждаются в пересмотре и обновлении, поскольку они не отражают опыт последних лет по широкому внедрению ресурсосберегающих технологий, учитывающих благополучие животных и возможности современной техники. Существующая нормативная база рассчитана на животных с продуктивностью 4–5 тыс. кг молока и высокими энергетическими затратами на его производство.

В нормах технологического проектирования не учтены и зональные климатические факторы республики. Климатические условия областей Беларуси значительно разнятся. Так, например, повторяемость лет с минимальной температурой минус 25 °С и ниже изменяется в республике от 20 % на юго-западе до 75 % на севере, температура минус 30 °С и ниже – от 3 до 35 % в том же направлении. В то же время животноводческие здания (коровники) в Брестской и Витебской областях возводятся из строительных конструкций, имеющих одинаковые теплотехнические характеристики, хотя общеизвестно, что даже сроки вегетации растений по этим областям разнятся в 20–25 дней [2–4].

При этом важно не только точно оценивать состояние воздушной среды в животноводческих помещениях, но и использовать эти данные для прогнозирования влияния микроклимата на продуктивность, прирост и сохранность животных в отдельные сезоны на реконструируемых и вновь строящихся зданиях. Необходимый воздухообмен зависит от продуктивности животных, т. е. в коровник должно поступать много свежего воздуха, но ни в коем случае не создавать при этом сквозняков.

В настоящее время на рынке Беларуси появились большие горизонтальные потолочные вентиляторы, снабжающие здания ферм свежим воздухом. При этом данные вентиляторы диаметром от 4 до 7 м обеспечивают циркуляцию воздуха и заменяют примерно 10 циркуляционных вентиляторов. Поток воздуха, направляемый вертикально вниз, собирается на полу и отклоняется во все стороны. Горизонтальный ветер, образуемый при этом, приносит животным прохладу со скоростью воздуха до 2,5 м/с.

Также поднимаются специалистами и вопросы освещенности, занимающие до сих пор второе второстепенное значение. Это объясняется тем, что не все процессы, происходящие при воздействии видимого света на организм животных, полностью изучены. В специальной литературе вопросы света и освещенности обсуждаются в основном в связи с птицеводством. Здесь накоплен опыт нескольких десятилетий по менеджменту освещенности и ее влиянию на здоровье и продуктивность птицы, а вот влияние света на здоровье, воспроизводительную способность, обмен веществ и молочную продуктивность коров зачастую недооценивается [5, 6].

Максимальная отдача от внедрения современных технологий может быть получена только при создании комплекса зоотехнических, ветеринарно-санитарных, гигиенических и организационных мероприятий, соответствующих принятой в проекте технологии содержания и обеспечивающих оптимальное взаимодействие животных с окружающей средой. Комфортные условия содержания и обслуживания позволяют достичь равновесия между организмом животного и окружающей средой и тем самым получить наибольшее количество высококачественной животноводческой продукции при минимальных затратах материальных и трудовых ресурсов.

Следовательно, нужны новые зоогигиенические нормативы микроклимата для высокопродуктивных коров и ремонтного молодняка на основании изучения показателей жизнедеятельности организма и взаимодействия с окружающей средой. Их использование при проектировании и строительстве животноводческих помещений в различных агроклиматических зонах Республики Беларусь обеспечит комфортные условия содержания при значительном сокращении инвестиций и энергетических затрат и будет способствовать увеличению продуктивности.

Цель работы – изучение показателей микроклимата и комфортности условий содержания коров в животноводческих помещениях с различными конструктивными решениями в разные сезоны года.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в ГП «ЖодиноАгроПлем-Элита» Смолевичского района Минской области на МТК «Березовица» (здания из металлоконструкций с утепленной кровлей) и МТФ «Жажелка» (одно здание из сборных полурамных железобетонных конструкций и одно здание из металлоконструкций без утепления кровли), а также в условиях учебной школы-фермы УО «БГСХА» Горецкого района Могилевской области по общепринятым зоогигиеническим методикам.

Контроль за состоянием микроклимата в помещениях осуществляли в двух точках помещения (торец и середина) на 6 уровнях (на уровне пола, 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 и 2,5 м от пола) в течение 2 смежных дней по следующим показателям: температура, относительная влажность, освещенность – прибором ТКА-ПКМ; скорость движения воздуха – прибором Testo; концентрация вредных газов – газоанализатором Multigas MX 2100.

Температуру кожного покрова животных и ограждающих конструкций зданий определяли бесконтактным пирометром НИМБУС-420 и с помощью тепловизора FLIR i40.

Поведение животных изучали путем записи отдельных действий или положений животных через определенные промежутки времени с учетом методических рекомендаций Е. И. Админа.

Результаты и их обсуждение. Содержание дойных коров на всех вышеперечисленных объектах групповое, беспривязное, боксовое, с организацией отдыха в индивидуальных боксах. Здания коровников – с нерегулируемым микроклиматом. В коровниках принято шестирядное расположение боксов с одним кормовым столом, размещенным в центральной части здания.

Микроклимат в зимний период в исследуемых зданиях из металлоконструкций с утепленной кровлей наиболее оптимальный по сравнению со зданиями из сборных полурамных железобетонных конструкций и зданиями из металлоконструкций без утепления кровли (табл. 1).

Снижение температуры и повышение влажности воздуха значительно увеличивают его теплопроводность и теплоемкость, что приводит к большой потере тепла животными. Температура поверхности кожи у коров в зданиях из сборных полурамных железобетонных конструкций составила при данных параметрах микроклимата 15,4 °С, в зданиях из металлоконструкций без утепления кровли – 15,2 °С, в то время как в зданиях из металлоконструкций с утепленной кровлей при более оптимальных условиях микроклимата она равнялась 19,6 °С, или выше на 4,2 и 4,4 °С соответственно.

Т а б л и ц а 1. Микроклимат животноводческих зданий в зимний период

Показатель	Здания из сборных полурамных железобетонных конструкций		Здания из металлоконструкций		Здания из металлоконструкций с утепленной кровлей	
	1	2	1	2	1	2
Температура воздуха, °С	-7,6	-8,8	-8,7	-9,1	-4,1	-5,6
Влажность воздуха, %	92,4	93,8	94,6	95,2	77,3	83,9
Скорость движения воздуха, м/с	0,16	0,31	0,31	0,34	0,23	0,32

П р и м е ч а н и е: 1 – торцевая часть зданий; 2 – центральная часть зданий.

Не второстепенное значение для животных имеет освещенность в животноводческих помещениях. В зимнее время, несмотря на полноценное кормление, половая активность и оплодотворяемость у коров снижаются в связи с недостатком естественного света. Для дойных коров

продолжительность светового дня должна составлять до 16 ч в сутки в зимний период, а для сухостойных коров – 8 ч. Освещенность у поилок и кормового стола должна быть на уровне 300 лк, а в боксах для отдыха дойных коров – 200 лк. Освещенность кормового стола в торцевой и центральной части здания соответствовала физиологическим потребностям животных в зданиях из металлоконструкций (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Освещенность в животноводческих помещениях в зимний период, лк

Место	Здания из сборных полурамных железобетонных конструкций	Здания из металлоконструкций	Здания из металлоконструкций с утепленной кровлей
Кормовой стол в торцевой части здания	24	201	342
Кормовой стол в центральной части здания	72	303	386
Сдвоенный бокс	29	370	380
Пристенный бокс	210	487	481

Наблюдение за поведением животных при реализации ими основных процессов жизнедеятельности показало, что животные более комфортно чувствуют себя в зданиях из металлоконструкций с утеплением кровли (табл. 3). Это связано с наиболее оптимальными показателями температурно-влажностного режима. В зданиях из металлоконструкций без утепления кровли и из сборных полурамных железобетонных конструкций наблюдается увеличение времени приема корма с целью восполнения животными количества тепла, увеличение времени на передвижение и, следовательно, сокращение времени на их отдых в боксах.

Т а б л и ц а 3. Результаты хронометражных наблюдений в зимний период, %

Тип зданий	Вид деятельности			
	кормится	стоит	лежит	двигается
Здания из сборных полурамных железобетонных конструкций	24,2	33,7	23,9	18,2
Здания из металлоконструкций	26,6	29,7	23,6	20,1
Здания из металлоконструкций с утепленной кровлей	23,9	32,5	24,5	19,1

Относительная влажность воздуха в зданиях из сборных полурамных железобетонных конструкций в переходный период в торцевой части здания составила 77,1 %, в центральной части – 79,3 %, что выше на 4,9–6,3 и 2,9–4,3 % соответственно, чем в зданиях из металлоконструкций (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Микроклимат животноводческих зданий в переходный период

Показатель	Здания из сборных полурамных железобетонных конструкций		Здания из металлоконструкций		Здания из металлоконструкций с утепленной кровлей	
	1	2	1	2	1	2
Температура воздуха, °С	7,4	7,6	6,3	6,7	8,1	8,7
Влажность воздуха, %	77,1	79,3	72,2	76,4	70,8	75,0
Скорость движения воздуха, м/с	0,36	0,29	0,44	0,41	0,42	0,38

П р и м е ч а н и е: 1 – торцевая часть зданий; 2 – центральная часть зданий.

Температура воздуха в исследуемых животноводческих зданиях находилась практически на одном уровне: в торцевой части помещения – в пределах 6,3–8,1 °С, в центральной части – 6,7–8,7 °С. Разница по скорости движения воздуха также была не существенной.

Температура поверхности кожи у коров находилась практически на одном уровне как в зданиях из металлоконструкций, так и в зданиях из сборных полурамных железобетонных конструкций и составила за период исследований 27,8–29,4 °С.

Освещенность кормового стола в торцевой и центральной части здания соответствовала физиологическим потребностям животных во всех изучаемых вариантах объемно-планировочных и конструктивных решений.

На движение воздуха в помещении и на качество вентиляции существенно влияют конструкция и объемно-планировочные параметры коровника: длина и ширина вентиляционной щели в коньке крыши, ее уклон, расположение и размер приточных отверстий и проемов в стенах, высота продольных стен, ширина здания.

Опыт показывает, что для интенсивного проветривания и доступа необходимого количества свежего воздуха внутрь помещения шириной 18–24 м достаточны боковые стены высотой 3–3,2 м, при 30 м – 3,6 м. Излишняя высота здания – это неоправданное его удорожание.

Наблюдение за поведением животных при реализации ими основных процессов жизнедеятельности показало, что животные более комфортно чувствуют себя в зданиях из металлоконструкций. Связано это с наиболее оптимальными показателями влажностного режима в данных животноводческих зданиях (табл. 5).

Т а б л и ц а 5. Результаты хронометражных наблюдений в переходный период, %

Тип зданий	Вид деятельности, %			
	кормится	стоит	лежит	двигается
Здания из сборных полурамных железобетонных конструкций	23,8	31,2	24,4	20,6
Здания из металлоконструкций	25,4	29,5	26,1	19,0
Здания из металлоконструкций с утепленной кровлей	25,2	29,1	26,9	18,8

Температура воздуха в зданиях из металлоконструкций без утепления кровли в летний период в торцевой части здания составила 29,1 °С, в зданиях из сборных полурамных железобетонных конструкций – 29,4 °С, что на 1,6 и 1,9 °С выше по сравнению со зданиями из металлоконструкций с утепленной кровлей (табл. 6).

Т а б л и ц а 6. Микроклимат животноводческих зданий в летний период

Показатель	Здания из сборных полурамных железобетонных конструкций		Здания из металлоконструкций		Здания из металлоконструкций с утепленной кровлей	
	1	2	1	2	1	2
Температура воздуха, °С	29,4	29,5	29,1	29,9	27,5	28,3
Влажность воздуха, %	52,2	57,5	53,1	55,2	50,3	50,7
Скорость движения воздуха, м/с	0,11	0,07	0,42	0,43	0,46	0,44

П р и м е ч а н и е: 1 – торцевая часть зданий; 2 – центральная часть зданий.

В центральной части здания разница по температуре воздуха составила 1,6 и 1,2 °С соответственно. Наивысшая относительная влажность воздуха отмечена также в зданиях из металлоконструкций без утепления кровли и из сборных полурамных железобетонных конструкций.

В торцевой части этих здания данный показатель составил 53,1 и 52,2 %, или на 2,8 и 1,9 % выше, чем в зданиях с утепленной кровлей, в центральной части здания разница по относительной влажности составила 4,5 и 6,8 % соответственно. Причиной этому послужило отсутствие утепления кровли в зданиях. В здании из сборных полурамных железобетонных конструкций была отмечена недостаточная подвижность воздушных масс: в торцевой части здания она составила 0,11 м/с, в центральной – 0,07 м/с. В зданиях из металлоконструкций скорость движения воздуха была на уровне 0,42–0,46 м/с.

Благодаря движению воздуха по помещению вместе с температурой и его влажностью в зданиях из металлоконструкций с утеплением кровли в летний период создавались более комфортные условия для процессов жизнедеятельности животных. Так, в процессе движения воздух сменяет нагретую воздушную оболочку вокруг тела и оказывает охлаждающее действие, вызывая снижение температуры сначала на поверхности волосяного покрова, затем в толще его и на поверхности кожи (конвективная теплопередача). При этом усиливается отдача тепла и за счет испарения. Таким образом, при высоких температурах подвижный воздух предохраняет животных от перегрева.

Температура поверхности кожи у коров находилась практически на одном уровне как в зданиях из металлоконструкций, так и в зданиях из сборных полурамных железобетонных конструкций и составила за период исследований 32,1–33,7 °С.

Освещенность кормового стола и мест отдыха для животных в торцовой и центральной части здания соответствовала физиологическим потребностям животных во всех изучаемых вариантах объемно-планировочных и конструктивных решений.

Наблюдение за поведением животных при реализации ими основных процессов жизнедеятельности показало, что животные в летний период более комфортно чувствуют себя в зданиях из металлоконструкций с утеплением кровли (табл. 7).

Т а б л и ц а 7. Результаты хронометражных наблюдений в летний период, %

Тип зданий	Вид деятельности			
	кормится	стоит	лежит	двигается
Здания из сборных полурамных железобетонных конструкций	24,0	32,7	24,2	19,1
Здания из металлоконструкций	23,9	32,5	24,5	19,1
Здания из металлоконструкций с утепленной кровлей	24,3	28,5	29,8	17,4

Коровы на МТК «Березовица» свободно и охотно поедали корм, с большим промежутком времени подходили к поилкам. Благодаря оптимальному режиму работы систем вентиляции и микроклимата в зданиях из металлоконструкций создаются комфортные условия для отдыха животных в боксах. Поэтому на данном комплексе за весь период наблюдений не было выявлено конфликтных ситуаций и борьбы между животными за место отдыха в боксах.

Исследования по эффективности применения различных типов вентиляторов для механического побуждения воздухообмена проведены в УО «БГСХА» на учебной молочной ферме. Обследуемые нами животноводческие здания отличались различными типами вытяжной вентиляции в коровниках. В одном животноводческом здании вытяжная вентиляция представлена светоаэрационным фонарем с применением больших горизонтальных потолочных вентиляторов, во втором здании – светоаэрационным фонарем с применением циркуляционных вентиляторов, в третьем здании – вытяжными шахтами естественного побуждения с применением циркуляционных вентиляторов.

Данные наших исследований показали, что в зданиях, где установлены светоаэрационные фонари с применением больших горизонтальных потолочных и циркуляционных вентиляторов, обеспечивается наиболее эффективная работа системы вентиляции в коровниках. Температура воздуха в данных животноводческих помещениях имела динамику повышения от пола вверх и от продольной стены здания к его середине и составила от +6,8 до +8,6 °С. Аналогичная тенденция наблюдалась по относительной влажности, которая колебалась от 72,7 % в пристенном боксе на уровне пола до 80,3 % на кормонавозном проходе на уровне 2,5 м.

Полученные показатели температурно-влажностного режима свидетельствуют об удовлетворительной работе системы вентиляции на обследуемых объектах. Благодаря оптимальному режиму работы систем вентиляции и микроклимата в зданиях, где установлены светоаэрационные фонари и применены большие горизонтальные потолочные и циркуляционные вентиляторы, создаются более комфортные условия для отдыха животных и в пристеночных боксах, и в сдвоенных. В данных помещениях за весь период наблюдений не было выявлено конфликтных ситуаций и борьбы между животными за определенное место в боксе.

В здании, где установлены вытяжные шахты естественного побуждения и применены циркуляционные вентиляторы, температура воздуха не имела динамики повышения от уровня пола вверх и от продольной стены здания к его середине, и колебалась в пределах 8,3–8,4 °С. Относительная влажность воздуха в данном животноводческом помещении составила в среднем 84,6 %, при этом наивысшее значение показателя было на уровне до 1 м от пола и практически отсутствовало движение воздуха. Данные значения показателей микроклимата свидетельствуют о неудовлетворительной работе системы вентиляции, которая не обеспечивает нормативную кратность обмена и скорость движения воздуха в помещении.

Выводы

1. Микроклимат в животноводческих помещениях зависит от многих условий: местного (зонального) климата, теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания и уровня воздухообмена, эффективности вентиляции, состояния канализации, способов уборки и удаления навоза, освещения, а также от технологии содержания и вида животных, особенностей их физиологии и обмена веществ, плотности размещения, типа кормления, способов раздачи кормов и т. д.

2. В зимний и летний периоды в зданиях из металлоконструкций с утеплением кровли обеспечиваются более комфортные для животных условия жизнеобеспечения по сравнению с обследованными животноводческими зданиями из сборных полурамных железобетонных конструкций и зданий из металлоконструкций без утепления кровли.

3. Исследования показателей микроклимата животноводческих помещений в переходный период показали, что в данный период в зданиях из металлоконструкций обеспечиваются более комфортные для животных условия жизнеобеспечения по сравнению с обследованными животноводческими зданиями из сборных полурамных железобетонных конструкций.

4. Установка в животноводческих зданиях для содержания поголовья дойного стада свето-аэрационного фонаря и применение больших горизонтальных потолочных и циркуляционных вентиляторов обеспечивает эффективную работу системы вентиляции в коровнике и создает комфортные условия для отдыха животных.

Список использованных источников

1. Гигиена животных / В. А. Медведский [и др.]. – Минск: Техноперспектива, 2009. – 620 с.
2. *Заводов, В.* Микроклимат в системе производства продукции животноводства / В. Заводов // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 1. – С. 7.
3. Система ведения молочного скотоводства Республики Беларусь / Н. А. Попков [и др.]. – Минск, 2002. – 207 с.
4. Содержание коров на ферме / Г. В. Родионов. – М.: ООО «Издательство Астрель», 2004. – 223 с.
5. Оптимальные характеристики животноводческих помещений // С.-х. вест. – 2003. – № 2. – С. 32.
6. Краткий справочник консультанта / под общ. ред. А. Тёвса. Изд-е 3-е, перераб. и доп. – Мекенхайм: DCM Druck Center Meckeheim GmbH, 2010. – 159 с.

Поступила в редакцию 23.12.2015

УДК 636.4.053.082.265

И. С. КОСКО

ОТКОРМОЧНЫЕ И МЯСНЫЕ КАЧЕСТВА ЧЕТЫРЕХПОРОДНОГО ГИБРИДНОГО МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ

Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству, Жодино, Беларусь, e-mail: kosko1989@km.ru

Изучены откормочные и мясные качества четырехпородного гибридного молодняка свиней. Установлено, что более высокими откормочными качествами характеризовался гибридный молодняк генотипа (БКБ×Й)×(Д×П), а лучшие показатели мясной продуктивности выявлены у животных генотипа (Л×Й)×(Д×П).

Ключевые слова: мясные и откормочные качества, затраты корма, гибридный молодняк, дюрок×пътрэн.

I. S. KOSKO

FATTENING AND MEAT TRAITS OF A FOUR BREED HYBRID OF YOUNG PIGS

The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry, Zhodino, Belarus, e-mail: kosko1989@km.ru

Fattening and meat traits of a four breed hybrid of young pigs are studied. It's established that young pigs of the (BLW×Y)×(D×P) genotype have better fattening traits, and the animals of the (L×Y)×(D×P) genotype demonstrate the best meat traits.

Keywords: meat and fattening traits, feed costs, hybrid young animals, Duroc×Pietrain.

С высокой потребностью рынка в постной свинине в последние годы в мире, в том числе и в Республике Беларусь, интенсивно осуществляется пороодообразовательный процесс, направленный на создание мясных генотипов.

Анализ состояния развития отрасли свиноводства показывает, что, несмотря на происходящие структурные изменения в животноводстве, эта отрасль в большинстве стран развивается динамично и производство свинины устойчиво возрастает. По-прежнему темпы получения свинины опережают рост увеличения поголовья, что свидетельствует об интенсификации отрасли благодаря внедрению научных достижений в селекции свиней, вовлечению в сферу производства высокопродуктивных пород и широкому использованию скрещивания и гибридизации, а также совершенствованию технологии выращивания и откорма свиней [1–3].

В настоящее время широкое использование в условиях товарного свиноводства чистопородных хряков мясных пород для получения откормочного молодняка сопряжено с множеством проблем, решить которые могут немногие производители сельскохозяйственной продукции. Использование гибридных хряков при подборе хорошей сочетаемости и эффекта гетерозиса экономически выгодно, так как они более продуктивны и в большей степени приспособлены к условиям отечественного свиноводства, а также оказывают положительное влияние на откормочные и мясные качества получаемого потомства при скрещивании со свиноматками отечественной селекции [4–6].

Общеизвестно, что гибридные хряки пород дюрок×пътрэн являются супермясными и во многих странах используются для повышения мясности откормочного молодняка на заключительных этапах скрещивания и гибридизации. Учитывая это, был осуществлен завоз хряков указанных пород на станции искусственного осеменения и промышленных комплексов Республики Беларусь. Как свидетельствует мировой опыт свиноводства, высокий уровень репродуктивных, мясных и откормочных качеств трудно объединить в одной породе из-за низкой эффективности одновременной селекции по этим признакам. Для оптимального решения этой проблемы в про-

мышленном производстве рекомендуется использовать в системе скрещивания и гибридизации в качестве отцовских форм хряков-производителей специализированных мясных пород [7–9].

Цель исследования – определить влияние гибридных хряков (дюрок × пьетрен) на откормочные и мясные качества потомства.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в ОАО «Агрокомбинат «Скидельский», филиал «Желудокский агрокомплекс», Щучинский р-н, Гродненская область, в 2014–2015 гг.

Объектом исследования являлись помесные свиноматки БКБ × БМ, БКБ × Й, Л × Й и помесные хряки генотипа Д × П. Животных подбирали по принципу пар-аналогов с учетом возраста, живой массы, упитанности. Для проведения исследований из каждой группы отбирали по 20 подсвинков, полученных в результате скрещивания маток и хряков вышеуказанных генотипов. Откормочные и мясные качества изучали путем контрольного откорма подопытных животных с последующим контрольным убоем и полной обвалкой левых полутуш в соответствии с Методическими указаниями по оценке хряков и маток (ВАСХНИЛ, 1978). Контрольный откорм свиней проводили в производственных условиях комплекса по достижении ими живой массы 100 кг. Учитывали следующие показатели: возраст достижения живой массы 100 кг (сут.), среднесуточный прирост (г), расход корма на 1 кг прироста живой массы (к.ед.) [10], длину туши (см), толщину шпика над 6–7-м грудным позвонком (мм), площадь «мышечного глазка» (см²), массу задней трети полутуши (кг), содержание мяса в туше (%) [11]. Качество мяса и сала определяли согласно Методическим указаниям по изучению качества туш, мяса и подкожного жира убойных свиней (ВАСХНИЛ, 1978).

Подопытное поголовье находилось в одинаковых условиях содержания. Кормление свиней осуществляли полнорационными комбикормами СК-26 в соответствии с технологическими параметрами, предусмотренными типовым проектом комплекса.

Все результаты исследований обработаны биометрически с использованием программы MICROSOFT EXCEL. Достоверность разности определяли по критерию Стьюдента. При определении достоверности использованы критерии значимости: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

Результаты и их обсуждение. Полученные результаты исследований свидетельствуют о достаточно высоком уровне откормочной продуктивности гибридного молодняка. Наиболее высокими показателями по большинству признаков продуктивности характеризовались животные генотипа (БКБ × Й) × (Д × П), у которых возраст достижения живой массы 100 кг составил 160 дней, среднесуточный прирост от 30 до 100 кг – 817 г, затраты корма на 1 кг прироста – 3,23 к.ед. (табл. 1). Превышение продуктивности данного генотипа над животными других опытных групп по аналогичным показателям составило 3 дня, или 1,9 % ($P \leq 0,05$), 28–29 г, или 3,5–3,6 % ($P \leq 0,001$). Превосходство над животными контрольной группы по возрасту достижения живой массы 100 кг составило 5 дней, или 3,1 %, по среднесуточному приросту – 76 г, или 9,4 % ($P \leq 0,01$).

Т а б л и ц а 1. Показатели откормочных признаков породно-линейных гибридов ($n = 20$)

Породные сочетания	Возраст достижения живой массы 100 кг, дней	Среднесуточный прирост от 30 до 100 кг, г	Затраты корма на 1 кг прироста, к.ед.
<i>Контрольная группа</i>			
(БКБ × БМ) × Д	165 ± 0,25	741 ± 4,90	3,47 ± 0,03
<i>Опытные группы</i>			
(БКБ × БМ) × (Д × П)	163 ± 0,70*	789 ± 2,57***	3,33 ± 0,03**
(БКБ × Й) × (Д × П)	160 ± 0,31***	817 ± 4,23***	3,23 ± 0,03***
(Л × Й) × (Д × П)	163 ± 0,80*	788 ± 9,95***	3,33 ± 0,03**

Установлено, что гибридные животные всех генотипов отличались повышенной конверсией корма, что способствовало снижению себестоимости получаемой свинины. Гибридный молодняк генотипа (БКБ × Й) × (Д × П) потреблял корма на 0,24 к. ед. меньше на 1 кг прироста по сравнению с молодняком контрольной группы ($P \leq 0,001$). У сверстников породных сочетаний (БКБ × БМ) × (Д × П), (Л × Й) × (Д × П) затраты корма на 1 кг прироста составили 3,33 к.ед., что на 0,14 к.ед. ниже, чем у животных контрольной группы ($P \leq 0,001$).

Более высокие значения коэффициентов изменчивости у животных II и III опытных групп гибридных животных связаны с их более высокими показателями продуктивности.

Высокие и стабильные результаты оценки откормочных качеств гибридного молодняка подтверждаются низкими коэффициентами изменчивости признаков (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Коэффициенты изменчивости откормочных признаков подопытного молодняка свиней ($n = 20$), %

Породные сочетания	Возраст достижения живой массы 100 кг	Среднесуточный прирост от 30 до 100 кг	Затраты корма на 1 кг прироста
<i>Контрольная группа</i>			
(БКБ×БМ)×Д	0,68	2,96	3,41
<i>Опытные группы</i>			
(БКБ×БМ)×(Д×П)	1,93	1,45	2,41
(БКБ×Й)×(Д×П)	0,86	2,32	4,15
(Л×Й)×(Д×П)	2,20	5,64	2,74

Как видно из данных табл. 2, вариабельность откормочных показателей гибридного молодняка была невысокой (0,68–5,64 %). Наиболее высокие (5,64 %) коэффициенты вариации наблюдались по среднесуточному приросту у животных (Л×Й)×(Д×П), что, по-видимому, связано с влиянием паротипического влияния факторов среды.

Прижизненное изучение мясных качеств (прибором Piglog 105) дает возможность провести предварительную оценку мясности туш. Окончательную оценку мясной продуктивности устанавливают после контрольного убоя и обвалки полутуш животных на основании учета количественных, качественных показателей морфологического состава туш и физико-химических свойств мяса и сала [12].

Установлено, что наиболее высокой мясностью туш среди опытных групп отличался молодняк генотипа (Л×Й)×(Д×П), у которых длина туши составила 100 см ($P \leq 0,01$), толщина шпика над 6–7-м грудным позвонком – 20,4 мм ($P \leq 0,01$), масса задней трети полутуши – 11,6 кг ($P \leq 0,001$), площадь «мышечного глазка» – 45,8 см² ($P \leq 0,001$), содержание мяса в туше – 65,2 % (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Показатели мясной продуктивности подопытных животных ($n = 5$)

Породные сочетания	Длина туши, см	Толщина шпика, мм	Площадь «мышечного глазка», см ²	Масса задней трети полутуши, кг	Содержание мяса в туше, %
<i>Контрольная группа</i>					
(БКБ×БМ)×Д	98,7±0,21	21,2±0,20	42,4±0,29	11,2±0,12	63,4±0,10
<i>Опытные группы</i>					
(БКБ×БМ)×(Д×П)	99,6±0,17**	20,6±0,12*	43,1±0,63	11,2±0,23	64,5±0,49*
(БКБ×Й)×(Д×П)	99,3±0,20	20,7±0,06*	43,6±0,15*	11,3±0,09	64,1±0,09**
(Л×Й)×(Д×П)	100±0,33**	20,4±0,12**	45,8±0,18***	11,6±0,06**	65,2±0,07***

По сравнению с животными контрольной группы по аналогичным показателям превосходство составило: 1,3 см ($P \leq 0,01$), или 1,3 %, 0,8 мм ($P \leq 0,01$), или 3,8 %, 0,4 кг, или 3,5 %, 3,4 см², или 7,5 % и 1,8 п.п. ($P \leq 0,001$) соответственно. У молодняка других опытных групп показатели мясной продуктивности были выше: по длине туши – на 0,4–0,7 см (0,4–0,7 %), толщине шпика – 0,2–0,3 мм ($P \leq 0,05$) (1,0–1,5 %), площади «мышечного глазка» – 2,2–2,7 см² ($P \leq 0,05$) (4,4–5,9 %), массе задней трети полутуши – 0,3–0,4 кг (2,6–3,5 %) и содержанию мяса в туше – на 0,7 ($P \leq 0,05$) – 1,1 ($P \leq 0,001$) п.п. было ниже по сравнению с животными генотипов (БКБ×БМ)×(Д×П) и (БКБ×Й)×(Д×П).

При изучении показателей мясной продуктивности подопытных животных определяли их изменчивость. Установлено, что наименьшей изменчивостью у животных всех опытных групп характеризовались показатели длины туши, толщины шпика и содержания мяса в туше (табл. 4). Коэффициенты вариации данных признаков находились в пределах 0,06–1,42, 0,48–1,65 и 0,18–1,32 %. Относительно невысокая степень изменчивости наблюдалась также и по массе задней

трети полутуши (0,90–3,48 %), самый высокий показатель изменчивости этого признака (3,48 %) наблюдался у животных сочетания (БКБ×БМ)×(Д×П).

Невысокая степень изменчивости отмечена по площади «мышечного глазка» (0,58–6,55 %), но наивысшей она оказалась у животных генотипа (БКБ×БМ)×(Д×П) (6,5 %). Следует отметить, что невысокие коэффициенты изменчивости показателей толщины шпика и площади «мышечного глазка» во всех группах обусловлены влиянием породных особенностей мясных генотипов свиней, которые, по нашему мнению, повлияли на повышение гетерозиготности товарного молодняка. Однако за счет хорошей сочетаемости при породно-линейной гибридизации туши свиней оказались достаточно выровненными и стандартными, что особенно ценно при производстве товарного молодняка.

Т а б л и ц а 4. Коэффициенты изменчивости мясной продуктивности подопытных животных ($n = 5$), %

Породные сочетания	Длина туши	Толщина шпика	Площадь «мышечного глазка»	Масса задней трети полутуши	Содержание мяса в туше
<i>Контрольная группа</i>					
(БКБ×БМ)×Д	1,42	1,65	1,19	1,79	0,27
<i>Опытные группы</i>					
(БКБ×БМ)×(Д×П)	0,30	0,97	6,55	3,48	1,32
(БКБ×Й)×(Д×П)	0,35	0,48	0,67	1,36	0,24
(Л×Й)×(Д×П)	0,06	0,98	0,58	0,90	0,18

Большое значение в практике племенного отбора имеет учет корреляционных связей между селекционируемыми признаками. Их анализ указывает на возможности эффективной селекции по данным признакам и позволяет разработать оптимальную стратегию отбора и подбора животных. Существует ряд связей, которые ведут к значительному улучшению или ухудшению одного признака при отборе по-другому. Связи по этим признакам не являются строго функциональными, при изменении одного признака на определенную величину другой имеет множество значений. Корреляционные связи имеют исключительно большое значение для решения ряда методических вопросов в селекции сельскохозяйственных животных. Они формируются в процессе индивидуального развития, а отбор может закрепить и перестроить вновь возникшие особенности [13].

В наших экспериментах отмечена высокая отрицательная коррелятивная связь во всех группах животных между показателями возраста достижения живой массы 100 кг и среднесуточными приростами (–0,62...–0,72) (табл. 5).

Высокая положительная корреляционная связь наблюдалась во всех группах животных между возрастом достижения живой массы 100 кг и затратами корма на 1 кг прироста (0,76–0,85). Отмечена также высокая отрицательная корреляция между среднесуточными приростами и затратами корма на 1 кг прироста в группах животных генотипов (БКБ×Й)×(Д×П) и (Л×Й)×(Д×П) –

Т а б л и ц а 5. Корреляционная взаимосвязь признаков откормочной и мясной продуктивности

Коррелируемые признаки	(БКБ×БМ)×Д	(БКБ×БМ)×(Д×П)	(БКБ×Й)×(Д×П)	(Л×Й)×(Д×П)
Возраст достижения живой массы 100 кг × среднесуточный прирост	–0,72	–0,65	–0,62	–0,66
Возраст достижения живой массы 100 кг × затраты корма	0,85	0,79	0,76	0,80
Среднесуточный прирост × затраты корма	–0,58	–0,60	–0,70	–0,76
Среднесуточный прирост × толщина шпика	0,12	0,10	0,08	0,09
Среднесуточный прирост × масса задней трети полутуши	0,28	0,30	0,19	0,22
Толщина шпика × масса задней трети полутуши	–0,31	–0,29	–0,26	–0,28
Толщина шпика × длина туши	–0,09	–0,07	–0,10	–0,09
Толщина шпика × затраты корма	0,10	0,09	0,14	0,12
Толщина шпика × площадь «мышечного глазка»	–0,32	–0,34	–0,28	–0,30
Толщина шпика × мясность туши	–0,30	–0,28	–0,32	–0,30

-0,70...-0,76. Исключение составили животные генотипов (БКБ×БМ)×Д и (БКБ×БМ)×(Д×П), у которых наблюдалась средняя степень корреляции (-0,58...-0,60), что, возможно, связано с незначительной выборкой и влиянием индивидуальных особенностей животных. Низкие положительные коэффициенты корреляции наблюдались между показателями среднесуточных приростов и толщиной шпика (0,08-0,12), а также среднесуточными приростами и массой задней трети полутуши (0,19-0,30). Низкая степень отрицательной и положительной корреляции установлена у гибридного молодняка всех исследуемых групп между толщиной шпика и массой задней трети полутуши (-0,26...-0,31), толщиной шпика и длиной туши (-0,07...-0,10), толщиной шпика и затратами корма (0,09-0,14). Средняя величины отрицательная корреляция установлена во всех группах животных между толщиной шпика и площадью «мышечного глазка» и толщиной шпика и мясностью туш (-0,28...-0,34) и (-0,28...-0,32).

Выводы

1. Гибридный молодняк генотипа (БКБ×Й)×(Д×П) имеет более высокие откормочные качества. Возраст достижения живой массы 100 кг у них составил 160 дней, среднесуточные приросты от 30 до 100 кг – 817 г, затраты корма на 1 кг прироста – 3,23 к. ед.

2. Максимальным значением мясных качеств характеризовались животные генотипа (Л×Й)×(Д×П), у которых длина туши составила 100 см ($P \leq 0,01$), толщина шпика над 6–7-м грудным позвонком – 20,4 мм ($P \leq 0,01$), масса задней трети полутуши – 11,6 кг ($P \leq 0,001$), площадь «мышечного глазка» – 45,8 см² ($P \leq 0,001$), содержание мяса в туше – 65,2 % ($P \leq 0,001$).

3. По большинству корреляционных взаимосвязей между изучаемыми признаками не удалось выявить строгой закономерности, что может быть обусловлено сложным влиянием четырех различных пород, которые использовались при получении гибридного молодняка, а также паратипических факторов или малой выборкой животных ($n = 5$ гол.).

Список использованных источников

1. *Bosch, M.* My brid schweinezuchtin Deutschland / M. Bosch, E. Kalm // Schweinewelt. – 1996. – N5. – S. 9–14.
2. *Попков, Н. А.* Состояние и перспективы животноводства Беларуси / Н. А. Попков, И. П. Шейко // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Минск, 2008. – Т. 1. – С. 3–7.
3. *Мельников, А. Ф.* Мясные показатели и качество свинины трех- и четырехпородных гибридов / А. Ф. Мельников, Н. В. Подскребкин, Е. А. Янович // Актуальные проблемы интенсификации производства продукции животноводства : тез. докл. междунар. науч.-произв. конф., 13–14 окт. 2005 г. – Жодино, 2005. – С. 64–65.
4. *Подскребкин, Н. В.* Повышение продуктивных качеств свиней на основе принципов и методов племенной работы селекционно-гибридного центра / Н. В. Подскребкин, Р. И. Шейко. – Жодино : Ин-т животновод. НАН Беларуси, 2005. – 109 с.
5. *Биофизические экспресс-методы оценки в племенном свиноводстве : учеб. пособие / В. П. Рыбалко [и др.].* – Полтава : П. Током, Украина, 2003. – 112 с.
6. *Кунев, Т.* Определение оптимального убойного веса у поросят четырехпородного гибрида (дунайская белая × ландрас) × (гемпшир × пьетрен) / Т. Кунев, Б. Беньков // Животноводни науки. – 1998. – № 5. – С. 352–354.
7. *Продуктивность чистопородных и помесных маток при скрещивании с хряками белорусской мясной породы / Л. А. Федоренкова [и др.]* // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. / науч. ред. И. П. Шейко. – Минск, 2001. – Т. 36. – С. 72–75.
8. *Buchanan, D. S.* The Crossbred Boar / D. S. Buchanan // PignewsInform. – 1988. – Vol. 9, N3. – P. 269–275.
9. *Храмченко, Н. М.* Сравнительная оценка откормочной и мясной продуктивности помесного и гибридного молодняка / Н. М. Храмченко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки, 2004. – Вып. 7. – С. 39–41.
10. *Свиньи. Метод контрольного откорма: ОСТ 103–86: утв. Гос. агропром. ком. СССР 3.04.86 / Б. В. Александров [и др.].* – М., 1986. – 5 с.
11. *Свиньи. Метод оценки ремонтного молодняка по собственной продуктивности: ОСТ 102–86: утв. Гос. агропром. ком. СССР 3.04.86 / Б. В. Александров [и др.].* – М., 1986. – 4 с.
12. *Караба, В. И.* Разведение сельскохозяйственных животных / В. И. Караба, В. А. Пилько, В. М. Борисов. – Горки : Белорус. с.-х. акад., 2005. – 368 с.
13. *Интенсификация племенного отбора в свиноводстве / В. Н. Шарин [и др.]* // Свиноводство. – 2011. – № 2. – С. 8–10.

Поступила в редакцию 05.01.2016

УДК 636.4.082.12

И. П. ШЕЙКО, Р. И. ШЕЙКО, Т. Н. ТИМОШЕНКО

БЕЛОРУССКИЙ ВНУТРИПОРОДНЫЙ ТИП СВИНЕЙ В ПОРОДЕ ДЮРОК

Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству, Жодино, Беларусь, e-mail: belniig@tut.by

Представлены материалы и дана характеристика белорусского внутрипородного типа свиней в породе дюрок. Приведена генеологическая структура внутрипородного типа и численность поголовья свиней в базовых хозяйствах республики. Изучены репродуктивные качества свиноматок, откормочные и мясные качества молодняка.

Ключевые слова: порода, линия, тип, отцовская порода свиней, репродуктивные, откормочные и мясные качества.

I. P. SHEYKO, R. I. SHEYKO, T. N. TIMOSHENKO

BELARUSIAN INBREED TYPE OF PIGS IN DUROC BREED

The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry, Zhodino, Belarus, e-mail: belniig@tut.by

The article presents the data and characteristics of animals of the inbreed type in the Duroc breed. Genealogical structure of the inbreed type and number of animals at basic enterprises of the republic are stated. Reproductive traits of sows and fattening and meat traits of young animals are studied.

Keywords: breed, line, type, parent breed of pigs, reproductive, fattening and meat traits.

Введение. Животные породы дюрок получают все большее распространение в товарном свиноводстве – племенной молодняк пользуется высоким спросом среди производителей свинины из-за высокого (до 65 %) выхода мяса в тушах при отличном его качестве, вкусовым и технологическим свойствам. Кроме того, эти свиньи обладают исключительной ценностью при селекции на повышение неспецифической защиты организма, что особенно важно для получения жизнеспособного потомства. Хряки породы дюрок являются особо ценной мясной породой, стойко передающей высокие мясные качества потомству, она широко используется в промышленном свиноводстве в различных вариантах двух- и трехпородного скрещивания и гибридизации при производстве мясной свинины.

При совершенствовании существующих пород свиней и создании новых генотипов все чаще практикуют раздельную селекцию по ограниченному числу хозяйственно полезных признаков, предусматривая специализацию пород, линий и заводских типов на материнские и отцовские с последующим их скрещиванием и выявлением положительной сочетаемости по нужному комплексу показателей продуктивности. Разделение пород, линий и типов на отцовские и материнские основывается на различиях в наследовании воспроизводительных, откормочных и мясных качеств: в материнских формах используют породы, типы и линии, обеспечивающие высокие воспроизводительные качества, а отцовские – требуемые показатели по откормочным и мясным качествам [1–6].

Дюрок – одна из самых распространенных пород в США. Животные рыжей масти с оттенками от светло-золотистой до темно-коричневой, крупных размеров. Взрослые хряки достигают 400 кг, матки – 340 кг. Свиньи крепкой конституции с хорошими адаптивными качествами к условиям разных природно-климатических зон, пригодны для разведения в разнообразных хозяйственных условиях, в том числе и на механизированных фермах промышленного типа. Требованиям этих условий в полной мере отвечают крепкие телосложение и костяк, хорошо поставленные конечности, прямые крепкие копыта. Свиньи породы дюрок с длинным туловищем, аркообразной спиной, большими, хорошо выполненными окороками [7–11].

Животные обладают высокой скороспелостью, достигают желательных откормочных кондиций в раннем возрасте, отличаются исключительно высокой скоростью роста, хорошими мясными качествами и эффективностью использования корма.

Среди американских пород сейчас едва ли найдутся другие свиньи, которые обладали бы такой крепостью конституции и высокой скоростью роста, как свиньи породы дюрок. Считается, что по качеству туши (длине, развитию филейной части, мясности) дюроки уступают лишь свиньям гемпширской породы, но быстрее растут и эффективнее используют корм. Матки менее плодовиты (8–9 поросят), чем у других пород, но обладают высокими материнскими качествами и хорошо вскармливают потомство, выращивают к отъему тяжеловесных поросят с высокой скоростью роста.

В XX в. порода изменялась в соответствии с требованиями времени. Сначала свиней отбирали на пригодность к условиям фермерских хозяйств, совершенствовали телосложение, обращая особое внимание на крепость конституции и развитие окороков. Примерно с 30-х годов порода совершенствовалась в направлении улучшения скороспелости животных, повышения их скорости роста и способности достигать желательных откормочных кондиций в раннем возрасте. Начиная с 50-х годов уделялось внимание мясности. Такое направление в селекции способствовало созданию животных с длинным туловищем, хорошо обмускуленных, с высоким содержанием мяса и низким сала в туше, а также с высокой скоростью роста и хорошей конверсией корма [8–12].

При чистопородном разведении показатели продуктивности дюроков в Беларуси и странах СНГ несколько ниже, чем в США: возраст достижения живой массы – 186 дней (в США – 160–165 дней), среднесуточный прирост за период откорма – 718 г (в США – 850–900 г), затраты корма – 2,9 к. ед. на 1 кг прироста (в США – 2,8 к. ед.). Животные характеризуются хорошими убойными и мясными качествами. Убойный выход составляет 80,25–81,75 % (на 2–3 % выше, чем у наших пород), толщина шпика – 22–25 мм, содержание мяса в туше – 63–65 % [13–15].

Цель работы – усовершенствовать имеющиеся в республике племенные стада и заводской тип свиней в породе дюрок «Белорусский О-1», а также создать на их основе высокопродуктивный внутривидовый тип.

В настоящее время в республике созданы и селекционируются стада свиней породы дюрок для получения племенных хрячков с целью использования их в республиканской системе скрещивания и гибридизации. При двухпородном скрещивании помеси (крупная белая × дюрок) превосходят крупных белых свиней и помесей (крупная белая × ландрас) по среднесуточному приросту на 79–56 г, убойному выходу – на 2–18 %, сохранности поросят к отъему – на 2–6 %.

При сравнительной оценке воспроизводительных качеств свиней различного направления продуктивности отмечено, что наиболее высоким многоплодием отличались свиноматки крупной белой породы и их помеси с хрячками породы дюрок. Кроме того, помеси в течение трех поколений имели самые высокие показатели молочности (65,1–66,1 кг). У них рождались самые крупные поросята, которые отличались наибольшей массой (6,45 кг) при отъеме в возрасте 26 дней.

Изучение влияния генотипа и стрессустойчивости дюроков на убойные, мясо-сальные и некоторые биологические качества животных показало, что наибольшей массой парной туши и убойным выходом отличались чистопородные животные породы дюрок и помесные подсвинки, полученные с их участием. Помеси с дюроком отличались и наилучшими мясными качествами, причем при использовании этой породы как в качестве отцовской, так и в качестве материнской формы. В опытах также установлено, что свинина, полученная от стрессчувствительных животных, часто отличается пороками, характеризуемыми как синдромы PSE (бледное, мягкое, водянистое) или DFD (темное, плотное, сухое), делающими ее малоприспособленной для переработки. Однако достоверной зависимости между стрессчувствительностью и генотипом животных установлено не было. Отсутствие такой зависимости объясняется, прежде всего, тем, что животные генетически более реактивные, имеют, как правило, и более развитые формы неспецифической защиты организма: большее количество эритроцитов и лейкоцитов, повышенное содержание гемоглобина и самые высокие показатели лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови. Учитывая это, можно сделать вывод, что порода дюрок обладает исключительной ценностью при селекции свиней на повышение неспецифической защиты организма, что особенно важно при производстве свинины на промышленных комплексах нашей республики [13–15].

Материалы и методы исследований. Учеными РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» в результате длительной селекционной работы создан внутривидовой тип свиней в породе дюрок. Разведением и совершенствованием свиней нового типа занимаются в четырех селекционно-гибридных центрах: ОАО «Василишки» Гродненской, КСУП СПЦ «Заднепровский» Витебской и ОАО СПЦ «Западный» Брестской и ОАО «Вихра» Могилевской областей. В этих хозяйствах осуществляется совершенствование имеющихся животных породы дюрок, а также наращивается численность селекционных стад методом закладки новых линий и семейств с использованием животных импортной селекции. Удельный вес животных породы дюрок за пять лет увеличился от 1,5 до 5 % в общей массе разводимых в республике пород.

Результаты и их обсуждение. При изучении комбинационной способности животных специализированных пород ландрас и дюрок при двух- и трехпородном скрещивании установлено, что хряки породы дюрок превосходили ландрасов по энергии роста: при двухпородном скрещивании – на 5,3 %, трехпородном – на 7,6 %. Положительное влияние породы дюрок наблюдалось как по убойным, так и по мясным качествам.

За последние десять лет работы с породой созданы и апробированы селекционные стада заводского типа в породе дюрок «Белорусский» численностью 306 маток и 30 хряков. С 2006 г. в Республику Беларусь осуществлялся поэтапный завоз свинок и хрячков породы дюрок канадской селекции, впоследствии на их основе были сформированы высокопродуктивные селекционные стада и новые заводские линии. Общеизвестно, что селекционный процесс по созданию новых пород, заводских типов и линий длительный, дорогостоящий и трудоемкий, который необходимо и дальше поддерживать и развивать. Следовательно, выведение нового белорусского конкурентоспособного внутривидового типа свиней в породе дюрок путем включения в селекционный массив, созданных с использованием генофонда животных импортной селекции, новых высокопродуктивных линий и селекционных стад свиней, является весьма актуальным вопросом.

По данным бонитировки на 01.10.2015, поголовье племенных животных в селекционных стадах вышеупомянутых хозяйств составило 951 гол.: ОАО «Василишки» – 131 гол., КСУП СПЦ «Заднепровский» – 253 гол., ОАО СПЦ «Западный» – 342 гол., ОАО «Вихра» 225 гол., в том числе 100 гол. основных и проверяемых хряков и 500 гол. свиноматок вошло в созданный внутривидовой тип.

Имеющееся поголовье свиней в базовых хозяйствах позволяет вести плановую работу в стадах и проводить целенаправленный отбор племенного молодняка при сохранении селекционного давления по хрячкам 1 : 8 и свинкам 1 : 3.

За отчетный период был проведен анализ генеалогической структуры по линиям и семействам животных породы дюрок. В генеалогическую структуру созданного заводского типа входят шесть заводских линий канадской селекции (Клад 723, Князь 321, Комбат 412, Король 732, Крепыш 332, Кристалл 1244), пять линий французской (Амиго 6875, Фонтан 3696, Фарс 887, Фагот 1352111, Флинт 6685) и три линии немецкой (Анжело 700202, Тито 6773, Шатти 700130) селекции.

В процессе работы по созданию внутривидового типа было распределено количество свиноматок по семействам. В новом внутривидовом типе их насчитывается 10: Алада, Горст, Корала, Ладана, Мархула, Ронала, Рифле, Тара, Теста, Мисс-Проперр.

Анализ имеющегося поголовья свиней новых генотипов в базовых хозяйствах республики, разводящих мясной генотип породы дюрок, представлен в табл. 1.

В процессе селекционно-племенной работы в породе дюрок произошли некоторые изменения показателей развития и телосложения животных. Живая масса основного поголовья хряков и маток превышает требования класса элита. За последние годы в результате целенаправленной селекционно-племенной работы полученные показатели длины туловища хряков-производителей соответствуют классу элита, а у маток этой породы улучшились и уже приблизились к требованиям класса элита (162 см). Это свидетельствует о том, что в дальнейшей работе при отборе ремонтного поголовья необходимо особое внимание уделять животным с более высокими показателями длины туловища.

Т а б л и ц а 1. Показатели развития хряков и маток породы дюрок в возрасте 36 мес. и старше относительно требований для класса элита

Показатель	ОАО СГЦ «Западный»		КСУП СГЦ «Заднепровский»		ОАО СГЦ «Вихра»		Итого	
	Хряки	Матки	Хряки	Матки	Хряки	Матки	Хряки	Матки
Оценено, гол.	1	4	3	11	6	8	10	23
Живая масса, кг	350	250	307	238,8	302	243	308,3	242
± к классу элита, кг	+50	+15	+7,0	+3,8	+2	+8	+8,3	+7
± к классу элита, %	+14,3	+6	+2,2	+1,6	+1,01	+5,7	+2,8	+5,2
Длина туловища, см	183	154	175,7	162,5	179	164	179	162
± к классу элита, см	+2	-14	-5,3	-5,5	-2	-4,0	-2,0	-6,0
± к классу элита, %	+1,1	-9,1	-3,0	-3,4	-1,1	-2,5	-1,1	-3,7

Установлено, что по комплексной оценке развития хряки-производители и матки породы дюрок имели показатели, соответствующие классу элита и превосходящие его на 2,8–5,2 %, а по длине туловища хряки-производители превосходили прошлогодний уровень сверстников на 0,7 %, а матки – на 0,3 %. Это свидетельствует о том, что сохраняется тенденция в сторону увеличения показателей роста и развития полновозрастных животных.

За отчетный период в базовых хозяйствах, разводящих мясной генотип свиней породы дюрок, был проведен анализ репродуктивных качеств маток с использованием методов вариационной статистики. Репродуктивные качества маток породы дюрок в селекционных стадах представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Средняя продуктивность маток породы дюрок в хозяйствах республики

Показатель	ОАО «Василишки»	ОАО «СГЦ Западный»	КСУП СГЦ «Заднепровский»	ОАО СГЦ «Вихра»	В среднем
В среднем по стаду маток, гол.	43	275	122	60	
Многоплодие, гол.	10,1	9,6	9,6	8,9	9,6
Молочность, кг	53,4	54	44,1	47,5	50,7
Отнято поросят, гол.	9,6	9,9	8,7	8,7	9,4
Масса гнезда в 35–41 день, кг	88,1	71	63,8	88,6	72,7

Установлено, что при анализе продуктивности маток в базовых предприятиях показатели многоплодия, молочности, количества поросят и массы гнезда при отъеме в 35 дней у маток породы дюрок составили 9,6 гол., 50,7 кг, 9,4 гол., 72,7 кг соответственно.

Выявлено, что наиболее высокопродуктивные селекционные стада свиней породы дюрок сосредоточены в ОАО «Василишки» Гродненской области, ОАО «СГЦ Западный» Брестской области, где показатели аналогичных признаков составляют 10,1 гол., 53,4 кг, 9,6 гол., 88,1 кг, а также 9,6 гол., 54,0 кг, 9,9 гол., 71,0 кг соответственно.

Репродуктивные качества свиноматок характеризуются низкой степенью наследуемости и находятся под значительным влиянием сочетаемости пар и линий животных. Нередко от весьма ценных по своим индивидуальным качествам животных при неудачном сочетании пар получают посредственное потомство, поэтому подбору родительских пар необходимо уделять особое внимание. Получение гетерозисного потомства, отличающегося повышенной жизнеспособностью и продуктивностью, обусловлено сочетаемостью как отдельных животных, так и целых их групп. С этой целью осуществляется спаривание между собой животных, принадлежащих к разным структурным единицам породы, а полученное потомство подвергается соответствующей оценке.

Воспроизводительные качества свиноматок представляют собой важнейший комплекс показателей при интегрированной оценке линий. Посредством тщательного анализа продуктивности свиноматок в базовых предприятиях республики, разводящих мясной генотип свиней породы дюрок, в каждой из вышепредставленных генеалогических линий путем комплексной оценки выявлены как наиболее ценные, в селекционном плане, так и те, которые необходимо совершенствовать.

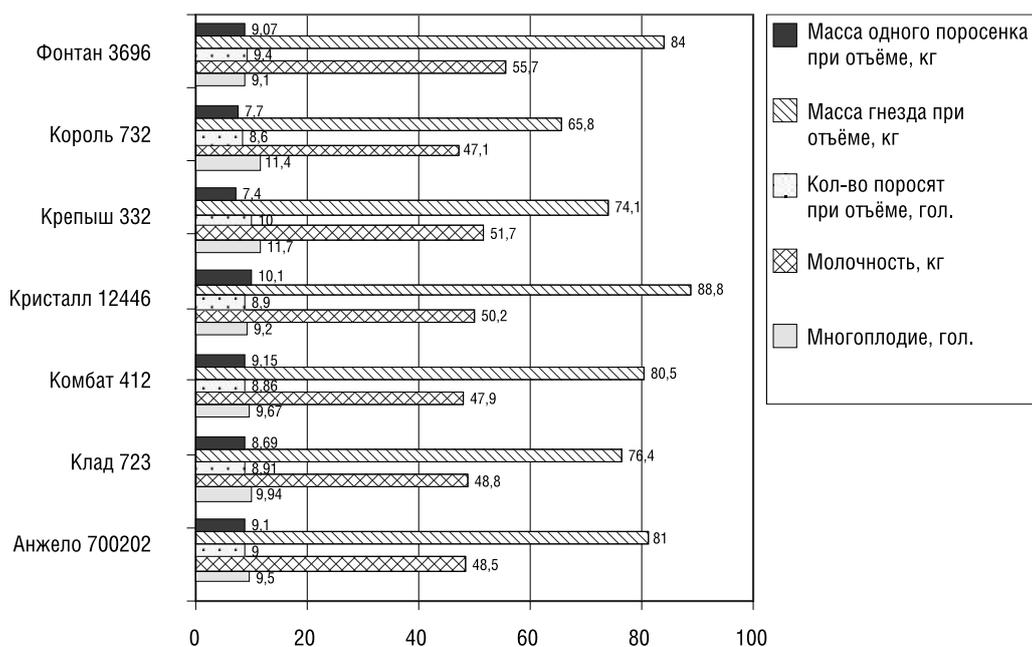


Рис. 1. Репродуктивные качества свиноматок в зависимости от линейной принадлежности хряков-производителей

Анализ репродуктивных качеств матерей хряков как в целом по стаду, так и внутри линий показывает, что свиноматки характеризуются высокой воспроизводительной способностью (рис. 1).

Установлено, что наилучшими репродуктивными качествами характеризуются свиноматки, осемененные хряками линий Крепыша 332, Короля 732, которые достоверно превосходят аналогов по многоплодию и молочности на 1,2 % и 1,07 соответственно ($P > 0,01$).

Анализ коэффициентов изменчивости репродуктивных качеств свиноматок в зависимости от линейной принадлежности (рис. 2) показал, что указанные коэффициенты находятся в пределах нормы и колеблются от 6,03 % (линия Анжело) до 25,8 % (линия Фонтана).

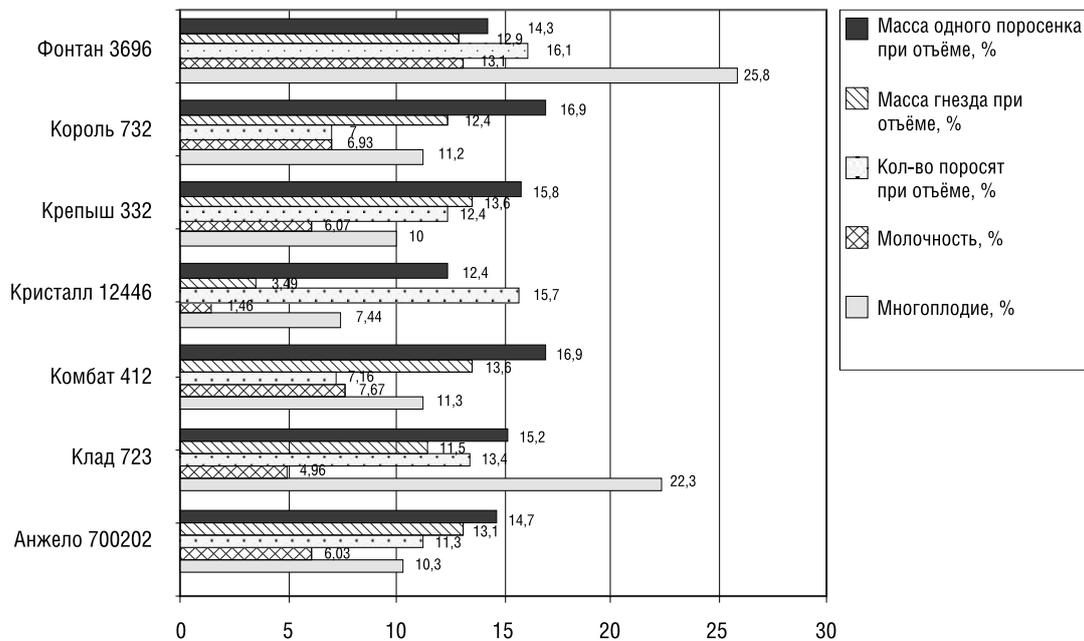


Рис. 2. Коэффициенты изменчивости репродуктивных качеств свиноматок в зависимости от линейной принадлежности

Вышеуказанные сочетания могут быть рекомендованы для улучшения показателей репродуктивных качеств в условиях СПЦ.

Заключение. В результате длительной селекционной работы в Беларуси создан новый высокопродуктивный мясной внутривидовый тип свиней в породе дюрок, включающий 100 гол. основных и проверяемых хряков и более 500 гол. свиноматок. Животные нового типа широко используются на промышленных комплексах страны при производстве высококачественной товарной свинины. Полученный гибридный молодняк в сочетании маток белорусской крупной белой породы с хряками нового внутривидового типа дюрок превосходит по мясным и откормочным качествам молодняк крупной белой породы на 5–9 %.

Список использованных источников

1. Тимошенко, Т.Н. Использование породы дюрок при скрещивании и гибридизации в Республике Беларусь / Т.Н. Тимошенко // Современные проблемы развития свиноводства. – Жодино, 2000. – Т. 19. – С. 34–35.
2. Тимошенко, Т.Н. Энергия роста молодых чистопородных животных мясных пород: сб. науч. тр. / Т.Н. Тимошенко. – Краснодар, 2007. – Т. 41. – С. 152–154.
3. Федоринов, В.М. Совершенствование мясных и откормочных качеств свиней / В.М. Федоринов // Свиноводство. – 1969. – № 2. – С. 19–22.
4. Филатов, А.И. Селекция свиней на повышение мясности / А.И. Филатов, В.А. Медведев. – М.: Колос, 1975. – 176 с.
5. Филатов, А.И. Генетический потенциал племенных свиней и его использование / А.И. Филатов // Свиноводство. – 2002. – № 1. – С. 2–4.
6. Шейко, И.П. Свиноводство Республики Беларусь / И.П. Шейко // Свиноводство. – 1999. – № 1. – С. 8–10.
7. Anon, D. Durocs deliver the goods / D. Anon // Pig Farming. – 1989. – Vol. 37, N 1. – P. 53.
8. Bruce, A.B. The mendelian theory of heredity and the augmentation of viqour / A.B. Bruce // Science. – 1987. – Vol. 32. – P. 112.
9. Dziadek, K. Swinie razy duroc w ZZD Pawolwice / K. Dziadek, B. Dziadek // Przegl. hodowl. – 1988. – Т. 56, N 4. – S. 25–29.
10. Kangasniemi, R. Behovervi Duroc / R. Kangasniemi, M. Honkavaara // Lantman och Andelsfolk. – 1989. – Vol. 79, N 9. – P. 381.
11. Leigh, K. Capturing an increased profit / K. Leigh // Pigs. – Misset April. – 1995. – P. 18.
12. Resting of pigs and Hot-Fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve Pork Quality / S.D. Milligan [et al.] // J. Anim. Sci. – 1998. – Vol. 76. – P. 74–86.
13. Шейко, И.П. Задачи селекционно-племенной работы по повышению генетического потенциала сельскохозяйственных животных / И.П. Шейко, Н.А. Попков // Белорус. сел. хоз-во. – 2008. – № 1. – С. 38–44.
14. Шейко, И.П. Репродуктивные, откормочные и мясные качества свиней породы дюрок при различных вариантах подбора родительских пар / И.П. Шейко, Т.Н. Тимошенко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2011. – № 1. – С. 74–80.
15. Эрнст, Л.К. Биологические проблемы животноводства в XX веке / Л.К. Эрнст, Н.А. Зиновьева. – М. : РАСХН, 2008. – 508 с.

Поступила в редакцию 13.01.2016

УДК [636.22/28.034+636.22/28.082.4]:636.22/28.087.72

М. В. ШАЛАК, С. Н. ПОЧКИНА, А. Г. МАРУСИЧ, М. И. МУРАВЬЕВА

**ВЛИЯНИЕ ЙОДСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА «ЙОДОМАРИН»
НА ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ И МОЛОЧНУЮ
ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ**

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки, Беларусь,
e-mail: c.kzhipzhp@yandex.ru*

Изучено влияние нового йодсодержащего препарата «Йодомарин» на воспроизводительную способность и молочную продуктивность коров. Установлено, что использование для коров сухостойного периода препарата «Йодомарин» в количестве 750 мкг на голову в сутки способствует улучшению воспроизводительной способности коров, что проявляется в сокращении продолжительности родов, более быстром отделении последа после отела, сокращении сервис-периода, а также повышению молочной продуктивности.

Ключевые слова: йод, сухостойные коровы, воспроизводительная способность, молочная продуктивность, жир, белок.

M. V. SHALAK, S. N. POCHKINA, A. G. MARUSICH, M. I. MURAVIEVA

**INFLUENCE OF THE IODINE CONTAINING PREPARATION IODOMARIN ON THE REPRODUCTIVE
CAPACITY AND LACTATION PERFORMANCE OF COWS**

The Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Belarus, e-mail: c.kzhipzhp@yandex.ru

The influence of the new iodine containing preparation Iodomarin on the reproductive capacity and lactation performance of cows has been studied. It's established that the use of 750 mkg of Iodomarin per capita a day improves the reproductive capacity of cows. It is reflected in the reduction of the labour length, a quicker separation of the placenta after calving, the reduction of the service time, and the increase of the lactation performance.

Key words: iodine, dry cows, reproductive capacity, lactation performance productivity, fat, protein.

Введение. В настоящее время одним из основных направлений аграрного сектора является дальнейшее увеличение производства продукции животноводства, при этом особая роль принадлежит полноценному сбалансированному кормлению.

Для нормальной жизнедеятельности организму животных требуются не только белки, углеводы, жиры и витамины, но и различные минеральные вещества. Последние играют разнообразную роль в различных физиологических процессах – они необходимы как пластический материал для построения отдельных структурных элементов организма. Минеральные вещества входят в состав гемоглобина, нуклеопротеидов, фосфатидов, они играют важную роль в процессах пищеварения и усвоения питательных веществ, в регуляции осмотического давления и поддержании кислотно-щелочного равновесия на нормальном уровне [1, 2].

Большое значение минеральные компоненты имеют в обмене органических веществ и энергии. Многие из них являются обязательными составными частями ферментов, без которых невозможен процесс обмена веществ. Минеральные вещества, находящиеся в растворенном состоянии в клетках и соках организма, оказывают значительное влияние на коллоидные свойства белков.

Приведенные данные свидетельствуют о важной роли минеральных веществ в физиологических процессах. В связи с этим становится понятным, почему недостаток в кормах отдельных минеральных веществ может вызвать у животных патологические процессы, в результате которых значительно снижается продуктивность, а иногда даже наступает их гибель [3, 4].

Вопросы минерального питания приобретают большую актуальность, так как установлена связь между продуктивностью животных, их воспроизводительной функцией, общей сопротивляемостью организма болезням и их обеспеченностью минеральными веществами [5, 6]. Особенно это важно для условий Республики Беларусь, так как практически вся территория является биогеохимической провинцией с дефицитом содержания в почве ряда микроэлементов. В частности, почвы Беларуси бедны по содержанию йода, который входит в структуру гормона щитовидной железы – тироксина – и обуславливает его физиологическую активность в регуляции процессов белкового, липидного, углеводного, водного и минерального обмена. Это ведет к проблемам, связанным с ростом и развитием молодняка, продуктивностью взрослых животных, состоянием их здоровья.

В наших исследованиях использовали новый йодсодержащий препарат «Йодомарин». Следует отметить, что данный препарат является препаратом неорганического йода, который легко усваивается, обеспечивая активность функции гормонов щитовидной железы.

Цель исследования – изучение влияния нового йодсодержащего препарата «Йодомарин» на воспроизводительную способность и молочную продуктивность коров, в частности, определение оптимальной дозировки препарата «Йодомарин» стельным сухостойным коровам.

Материалы и методы исследований. Научно-хозяйственный опыт проводили в РУП «Учхоз БГСХА» в 2009–2011 гг. По принципу аналогов были сформированы четыре группы сухостойных коров голштинизированной черно-пестрой породы. Животным II опытной группы к основному рациону добавляли 500 мкг препарата «Йодомарин», III группы – 750 мкг, IV группы – 1000 мкг. Животные I группы служили контролем, им к основному рациону препарат «Йодомарин» не добавляли. Все животные находились на хозяйственном рационе (сено, сенаж, концентраты) в одинаковых условиях содержания и ухода.

При изучении воспроизводительной способности учитывали продолжительность отела, время отделения последа, сервис-период, индекс осеменений. Молочную продуктивность коров определяли путем проведения контрольных доек в течение 3 мес после отела. Содержание жира в молоке определяли на приборе для определения жира, белка, лактозы, точки замерзания в молоке MILKOSKAN Minog (Дания) в лаборатории мониторинга качества молока УО «БГСХА».

Полученный экспериментальный материал был подвергнут математическо-статистической обработке на ПЭВМ по П. Ф. Рокицкому [7].

Результаты и их обсуждение. Известно, что недостаток микроэлементов в рационах коров оказывает отрицательное влияние на протекании отелов и их воспроизводительную способность. Применение йодсодержащего препарата в наших опытах положительно сказалось на протекании родов, а сокращение послеродового периода у коров опытных групп способствовало повышению молочной продуктивности по сравнению с контролем (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. **Воспроизводительная способность коров в зависимости от скармливания кормов с различными дозировками препарата «Йодомарин»**

Показатель	I группа	II группа	III группа	IV группа
Продолжительность родов, мин.	111 ± 7,14	99 ± 7,98	88 ± 6,92*	90 ± 7,04*
Отделение последа после отела, мин.	544 ± 33,1	456 ± 33,68	409 ± 32,10**	414 ± 31,24**
Продолжительность сервис-периода, дней	74 ± 2,72	69 ± 3,09	64 ± 3,22*	65 ± 2,73*
Индекс осеменения	2,1 ± 0,20	1,6 ± 0,24	1,5 ± 0,18*	1,5 ± 0,21*

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Установлено, что продолжительность отела у подопытных животных III группы сократилась на 23 мин. ($P < 0,05$), у животных IV группы – на 21 мин. ($P < 0,05$) по сравнению с контролем и составила 88 и 90 мин соответственно. Продолжительность отела у коров II опытной группы, которым скармливался препарат «Йодомарин» в дозе 500 мкг на одну голову, составила 99 мин., что на 12 мин. короче, чем у коров контрольной группы.

Такая же зависимость наблюдалась и в сроках отделения последа и продолжительности сервис-периода. Так, отделение последа после отела у коров III опытной группы по сравнению

с контрольной происходило на 2 ч 17 мин. быстрее ($P < 0,01$), у коров IV опытной группы – на 2 ч 25 мин. ($P < 0,01$), а у коров II опытной группы – быстрее на 1 ч 47 мин., хотя и без достоверной разницы.

Установлена также положительная взаимосвязь между применением разного уровня препарата «Йодомарин» и продолжительностью сервис-периода. Так, у коров III группы, которые получали препарат «Йодомарин» в дозе 750 мкг, составила 64 дня ($P < 0,05$), у коров IV группы, которые получали препарат «Йодомарин» в дозе 1000 мкг, – 65 дней ($P < 0,01$), а у коров II группы, которые получали препарат «Йодомарин» в дозе 500 мкг, – 69 дней, что выше уровня контроля на 10, 9 и 5 дней соответственно.

В опытных группах улучшился также индекс осеменения коров: у животных III и IV групп он снизился по сравнению с контролем на 0,6, во II группе – на 0,5. Данный показатель у коров III и IV групп был на уровне 1,5 ($P < 0,05$), у коров II группы – 1,6.

К основным показателям, характеризующим молочную продуктивность, относят удой и содержание жира в молоке. Данные по молочной продуктивности коров при использовании препарата «Йодомарин» приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Динамика среднесуточных удоев коров, кг

Показатель	I группа	II группа	III группа	IV группа
<i>1-й месяц лактации</i>				
Суточный удой, кг	19,8±0,42	20,5±0,47	21,1±0,43*	20,4±0,51
Содержание жира, %	3,74±0,04	3,78±0,03	3,83±0,04	3,82±0,02
Содержание белка, %	3,15±0,03	3,16±0,05	3,18±0,03	3,17±0,04
<i>2-й месяц лактации</i>				
Суточный удой, кг	21,6±0,58	22,2±0,44	23,8±0,46**	22,2±0,56
Содержание жира, %	3,76±0,05	3,79±0,04	3,82±0,03	3,82±0,03
Содержание белка, %	3,16±0,04	3,17±0,03	3,18±0,04	3,17±0,04
<i>3-й месяц лактации</i>				
Суточный удой, кг	23,3±0,46	23,6±0,62	23,7±0,53	23,6±0,49
Содержание жира, %	3,79±0,03	3,79±0,03	3,83±0,05	3,83±0,04
Содержание белка, %	3,16±0,04	3,16±0,05	3,18±0,04	3,17±0,03
<i>В среднем за три месяца</i>				
Суточный удой, кг	21,5±0,34	22,0±0,41	22,9±0,44*	22,1±0,42
Содержание жира, %	3,76±0,05	3,79±0,03	3,82±0,04	3,82±0,03
Содержание белка, %	3,16±0,02	3,16±0,03	3,18±0,02	3,17±0,03

Установлено, что наибольший среднесуточный удой за первый месяц лактации был отмечен у коров, которым скармливали препарат «Йодомарин» в дозе 750 мкг на голову в сутки и составил 21,1 кг, что на 6,5 % ($P < 0,05$) больше контрольной группы. У коров, которым скармливали препарат «Йодомарин» в дозе 500 мкг на голову в сутки, данный показатель был на уровне 20,5 кг, что выше контроля на 3,5 %. У коров, которым скармливали препарат «Йодомарин» в дозе 1000 мкг на голову в сутки, среднесуточный удой составил 20,4 кг, что на 3,0 % выше, чем среднесуточный удой у коров контрольной группы.

Во второй месяц лактации эта тенденция сохранялась. Так, среднесуточный удой у коров опытных групп был на уровне 22,2; 23,8 и 22,2 кг, что выше контроля на 2,8; 10,2 ($P < 0,05$) и 2,8 %, соответственно.

В третий месяц лактации наибольший среднесуточный удой наблюдался также у коров III опытной группы и составил 23,7 кг, что выше контрольной группы на 1,7 %. Среднесуточный удой у коров II и IV опытных групп составил по 23,6 кг молока, что выше показаний контрольной группы на 1,3 %, хотя и без достоверной разницы.

В среднем за весь период опыта более высокий среднесуточный удой отмечен у коров III опытной группы, которые в сухостойный период получали препарат «Йодомарин» в дозе

750 мкг на голову в сутки, и составил 22,9 кг, что на 7,5 % ($P < 0,05$) выше по отношению к среднесуточному удою коров контрольной группы. У коров II опытной группы, которые получали препарат «Йодомарин» в дозе 500 мкг на голову в сутки, среднесуточный удой составил 22,0 кг, что на 2,3 % выше контроля. У коров IV опытной группы, которые дополнительно получали препарат «Йодомарин» в дозе 1000 мкг на голову в сутки, среднесуточный удой был выше контроля на 2,8 % и составил 22,1 кг.

Одними из основных показателей, характеризующих качество молока, является содержание жира и белка. В нашей стране жирномолочность коров – один из важнейших признаков оценки животных по молочной продуктивности.

Установлено, что содержание жира в молоке коров опытных групп за период опыта было выше по отношению к содержанию жира в молоке коров контрольной группы, хотя и без достоверной разницы (см. табл. 2). Содержание жира за период опыта было выше в молоке коров III и IV опытных групп и составило 3,82 %, что выше контроля на 0,06 п. п.

Белок – это важнейший компонент молока. Белок молока необходим для удовлетворения потребностей новорожденных в аминокислотах, которые состоят из казеина и белка молочной сыворотки. Установлено, что содержание белка в молоке коров контрольной группы составило 3,15–3,16 %. В наших исследованиях содержание белка в молоке опытных коров находилось в пределах 3,16–3,18 %, при этом содержание белка было выше в молоке у коров III опытной группы и составило 3,18 %, что выше контроля на 0,02 п. п.

Заключение. Таким образом, в результате исследований установлена оптимальная дозировка йодистого препарата «Йодомарин» для коров сухостойного периода – 750 мкг на голову в сутки. Использование для коров сухостойного периода этого препарата в таком количестве способствует улучшению воспроизводительной способности коров, что проявляется в сокращении продолжительности родов, более быстром отделении последа после отела, сокращении сервис-периода, а также повышению молочной продуктивности.

Список использованных источников

1. *Кальницкий, Б.Д.* Минеральные вещества в кормлении животных / Б.Д. Кальницкий. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 207 с.
2. *Самохин, В.Т.* Профилактика нарушений обмена микроэлементов у животных / В.Т. Самохин. – М.: Колос, 1981. – 144 с.
3. *Мишель, А.В.* Воспроизводство и питание / А.В. Мишель // Основные аспекты производства молока [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: vetkrs.ru/vos_pit.php. – Дата доступа: 02.04.2015.
4. *Трофимов, А.Ф.* Влияние комплексного минерального препарата (КМП) на продуктивность и воспроизводительные функции коров / А.Ф. Трофимов, М.И. Муравьева // Вест. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2005. – № 1. – С. 89–91.
5. *Андросова, А.Ф.* Влияние йода на воспроизводительные и продуктивные функции коров / А.Ф. Андросова // Зоотехния. – 2003. – № 10. – С. 14–16.
6. *Кучинский, М.П.* Основные факторы, влияющие на функционирование биологической системы мать – плод – приплод – молозиво / М.П. Кучинский // Актуальные проблемы патологии сельскохозяйственных животных: сб. науч. тр. – Минск, 2000. – С. 505–508.
7. *Рокицкий, П.Ф.* Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 319 с.

Поступила в редакцию 15.07.2015

МЕХАНИЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА

УДК 631.352

Н. Г. БАКАЧ, И. Е. МАЖУГИН

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ КОЛЕБАНИЙ НОЖЕЙ КОСИЛКИ ДЛЯ УХОДА ЗА ЛУГОПАСТБИЩНЫМИ УГОДЬЯМИ НА ЕЕ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

*Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, Минск, Беларусь,
e-mail: belagromech@tut.by*

В статье изложены результаты теоретического обоснования влияния колебания ножей лугопастбищной косилки на ее работу. Приведен анализ теоретических исследований процесса ротационного срезания растительности. Получена анимационная модель поведения ножей на стадии разгона ротора, которая подтвердила теоретическое описание процесса.

Ключевые слова: косилка, колебания ножей, лугопастбищные угодья.

N. G. BAKACH, I. E. MAZHUNIN

THEORETICAL ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF MOVEMENT OF GRASSLAND MOWER BLADES ON ITS PERFORMANCE

*The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture Mechanization, Minsk,
Belarus, e-mail: belagromech@tut.by*

The paper demonstrates the results of the theoretical substantiation of the movement of mower blades on its performance. The analysis of the research of a rotary cut of the green is presented. Obtained is the model of blades behavior at the stage of rotary acceleration which proves the theoretical description of the process.

Keywords: mower, movements of blades, grasslands.

Одним из способов ухода за лугопастбищными угодьями с целью подавления роста сорной растительности является использование скошенной травяной массы для мульчирования обрабатываемой площади. При этом способе травы срезаются, измельчаются и распределяются на окашиваемой площади, создавая мульчирующий слой, который впоследствии разлагается и переходит в объем почвы [1, 2]. Для реализации данного способа выпускаются различные косилки, совмещающие процесс скашивания и измельчения растительности, где наибольшее распространение получили прицепные роторные косилки-измельчители с осью вращения роторов, перпендикулярной к окашиваемой поверхности, и с ножами, шарнирно прикрепляемыми к несущей части ротора [3].

Особенностями косилок такого типа являются высокие скорости вращения режуще-измельчающего аппарата, большие размеры и масса ножей, а также обусловленная этим их большая сила инерции. Это приводит к тому, что при разгоне роторов от состояния покоя до требуемой окружной скорости ножи отклоняются от радиального положения, а затем начинают совершать колебания, постепенно приходя к положению, близкому к радиальному. Колебания ножей неизбежны и в процессе скашивания растительности, так как ножи периодически входят в зону срезаемой растительности, а затем выходят из нее. Отклонения и колебания ножей сказываются на работе косилки, что требует проведения теоретического анализа данного явления.

Процессу ротационного срезания растительности посвящен ряд работ, однако в большинстве исследований рассматривались дисковые рабочие органы с жестко закрепленными сегментными

ножами. В. Н. Кондратьев [4] исследовал косилку-измельчитель барабанного типа для окашивания откосов мелиоративных объектов. Исследования, выполненные в УО «БГСХА» [5], посвящены в основном скашиванию древесно-кустарниковой растительности на мелиоративных объектах, многороторной косилкой, оснащенной трапецевидными ножами. Проблему учета колебания ножей при работе многороторной косилки с шарнирно прикрепленными ножами изучал А. А. Воеводин [6], который рассматривал косилку с ножами малых размеров на скашивании наклонных поверхностей мелиоративных объектов.

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» ранее выполнено теоретическое обоснование параметров косилки и режущей части ножей [7], но без учета процесса колебания ножей.

Из проведенного анализа можно сделать вывод о том, что исследования в основном проводились по режущим аппаратам с жестко закрепленными ножами, которые не учитывают специфических условий, работы лугопастбищных мульчирующих роторных косилок. Поэтому актуальной задачей является теоретический анализ кинематических параметров косилки, в частности, обоснование одного из важнейших параметров – величины перекрытия траекторий концов ножей.

Исследования выполняли путем теоретического анализа процесса колебания ножей косилки. Проверка теоретических положений была реализована путем проведения компьютерного эксперимента, спланированного с использованием стандартной программы ANSYS.v3, позволяющей получить анимационную интерпретацию поведения ножей на стадии разгона ротора.

Технологический процесс работы роторной косилки заключается в том, что на стадии разгона ротора, после включения ВОМ трактора и приведения во вращение несущей части, ножи под действием сил инерции отклоняются назад по ходу вращения. Приводить ножи во взаимодействие со срезаемой растительностью до достижения ими положения, близкого к радиальному, нельзя, поэтому важно определить длительность фазы разгона ножей.

В фазе разгона роторов от состояния покоя до скорости v_p в начальный момент, вследствие возникающих сил инерции, ножи отклоняются от радиального положения на угол, близкий к 90° , затем ножи под действием центробежных сил начинают совершать колебания в плоскости своего вращения, причем вследствие сопротивления воздуха и трения в шарнире колебания будут затухающими. К радиальному положению нож стремится вернуться под действием момента, создаваемого центробежной силой, и прямо пропорционального величине плеча h действия центробежной силы, приложенной в центре масс, относительно оси колебания ножа.

Для математического описания процесса колебаний математического маятника вводим [8] коэффициент пропорциональности ω^2 , восстанавливающую силу – произведение $\omega^2 h$, и коэффициент восстановления – ω . Силу сопротивления маятнику положим пропорциональной скорости его колебательного движения. Она направлена в сторону, противоположную движению маятника, и определяется как $2kh$ (здесь $2k$ – коэффициент пропорциональности, а k – коэффициент сопротивления). При отсутствии срезания растительности внешней возмущающей силы нет, и колебания рассматриваем как свободные.

Свободные колебания описываются следующим дифференциальным уравнением

$$\ddot{h} + 2k\dot{h} + \omega^2 h = 0. \quad (1)$$

Его характеристическим уравнением является следующее:

$$r^2 + 2kr + \omega^2 = 0. \quad (2)$$

Можно считать, что при холостом вращении коэффициент сопротивления меньше коэффициента восстановления, т. е. $k < \omega$. В этом случае ножи совершают затухающие гармонические колебания. Решением дифференциального уравнения будет

$$h = e^{-kt} (C_1 \cos(k_1 t) + C_2 \sin(k_1 t)), \quad (3)$$

где t – время от начала процесса; C_1 и C_2 – постоянные коэффициенты; k_1 – коэффициент, определяемый по формуле

$$k_1 = \sqrt{\omega^2 - k^2}. \quad (4)$$

Совершив рекомендуемые [8] преобразования, окончательно получим

$$h = Ae^{-kt} \sin(k_1 t + \varphi_0), \quad (5)$$

где A и φ_0 – произвольные постоянные, зависящие от начальной скорости возврата и начального отклонения маятника.

Выражение Ae^{-kt} является амплитудой колебаний. Она не является величиной постоянной, а стремится к нулю при $t \rightarrow \infty$. Таким образом, нож будет колебаться вокруг присоединительного элемента относительно радиального положения с постепенно затухающими амплитудами (по экспоненциальному закону). При этом k_1 будет частотой колебаний, φ_0 – начальной фазой или начальным углом отклонения ножа от радиального положения.

Логарифм амплитуды убывает с постоянной скоростью k . Для того чтобы найти максимальное значение отклонения h , возьмем ее производную:

$$\dot{h} = -Ae^{-kt} \cos(k_1 t + \varphi_0) + Ae^{-kt} \sin(k_1 t + \varphi_0). \quad (6)$$

В крайних положениях, соответствующих амплитуде, скорость ножа в процессе его колебания равна нулю. Приравняв полученное уравнение (6) к нулю, получим выражение для определения экстремальных значений t :

$$\operatorname{tg}(k_1 t + \varphi_0) = k_1 / k. \quad (7)$$

С учетом знака максимумы и минимумы отклонений будут чередоваться и следовать через полупериод $T/2 = \pi/k_1$. Если обозначить время, по истечении которого от начала процесса отклонение достигнет максимума, через t_0 , то отношение Δ двух последовательных максимумов отклонений будет равно

$$\Delta = \frac{Ae^{-kt_0}}{Ae^{-k(t_0+T)}} = e^{kT}. \quad (8)$$

Постоянная величина $\ln \Delta = kT$ является логарифмическим декрементом затухания.

Практически из приведенного анализа можно, задавшись допустимой величиной отклонения ножа, т.е. амплитудой колебаний и рассчитав период колебаний, определить необходимое время разгона ротора, по истечении которого может начинаться процесс скашивания.

Период колебаний T математического маятника определяется [9] по формуле

$$T = 2\pi\sqrt{l/g}, \quad (9)$$

где l – расстояние от точки, относительно которой совершаются колебания, до центра масс колеблющегося тела.

В связи с тем, что нож приближенно представляет собой протяженную прямоугольную пластину, его в данном случае можно рассматривать как физический маятник.

Период колебаний T физического маятника при его колебании вокруг горизонтальной оси в поле сил тяжести определяется по формуле

$$T = 2\pi\sqrt{I/mgr_{II}}, \quad (10)$$

(I – момент инерции ножа, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$).

В нашем случае нож колеблется вокруг вертикальной оси в поле центробежных сил. Заменяв ускорение свободного падения центробежным ускорением, можно записать

$$T = 2\pi\sqrt{I/(m\omega_p^2 R_{II} r_{II})}. \quad (11)$$

Упрощенно нож можно представить параллелепипедом длиной r_2 , толщиной s и шириной b_{II} . Для такой фигуры расчет момента инерции можно сделать по формуле Штайнера. Момент инерции относительно центра болта крепления ножа, т.е. относительно оси колебаний, может быть определен для ножа прямоугольной формы следующим образом:

$$I = \frac{m(r_2^2 + b_{II}^2)}{12} + mr_{II}^2. \quad (12)$$

Подставив выражение для расчета I в формулу (11), после некоторых упрощений получим

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r_2^2 + b_n^2 + 12r_u^2}{12\omega_p^2 R_u r_2}}. \quad (13)$$

Имея в виду, что для параллелепипеда можно принять $r_u = 0,5r_2$ и, кроме того, при небольшой амплитуде $R_u = r_1 + 0,5r_2$, из уравнения (13) после подстановки и некоторых упрощений получим

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{4r_2^2 + b_n^2}{6\omega_p^2 r_2 (r_1 + 0,25r_2)}}. \quad (14)$$

Проверка теоретических положений по изучению процесса колебания ножей на стадии разгона роторов была реализована путем осуществления компьютерного эксперимента, спланированного с использованием стандартной программы ANSYS.v3. Программа составлена для ротора с ранее определенными параметрами и для частоты вращения ВОМ трактора -1000 мин^{-1} .

В результате получена анимационная картина поведения ножей при разгоне ротора. На (рис. 1) представлены характерные положения ножей на роторе в процессе его разгона.

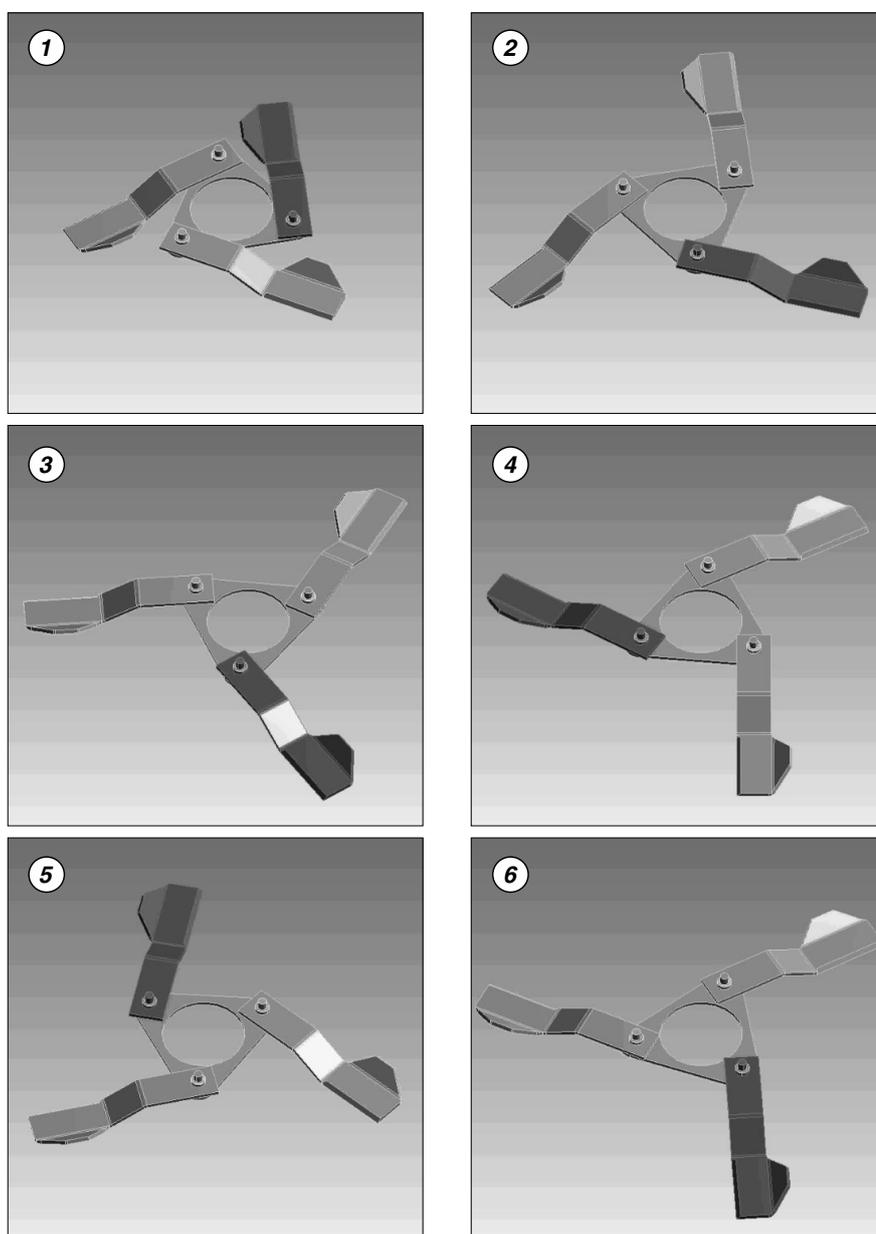


Рис. 1. Характерные положения ножей на роторе в процессе его разгона:
 1 – момент начала вращения, ножи отклонены от радиального положения на угол около 90° ;
 2 – ротор повернулся на угол около 90° , ножи перемещаются к радиальному положению;
 3 – дальнейший поворот ротора и перемещение ножей;
 4 – продолжающийся поворот ротора и переход ножей за радиальное положение;
 5 – отклонение ножей в противоположное крайнее положение;
 6 – ротор совершил примерно один полный оборот, ножи отклоняются в обратном направлении

Рис. 1 подтверждает теоретическое описание процесса. Анализ процесса затухающих колебаний показывает, что через 2 с после включения ВОМ трактора колебания ножей практически прекращаются.

Таким образом, практической рекомендацией является то, что перед началом скашивания растительности необходимо в течение не менее 2 с на холостом ходу выполнить разгон ротора.

При скашивании растительности ножи периодически начинают срезать растительность, т. е. входят в зону резания, а затем выходят из нее. Войдя в зону резания, нож под действием сопротивления срезаемой растительности начинает отклоняться назад от радиального положения. Выйдя из зоны резания (рис. 2, а), нож начинает поворачиваться относительно вращающейся несущей части ротора, приближаясь к радиальному положению. При входе в зону резания вектор скорости поворота периферийного конца ножа должен быть направлен в сторону вектора скорости рабочего перемещения косилки, или более строго – применительно к (рис. 2, а) – проекция вектора скорости поворота периферийного конца ножа на горизонтальную ось должна быть направлена в сторону вектора скорости рабочего перемещения.

Нож, участвуя во вращательном (переносном) движении, совершает одновременно относительное движение, колеблясь вокруг своей оси. За полный период колебаний он переместится из положения 1 в положение 2, и обратно. Выполнение изложенного выше условия относительно соотношения векторов скоростей может быть обеспечено при определенных кинематических и геометрических соотношениях ротора. Для иллюстрации порядка поиска нужных соотношений выполним расчеты для ротора радиусом $R = 0,75$ м. Ширина ножа ротора составляет около $0,2r_2$. С учетом этого формулу (14) приведем к следующему виду:

$$T = 2 \frac{\pi}{\omega_p} \sqrt{\frac{4,04r_2}{6(r_1 + 0,5r_2)}}. \quad (15)$$

Время поворота ротора на угол $\varphi_{\text{пов}}$, соответствующий повороту от момента выхода ножа из зоны резания до его входа в нее, составляет $\omega_{\text{пов}}/\omega_p$, где ω_p – угловая скорость ротора рад/с, соответствующая окружной скорости концов ножей.

Для определения $\varphi_{\text{пов}}$ приведем следующую схему (рис. 2, б).

Согласно приведенной схеме,

$$\varphi_{\text{пов}} = \pi + \theta + \beta. \quad (16)$$

Здесь

$$\beta = \arccos \left[\left(R - \frac{l_n}{2} \right) / R \right]. \quad (17)$$

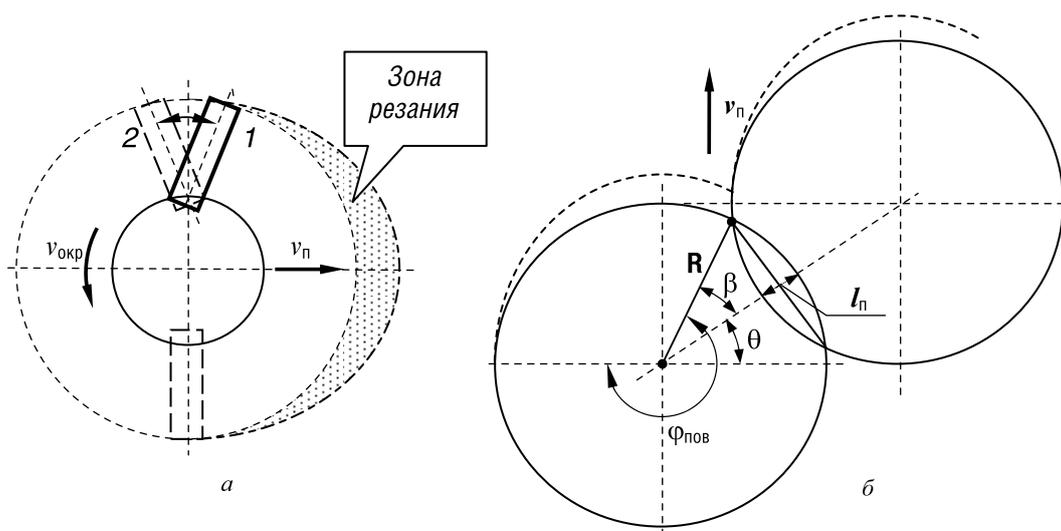


Рис. 2. Расчетные схемы к анализу колебания ножей: а – схема колебания ножей; б – схема к определению угла $\varphi_{\text{пов}}$, на котором нож не производит срезание растительности

Приравняв время поворота ротора на угол $\varphi_{\text{пов}}$ ко времени некоторой доли f периода колебаний ножа, получим следующее равенство:

$$\frac{\varphi_{\text{пов}}}{\omega_p} = f \frac{2\pi}{\omega_p} \sqrt{\frac{4,04r_2}{6(r_1 + 0,5r_2)}}. \quad (18)$$

При измерении $\varphi_{\text{пов}}$ в радианах можно записать $\varphi_{\text{пов}} = k_\varphi \pi$ (k_φ – коэффициент перевода угла $\varphi_{\text{пов}}$ для его измерения в долях π). Тогда из равенства (18) получим

$$k_\varphi = f \sqrt{\frac{8,08r_2}{3r_1 + 1,5r_2}}. \quad (19)$$

Для ротора с принятыми параметрами и при условии, что величина перекрытия составляет 0,1 м, по формуле (17) получим $\beta = 21^\circ$, или $0,117\pi$. У подобных косилок угол θ близок к 30° , или $0,167\pi$. Тогда получим по формуле (16) $\varphi_{\text{пов}} = 1,284\pi$, т. е. $k_\varphi = 1,284$. Подставив полученное значение k_φ в уравнение (19) и проведя некоторые преобразования, получим следующее выражение:

$$k_\varphi^2 = 8,08f^2r_2 / (3r_1 + 1,5r_2). \quad (20)$$

Отсюда

$$r_2 = 3k_\varphi^2r_1 / (8,08f^2 - 1,5k_\varphi^2). \quad (21)$$

Найдя по формуле (21) r_2 как $k_r r_1$, значение r_1 определим с учетом того, что $R = r_1 + r_2$, по формуле

$$r_1 = R / (1 + k_r). \quad (22)$$

Произведя соответствующие вычисления для $R = 750$ мм и $k_\varphi = 1,284$, по данным которых с использованием программы Excel построим график (рис. 3).

Центральный ротор срезаение растительности производит на угле, близком к π . В этом случае $k_\varphi = 1$, что для центрального ротора учтено в расчетной формуле (22).

С точки зрения сложения скоростей окружной, поступательной и скорости поворота ножа в момент его вхождения в зону резания наилучшими параметрами ротора являются такие, которые обеспечивают для этого момента максимальную скорость поворота ножа. Максимальная скорость поворота достигается при повороте ножа на 0,25 периода его колебаний. Но, как показывают расчеты, значение r_1 в таком случае должно быть отрицательным, что осуществить технически не представляется возможным.

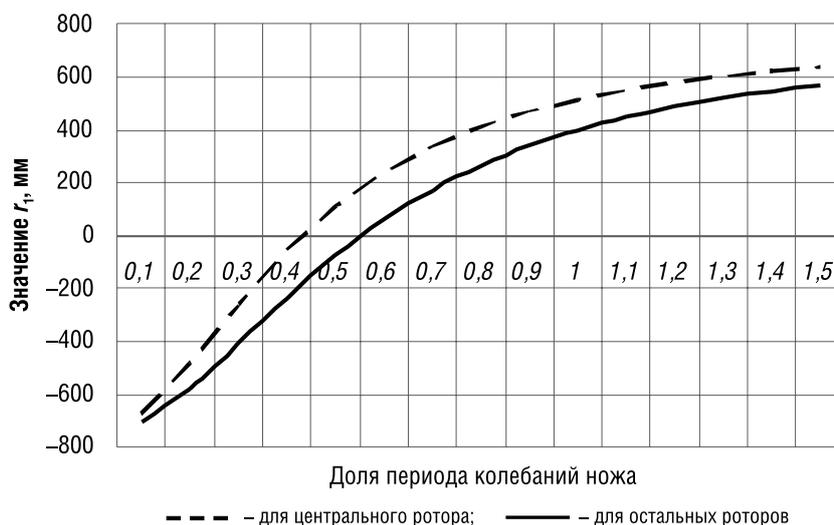


Рис. 3. График к определению значения r_1

Допустимым можно считать положение ножа в процессе его колебаний, при котором нож в момент его вхождения в зону резания будет иметь нулевую скорость поворота. Это соответствует его повороту на половину периода. На рис. 3 видно, что в таком положении значение r_1

для боковых роторов остается отрицательным, а для центрального может иметь небольшое (до 100 мм) положительное значение. Это также нельзя считать приемлемым. Если рассматривать следующий период колебаний, т. е. значение доли периода, превышающей единицу, то можно заметить, что значение r_1 в таком случае должно быть более 400 мм для боковых роторов и более 500 мм – для центрального. Таким образом, теоретический анализ показывает, что для косилки, у которой ножи должны быть достаточно длинными и тяжелыми, обеспечить кинематически благоприятное соотношение между r_1 и r_2 не представляется возможным, поэтому следует оптимизировать параметры по допустимым значениям перекрытия траекторий концов ножей и максимальной силе воздействия ножей на растительность.

Выводы

1. Особенности конструкции лугопастбищной косилки требуют проведения теоретического анализа учета влияния колебания ножей косилки на ее работу.

2. Перед началом скашивания растительности необходимо в течение не менее 2 с на холостом ходу выполнить разгон ротора.

3. Обеспечить кинематически благоприятное соотношение между r_1 и r_2 не представляется возможным, поэтому следует оптимизировать параметры по допустимым значениям перекрытия траекторий концов ножей и максимальной силе воздействия ножей на растительность.

Список использованных источников

1. Современные технологии и машины для улучшения естественных и окультуренных сенокосов и пастбищ: анализ. обзор / В.В. Азаренко [и др.]. – Минск: Белорус. ин-т внедрения новых форм хозяйствования в АПК, 2003. – 46 с.

2. Бакач, Н.Г. Механизация процессов подкашивания лугопастбищных угодий: современные технические решения / Н.Г. Бакач, А.Н. Басаревский, И.Е. Мажугин // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. темат. сб. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск, 2012. – Вып. 46. – С. 116–122.

3. Бакач, Н.Г. Аналитический обзор конструкций косилок по уходу за лугопастбищными угодьями / Н.Г. Бакач, И.Е. Мажугин // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. темат. сб. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск, 2011. – Вып. 45. – С. 161–166.

4. Кондратьев, В.Н. Косилки бильного типа: вопросы проектирования и эксплуатации / В.Н. Кондратьев. – Минск: РУП «БелНИИ мелиорации и луговодства», 2002. – 40 с.

5. Рубец, С.Г. Скашивание древесно-кустарниковой растительности на мелиоративных объектах многоотпорной косилкой с трапециевидными ножами: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / С.Г. Рубец. – Горки, 2013. – 196 л.

6. Воеводин, А.А. Экспериментальные исследования равновесия ножей с шарнирным креплением на ротационном рабочем органе мелиоративных косилок / А.А. Воеводин // Машины для строительства и эксплуатации гидро-мелиоративных систем: сб. науч. тр. – М.: Изд. МГМИ, 1984. – С. 33–39.

7. Бакач, Н.Г. Обоснование параметров режущей части ножей косилки для ухода за лугопастбищными угодьями / Н.Г. Бакач, А.Н. Басаревский, И.Е. Мажугин // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 1. – С. 87–92.

8. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев; под ред. Г. Гроше и В. Циглера, пер. с нем. – М.: Наука, 1981. – 718 с.

9. Бермант, А.Ф. Краткий курс математического анализа: учеб. пособие для втузов / А.Ф. Бермант, И.Г. Араманович. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1966. – 735 с.

Поступила в редакцию 23.11.2015

УДК 631.363.2

Д. В. КАСПЕРОВИЧ, В. И. ПЕРЕДНЯ, А. В. КИТУН, А. А. РОМАНОВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПИТАТЕЛЯ ТРУДНОСЫПУЧИХ КОМПОНЕНТОВ
КОРМОВЫХ ДОБАВОК С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ДЛИНЫ ПРОТИВОРЕЖУЩЕГО
ЭЛЕМЕНТА ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА**

*Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь,
e-mail: Kasperovich_dima@mail.ru*

Предложена конструкция питателя кормовых добавок с измельчающим устройством, которая позволяет совместить процессы дозированной подачи кормовых добавок и измельчения. Описано устройство и процесс работы измельчителя. Определена длина фронтальной грани противорежущей пластины, по которой перемещается измельчаемый материал, что позволяет создать противорежущий эффект с минимальными затратами энергии.

Ключевые слова: животноводство, питатель, измельчитель, противорежущая пластина, корма.

D. V. KASPEROVICH, V. I. PEREDNYA, A. V. KITUN, A. A. ROMANOVICH

**SUBSTANTIATION OF THE CONSTRUCTION OF A FEEDER WITH A CRUSHER DETERMINING
THE LENGTH OF A CRUSHER SHEAR KNIFE**

The Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus, e-mail: Kasperovich_dima@mail.ru

The article proposes the construction of a feeder with a crusher which allows combining feed additives supply together with crushing. The crushing device and its work are described. The length of the frontal side plane of a shear knife is determined what enables to have a shear effect with minimum energy cost.

Keywords: livestock, feeder, crusher, shear knife, feed.

Введение. Известно, что в себестоимости животноводческой продукции стоимость кормов составляет 60–75 %. В последние годы все больше животноводческих хозяйств решают задачу организации производства полнорационных комбикормов непосредственно на месте. Производство сбалансированных по всем питательным веществам комбикормов, которые полностью удовлетворяли бы потребностям производителей животноводческой продукции, требует использования сложных технологических приемов и многих десятков видов сырья [1].

Одним из наиболее перспективных направлений совершенствования процесса приема и выдачи трудносыпучих материалов является применение питателей-накопителей. Недостатком существующих питателей кормов является большая удельная энергоемкость и металлоемкость выполнения технологического процесса, так как для их измельчения необходимо дополнительно устанавливать измельчитель кормов и подающий транспортер [2].

Цель работы – разработать конструкцию питателя кормовых добавок с измельчающим устройством, которая позволит совместить процессы дозированной подачи кормовых добавок и измельчения, и обосновать длину противорежущей пластины измельчающего устройства.

Накопительные емкости, питатели и дозаторы компонентов кормов являются обязательным оборудованием линии приготовления белково-витаминно-минеральных добавок и по своим техническим характеристикам определяют технический уровень и удельные показатели компонента оборудования в целом. Питатель-накопитель предназначен для создания определенного запаса кормов и дозированной подачи их на дальнейшую обработку.

Недостатком существующих питателей кормов является большая удельная энергоемкость и металлоемкость выполнения технологического процесса подготовки кормов к скармливанию, так как для их измельчения необходимо дополнительно устанавливать измельчитель кормов и подающий транспортер. В настоящее время известны следующие питатели-дозаторы: КТУ-20,

Технические характеристики питателей-дозаторов

Показатель	Марка машины				
	ПДК-10	КПГ-10-46	БДК-Ф-70	ПЗМ 1,5	КТУ-20
Производительность, т/ч	3,60–35,28	3,00–7,00	4,20–41,60	4,45	5,00–30,00
Емкость бункера, м ³	20	30	20	25	10
Установленная мощность, кВт	4,0	7,0	8,0	9,5	4,5
Масса, кг	4200	6621	4900	4540	2700
Удельная энергоёмкость, кВт/т·ч	1,11–0,11	2,34–1,00	2,00–0,20	2,10	1,50–0,25
Габаритные размеры, мм					
длина	7964	6725	6200	9700	–
ширина	3540	5200	5750	3685	–
высота	3060	2490	2400	3050	–
Неравномерность выдачи корма, %	10,43–22,83	35,20–45,60	13,30–16,80	–	6,20–22,60
Коэффициент готовности	0,99	0,93	0,95	0,98	–

ПЗМ-1,5, БДК-Ф-70, ПДК-10. Технические характеристики питателей-дозаторов приведены в таблице [3].

Анализ технического уровня и технико-экономических показателей питателей-дозаторов позволил выявить следующее. Питатель КТУ-20 требует для загрузки грейферный погрузчик, имеет небольшую емкость и не удовлетворяет требованиям по качеству дозирования.

Питатель-дозатор КПГ-10 отличается большой металлоемкостью и более низким качеством дозирования, имеет излишне большую ширину бункера (4 м.) Поставка питателя-дозатора в разборном виде требует значительных затрат труда на сборку в цехе. Кроме того, питатель-дозатор обладает низкой производительностью, недостаточной надежностью.

Питатель-дозатор ПДК-10 на 72 % унифицирован с питателем ПЗМ 1,5 и отличается от него тем, что не имеет подъемного лотка с гидроприводом и оборудован удлиненным на 2 м конвейером. Питатель-дозатор ПЗМ 1,5 имеет большую энергоёмкость, что также не позволяет его рекомендовать для использования.

Бункер-дозатор БДК-Ф-70 отличается лучшими показателями качества дозирования, так как оборудован дозатором второй ступени ДСК-30, однако он более сложен в изготовлении. При двухступенчатом дозировании регулируемая производительность второй ступени ДСК-30 не совпадает с производительностью первой ступени, из-за чего питатель должен автоматически отключаться и включаться в зависимости от количества материала в дозаторе ДСК-30.

Для решения данного недостатка нами предлагается в питателе кормов (рис. 1) дополнительно установить измельчитель (рис. 2). Измельчитель представляет собой шнек, по длине которого необходимо выполнить разрывы шнековой навивки, между ними установить ножи, по обе стороны которых на кожухе шнека неподвижно закрепить противорежущие пластины, торцевые грани которых расположить параллельно направлению результирующей скорости движения корма по смежной плоскости витка шнека. Так как шнек разделен ножами на несколько измельчающих аппаратов, то образуются несколько рабочих зон. В рабочую зону I шнека поступает только неизмельченный корм, а в рабочую зону II, III, IV – как измельченный, так и исходный корм.

При работе шнека витки I части перемещают корм в рабочую зону ножей, закрепленных на валу шнека, и противорежущих элементов, закрепленных на внутренней поверхности кожуха. По мере перемещения корма витками шнека в I рабочей зоне происходит его частичное уплотнение, поэтому масса корма, проходя между ножами и противорежущими элементами первого измельчающего аппарата, частично измельчается, с минимальными затратами энергии.

Так как витки I части шнека обеспечивают постоянную подачу корма, то измельченные частицы после первой ступени попадают в рабочую зону витков шнека II зоны. Одновременно во II зону шнека обеспечивается подача исходного корма с питателя, размер частиц которого больше поступающих с I зоны. Следовательно, при перемещении всей массы корма происходит смешивание измельченного и исходного корма, при этом более мелкие частицы заполняют полости между крупными частицами, образуя более плотную массу корма.

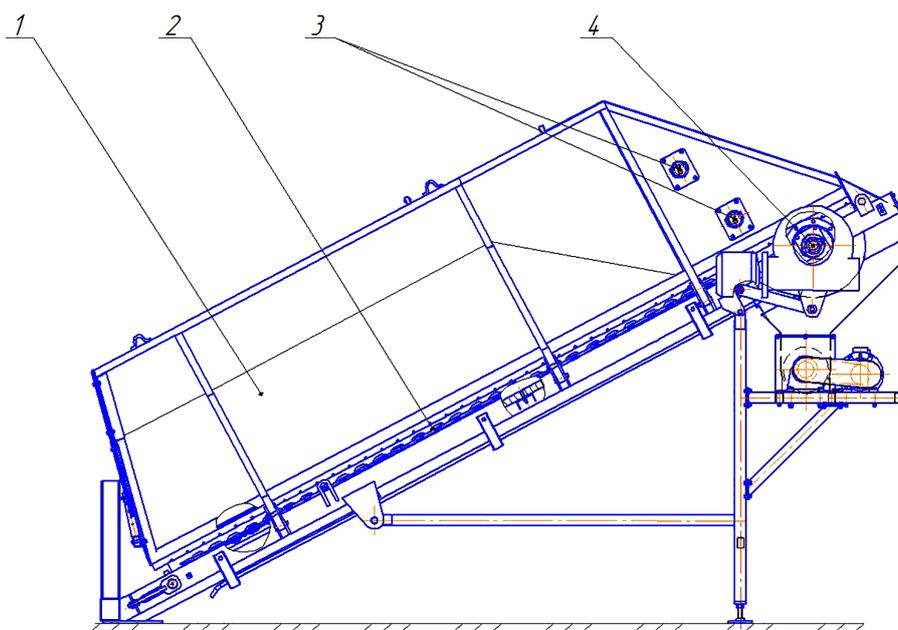


Рис. 1. Общий вид питателя-измельчителя кормов: 1 – бункер; 2 – подающий транспортер; 3 – блок битеров; 4 –измельчитель

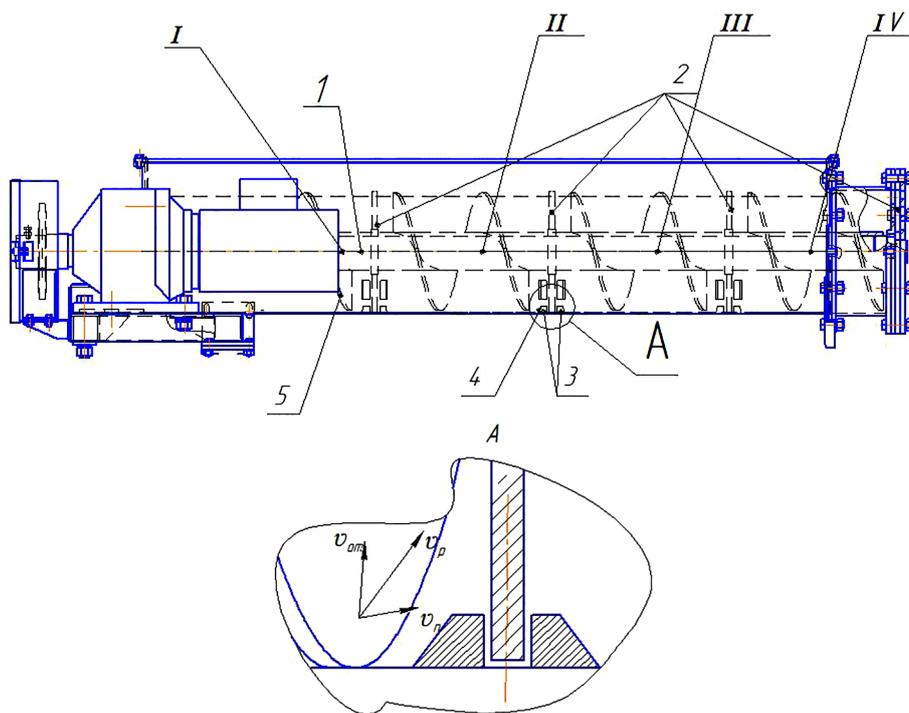


Рис. 2. Общий вид измельчителя кормови схема сил, действующих на частицу корма в шнеке: 1 – шнек; 2 – ножи; 3 – противорежущий элемент; 4 – фронтальная грань противорежущего элемента; 5 – навивка шнека

Данная смесь витками шнека перемещается ко второму измельчающему аппарату, ножи которого ввиду плотного образования массы осуществляют процесс резания при минимальных затратах энергии. В зонах III и IV процесс перемещения и измельчения повторяется. Кроме того, так как масса представляет собой более плотное образование, то происходит выравнивание granulometric composition of the final ground product.

Так как витки шнека расположены под углом к вертикальной плоскости, следовательно, корма перемещаются под действием переносной и относительной скоростей, результирующая скорость которых направлена вдоль плоскости витка шнека.

Поскольку торцевые грани противорежущей пластины расположены параллельно направлению результирующей скорости движения корма по смежной плоскости витка шнека, то кормовой поток перемещается по наклонной грани торцевой поверхности с минимальным сопротивлением, следовательно, затраты энергии на выполняемый процесс снижаются.

Так как процесс перемещения корма с витков шнека на торцевую поверхность противорежущей пластины происходит с минимальным сопротивлением, то исключается накопление перед противорежущей пластиной корма, в результате чего не происходит разрыв частиц корма, что улучшает качество конечного продукта.

Для создания противорежущего эффекта с минимальными затратами энергии необходимо определить длину фронтальной грани, по которой перемещается измельчаемый материал.

Так как фронтальная грань противорежущего элемента расположена параллельно направлению результирующей скорости перемещения корма витком шнека, то для определения данного параметра рассмотрим только силы, действующие на частицу корма при движении ее по фронтальной плоскости противореза (рис. 3).

На частицу корма, перемещающуюся по фронтальной плоскости противореза, действуют следующие силы [4]:

– сила трения частицы о поверхность противореза:

$$F_m = f_k m_k g, \quad (1)$$

где f_k – коэффициент трения корма по металлу; m_k – масса корма, кг; g – ускорение свободного падения, м/с²;

– центробежная сила:

$$F_{ц} = m_k \omega_c^2 l_{ф.п}, \quad (2)$$

где ω_c – угловая скорость перемещения корма по плоскости противореза, с⁻¹; $l_{ф.п}$ – длина фронтальной плоскости противореза, м;

– Кориолисова сила:

$$F_{кор} = 2m_k \omega_c \frac{dl_{ф.п}}{dt}, \quad (3)$$

где $dl_{ф.п}/dt$ – скорость движения частицы корма по плоскости противореза, м/с.

Тогда уравнение, описывающее условие перемещение частицы корма по фронтальной плоскости противореза, будет иметь такой вид:

$$F_{ц} - F_k - F_{тр} = 0.$$

Так как на перемещение частицы корма затрачивается работа, то дифференциальное уравнение движения частицы корма по плоскости противореза можно записать в следующем виде:

$$m_k \frac{d^2 l_{ф.п}}{dt^2} - m_k \omega_c^2 l_{ф.п} + 2f m_k \omega_c \frac{dl_{ф.п}}{dt} = -f_k m_k g, \quad (4)$$

где $m_k \frac{d^2 l_{ф.п}}{dt^2}$ – работа, затрачиваемая на перемещение частицы корма по фронтальной плоскости противореза, Дж.

Полученное уравнение является линейно-неоднородным 2-го порядка, общее решение его складывается из общего решения однородного линейного уравнения:

$$\frac{d^2 l_{ф.п}}{dt^2} - \omega_c^2 l_{ф.п} + 2f_k \omega_c \frac{dl_{ф.п}}{dt} = 0. \quad (5)$$

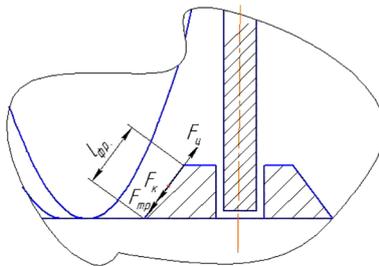


Рис. 3. Схема к расчету длины фронтальной грани противореза

Решая уравнение (5), получим:

$$l_{\text{ф.п}} = C_1 e^{(f_k \omega_c + \omega_c \sqrt{f_k^2 + 1})t} + C_2 e^{(f_k \omega_c - \omega_c \sqrt{f_k^2 + 1})t}. \quad (6)$$

Находим частное решение неоднородного уравнения (4). При $l_p = c$ имеем $\frac{d^2 l_{\text{ф.п}}}{dt^2} = 0$ и $\frac{dl_{\text{ф.п}}}{dt} = 0$. Тогда уравнение (4) будет иметь вид $0 + 0 - \omega_c^2 C = -fg$, откуда $C = -(fg / \omega_c^2)$.

Искомое общее решение уравнения будет иметь такой вид:

$$l_{\text{ф.п}} = C_1 e^{(f_k \omega_c + \omega_c \sqrt{f_k^2 + 1})t} + C_2 e^{(f_k \omega_c - \omega_c \sqrt{f_k^2 + 1})t} + \frac{f_k g}{\omega_c^2}. \quad (7)$$

При начальных условиях $t = 0, l_{\text{ф.п}} = 0, \frac{dl_{\text{ф.п}}}{dt} = 0$ получим:

$$\begin{cases} l_{\text{ф.п}0} = C_1 + C_2 + \frac{f_k g}{\omega_c^2} = 0; \\ l_{\text{ф.п}0} = C_1 \omega_c (f_k + \sqrt{f_k^2 + 1}) + C_2 \omega_c (f_k - \sqrt{f_k^2 + 1}) = 0. \end{cases} \quad (8)$$

Решим систему уравнений относительно C_1 и C_2 :

$$\begin{cases} C_1 = \frac{f_k g}{\omega_c^2} \left(\frac{f_k + \sqrt{f_k^2 + 1}}{2\sqrt{f_k^2 + 1}} - 1 \right); \\ C_2 = \frac{(f_k + \sqrt{f_k^2 + 1}) \left(-\frac{f_k g}{\omega_c^2} \right)}{2\omega_c^2 \sqrt{f_k^2 + 1}}. \end{cases} \quad (9)$$

При известных значениях коэффициентов C_1 и C_2 решение уравнения (5) будет иметь следующий вид:

$$l_{\text{ф.п}} = \frac{f_k g}{\omega_c^2} \left[\left(\frac{f_k + \sqrt{f_k^2 + 1}}{2\sqrt{f_k^2 + 1}} \right) e^{(f_k \omega_c + \omega_c \sqrt{f_k^2 + 1})t} - \left(\frac{f_k + \sqrt{f_k^2 + 1}}{2\omega_c^2 \sqrt{f_k^2 + 1}} \right) e^{(f_k \omega_c - \omega_c \sqrt{f_k^2 + 1})t} + 1 \right]. \quad (10)$$

Формула (10) позволяет определить длину фронтальной грани противорезающей пластины, что позволит осуществлять процесс резания с минимальными затратами энергии. Данный показатель зависит от физико-механических свойств кормов, угловой скорости шнека и времени, затрачиваемого на перемещение частицы корма по фронтальной плоскости противореза.

Закключение. Таким образом, использование измельчающего устройства в питателе трудно-сыпучих компонентов БВМД позволит уменьшить удельную энергоёмкость и металлоёмкость выполняемого технологического процесса подготовки кормов к скармливанию, так как для их измельчения нет необходимости дополнительно устанавливать измельчитель и подающий транспортер. Определение длины фронтальной грани противорезающей пластины позволит осуществлять процесс резания с минимальными затратами энергии.

Список использованных источников

1. *Передня, В. И.* Механизация приготовления кормосмесей на фермах крупного рогатого скота / В. И. Передня. – Минск: Ураджай, 1990. – 152с.
2. *Передня, В. И.* Малозатратные технологические процессы – основы получения конкурентоспособной продукции: к 80-летию со дня рождения и к 55-летию творческой деятельности В. И. Передни / В. И. Передня. – Минск: Науч.-практ. центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. – 132 с.
3. Механизация приготовления кормов: справ. / В. И. Сыроватка [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 368 с.
4. *Китун, А. В.* Приготовление и раздача кормов крупному рогатому скоту многофункциональными машинами: дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / А. В. Китун. – Минск, 2012. – С. 169–177.

Поступила в редакцию 22.12.2015

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ

УДК 664.2

В. В. МОСКВА¹, В. В. ЛИТВЯК¹, И. БЕНДОРАЙТЕНЕ², Э. ЛЕКНЮТЕ-КИЗИКЕ²

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КРАХМАЛОВ ХОЛОДНОГО НАБУХАНИЯ С РЕГУЛИРУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

¹*Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию, Минск, Беларусь, e-mail: info@belproduct.com*

²*Kaunasский технологический университет, Каунас, Литва, e-mail: joana.bendoraitiene@ktu.lt*

Разработана технология получения модифицированных крахмалов холодного набухания с регулируемыми свойствами, позволяющая получать, путем управления степенью деструкции крахмальных полимеров, набухающие крахмалы с заранее заданными свойствами (растворимостью, набухаемостью, вязкостью), что дает возможность расширить сферы и способы их применения.

Ключевые слова: технология, экструзия, крахмал, модификация.

V. V. MOSKVA¹, V. V. LITVJAK¹, J. BENDORAITIENE², E. LEKNIUTE-KYZIKE²

TECHNOLOGY OF PRODUCING MODIFIED STARCH OF COLD SWELLING WITH CONTROLLED PROPERTIES FOR COMMERCIAL COMPLEX

¹*Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus Belarus, e-mail: info@belproduct.com*

²*Kaunas University of Technology, Kaunas, Lithuania, e-mail: joana.bendoraitiene@ktu.lt*

Developed is the technology of producing modified starch of cold swelling with controlled properties allowing to obtain swelling starch with desired properties (solubility, swelling properties, viscosity) through controlling the degree of polymers destruction what makes it possible to expand the spheres and methods of starch use.

Keywords: technology, extrusion, starch, modification.

В последние годы в мире наметился общий подъем производства и потребления крахмала и его производных. Вследствие особенностей химического строения крахмал играет определяющую роль в формировании структуры и потребительских характеристик многих продуктов. Его широко применяют в пищевой промышленности в качестве загустителя, структурообразователя, эмульгатора, стабилизатора, наполнителя, водо- и жиродерживающего агента. Также крахмал широко используется для различных технических целей [1–12].

Над созданием современных способов производства модифицированных крахмалов активно работают специалисты Всероссийского научно-исследовательского института крахмалопродуктов (Россия), Национального университета пищевых технологий (Украина), Научно-практического центра НАН Беларуси по продовольствию, а также крупнейшие зарубежные компании – производители модифицированных крахмалов – Roquette (Франция), AVEBE (Швеция), КМС (Дания), National Starch (США).

Особый интерес представляют физические способы модификации крахмалов, осуществляемые без применения химических агентов. Физически модифицированные крахмалы не относятся к пищевым добавкам, не маркируются индексом «Е» и по показателям безопасности не отличаются от нативных крахмалов. Большую группу физически модифицированных крахмалов, широко применяемых в пищевой промышленности, составляют крахмалы холодного набухания.

Цель исследования – разработать технологию получения модифицированных крахмалов холодного набухания с регулируемыми свойствами на основе исследования взаимосвязи их физико-химических и технологических свойств.

Объекты и методы исследования. Исследования проводили в Научно-практическом центре НАН Беларуси в 2015–2016 гг. Объектом исследования являлись нативные и физически модифицированные (экструзионные) крахмалы различного ботанического происхождения: картофельный, кукурузный и тапиоковый.

Экструзионную обработку крахмалов проводили на двухшнековом экструдере РЗ-КЭД-88 при температурах 140–180 °С, частоте вращения рабочих шнеков 1,17–1,50 с⁻¹ и диаметре используемой фильеры 4 мм. Дополнительная подача воды в экструдер не проводилась.

Влияние факторов экструзионной обработки (температуры и частоты вращения шнеков) на молекулярно-массовые характеристики (среднюю молекулярную массу и коэффициент полидисперсности) крахмалов оценивали с помощью полного факторного эксперимента.

При проведении исследований применяли ИК-спектроскопию (однолучевой Фурье-спектрометр модели Перкин Эльмер «Спектрум 1000»), сканирующую электронную микроскопию (сканирующий электронный микроскоп LEO 1420 и вакуумную установку ЕМІТЕСН К 550Х), рентгеновскую дифрактометрию (рентгеновский дифрактометр HZG 4А), хроматографию (высокоэффективный жидкостной хроматограф Agilent Technologies 1200 Series с хроматографической колонкой Nucleogel GFC 1000-8), визкозиметрию (ротационный вискозиметр Rheotest 2.1), стандартные методы органолептического, физико-химического и микробиологического анализа в соответствии с действующими стандартами: ГОСТ 7698, ГОСТ 8756.13, ГОСТ 8756.22, ГОСТ 24556, ГОСТ 25999, ГОСТ 26668, ГОСТ 26669, ГОСТ 26670, ГОСТ 10444.15, ГОСТ 30518, ГОСТ 30519, ГОСТ 10444.12.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием MathCad Professional 2000, MS Office Excel 2003.

Результаты и их обсуждение. Экспериментально установлено, что получение качественного экструдата на выходе из экструдера обеспечивается при частоте вращения рабочих шнеков экструдера от 1,17 до 1,50 с⁻¹ и температуре экструзии от 140 до 180 °С. Данный диапазон обоснован тем, что при частоте менее 1,17 с⁻¹ существенно увеличивается длительность процесса, в результате чего снижается производительность экструдера и увеличивается вероятность спекания материала в рабочей камере экструдера, а увеличение частоты вращения шнеков выше 1,50 с⁻¹ приводит к перерасходу электроэнергии на проведение процесса, резкому росту нагрузки на привод экструдера и аварийной остановке оборудования. При температуре ниже 140 °С экструдат плохо формуется и вспучивается неравномерно, в результате чего возрастает вероятность закупорки матрицы экструдера, что может привести к остановке экструдера и завариванию продукта в шнековом пространстве, а при повышении температуры выше 180 °С снижается вспучиваемость экструдата, продукт подгорает, приобретает желто-коричневый цвет, посторонний запах и привкус.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что оптимальный размер частиц экструзионных крахмалов после измельчения составляет 0,5–0,7 мм. Частицы более 0,7 мм образуют при смешивании с холодной водой грубодисперсную систему с плохим контактом фаз, в результате чего увлажняются неравномерно, плавают на поверхности воды, налипают на емкость и перемешивающее устройство. При размере частиц экструзионных крахмалов менее 0,5 мм проявляется склонность к их агрегированию в воде с образованием комков, снижается способность к набуханию.

По результатам исследования нативных и экструзионных крахмалов различного ботанического происхождения установлено, что при экструзионной обработке крахмалов в установленном рациональном диапазоне технологических параметров процесса независимо от ботанического происхождения происходит полное разрушение надмолекулярной структуры крахмала – гранул (рис. 1) и кристаллических ламелей (рис. 2).

Определено, что степень кристалличности нативного картофельного крахмала составляет 35,0 %, кукурузного – 20,5 %, тапиокового – 39,4 %. Дифрактограммы образцов экструзионных крахмалов (рис. 2, кривые 4–6) являются размытыми, что подтверждает полное разрушение кристаллических ламелей нативного крахмала в процессе экструзии.

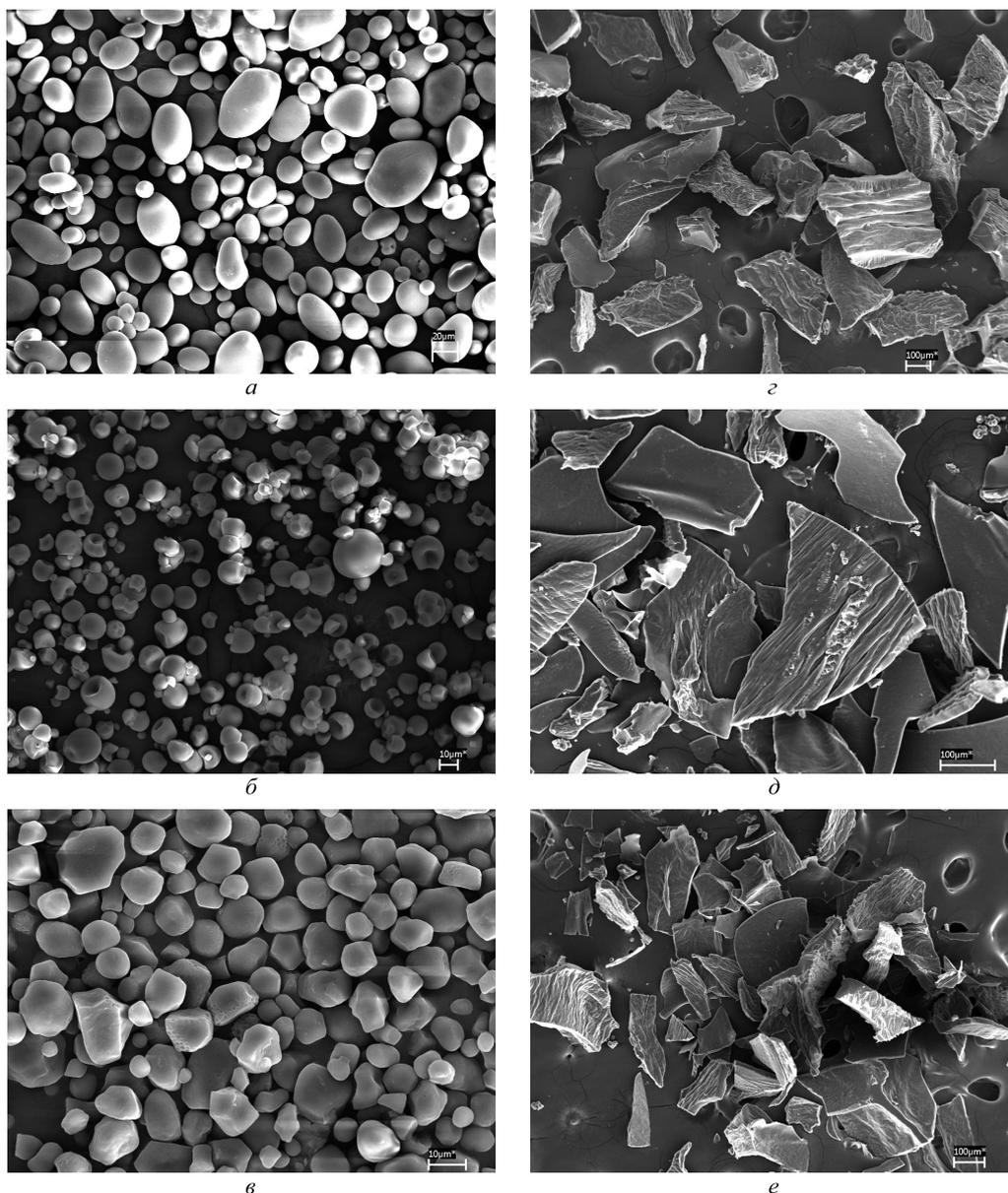


Рис. 1. Сканирующие электронные микрофотографии крахмала: нативного: *а* – картофельного, *б* – тапиокового, *в* – кукурузного; экструзионного (температура экструзии – 140 °С, частота вращения шнеков – 1,17 с⁻¹): *з* – картофельного, *д* – тапиокового, *е* – кукурузного

На рис. 3 приведены кривые молекулярно-массового распределения образцов экструзионных картофельного, кукурузного и тапиокового крахмалов. Выявлено, что при экструзионной обработке крахмалов происходит расщепление полисахаридов крахмала на фрагменты с меньшей на порядок средней молекулярной массой: средняя молекулярная масса экструзионных крахмалов составляет порядка 10^6 в отличие от нативных, имеющих среднюю молекулярную массу 10^7 – 10^8 .

В качестве факторов были выбраны температура экструзионной обработки (T) и частота вращения рабочих шнеков экструдера (n). Значение температуры варьировали от 140 до 180 °С, частота вращения шнеков – 1,17–1,50 с⁻¹. Планирование эксперимента проводили с помощью программы Statgraphics Plus for Windows.

Получены уравнение регрессии, адекватно описывающее процесс деструкции крахмальных полисахаридов под действием факторов экструзии для крахмалов различного ботанического происхождения:

$$M_w^{кр} = 9,59386 - 0,00950T - 0,11473n + 0,000023T^2 - 0,00012Tn + 0,00057n^2, \quad (1)$$

$$D^{кр} = 57,0016 - 0,4781T - 0,2115n + 0,00049T^2 + 0,0041Tn - 0,00265278n^2, \quad (2)$$

$$Mw^к = 17,8668 - 0,09543T - 0,17427n + 0,00013T^2 + 0,00054Tn + 0,00041n^2, \quad (3)$$

$$D^к = 40,8753 - 0,1502T - 0,3510n + 0,0003T^2 + 0,0008Tn + 0,0010n^2, \quad (4)$$

$$Mw^r = 20,1901 - 0,07592T - 0,19173n + 0,00005T^2 + 0,00060Tn + 0,00026n^2, \quad (5)$$

$$D^r = 62,7776 - 0,4115T - 0,4029n + 0,0005T^2 + 0,0035Tn - 0,0010n^2. \quad (6)$$

Коэффициенты уравнения имеют соответствующую размерность.

По результатам эксперимента построены поверхности отклика (рис. 4, 5), отражающие зависимость молекулярной массы и коэффициента полидисперсности картофельного, кукурузного и тапиокового крахмалов от температуры экструзии и частоты вращения рабочих шнеков, которые могут быть использованы в производстве экструзионных крахмалов для точного управления технологическими режимами с целью получения конечного продукта с заданной молекулярной массой. Так, например, для картофельного крахмала видно (рис. 4, 5), что исследуемые факторы оказывают однонаправленное влияние на величину средней молекулярной массы: повышение температуры процесса и частоты вращения рабочих шнеков экструдера приводит к усилению деструкции крахмальных полимеров и уменьшению их средней молекулярной массы. При этом наибольшее влияние на глубину деструкции полимеров картофельного крахмала оказывает частота вращения

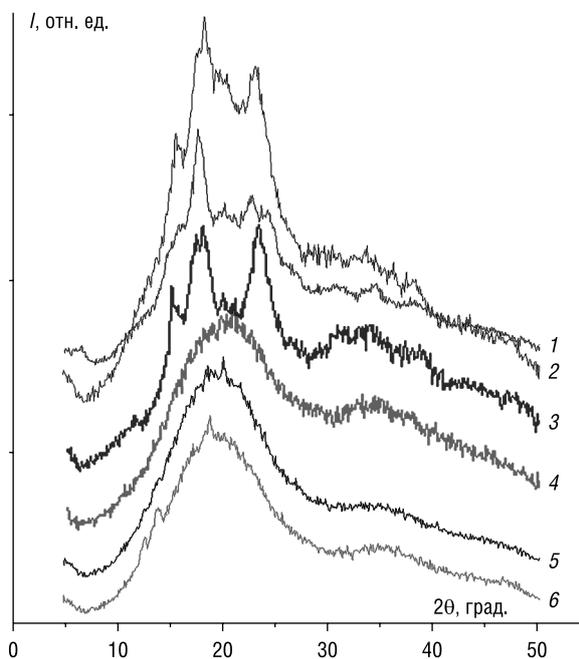


Рис. 2. Дифрактограммы нативных и экструзионных крахмалов: 1 – нативный картофельный; 2 – нативный кукурузный; 3 – нативный тапиоковый; 4 – экструзионный тапиоковый; 5 – экструзионный кукурузный; 6 – экструзионный картофельный крахмал

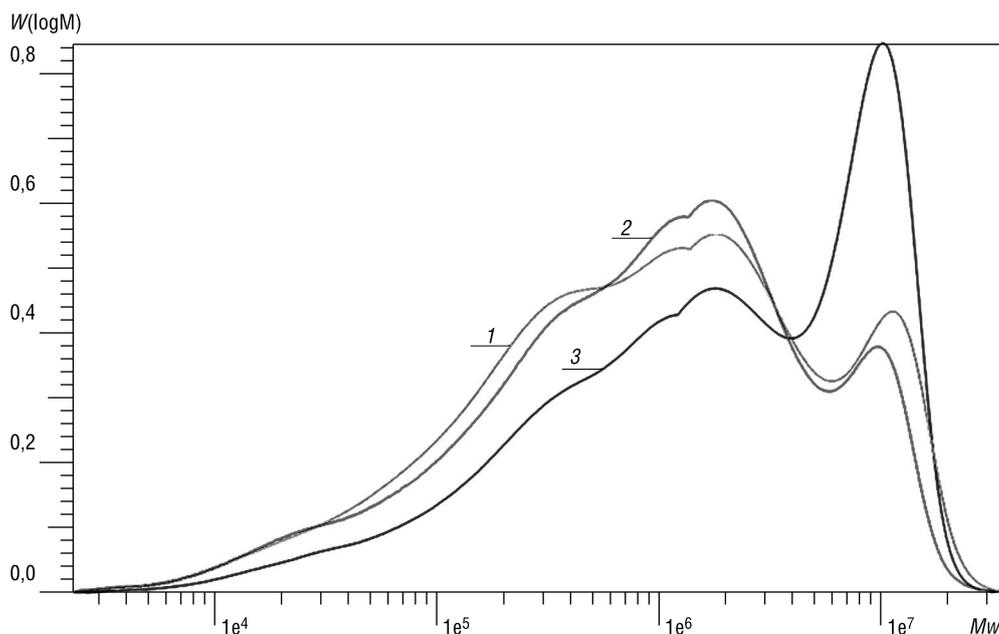


Рис. 3. Кривые ММР экструзионных крахмалов (температура экструзии – 140 °С, частота вращения шнеков – 1,17 с⁻¹): 1 – картофельный; 2 – кукурузный; 3 – тапиоковый

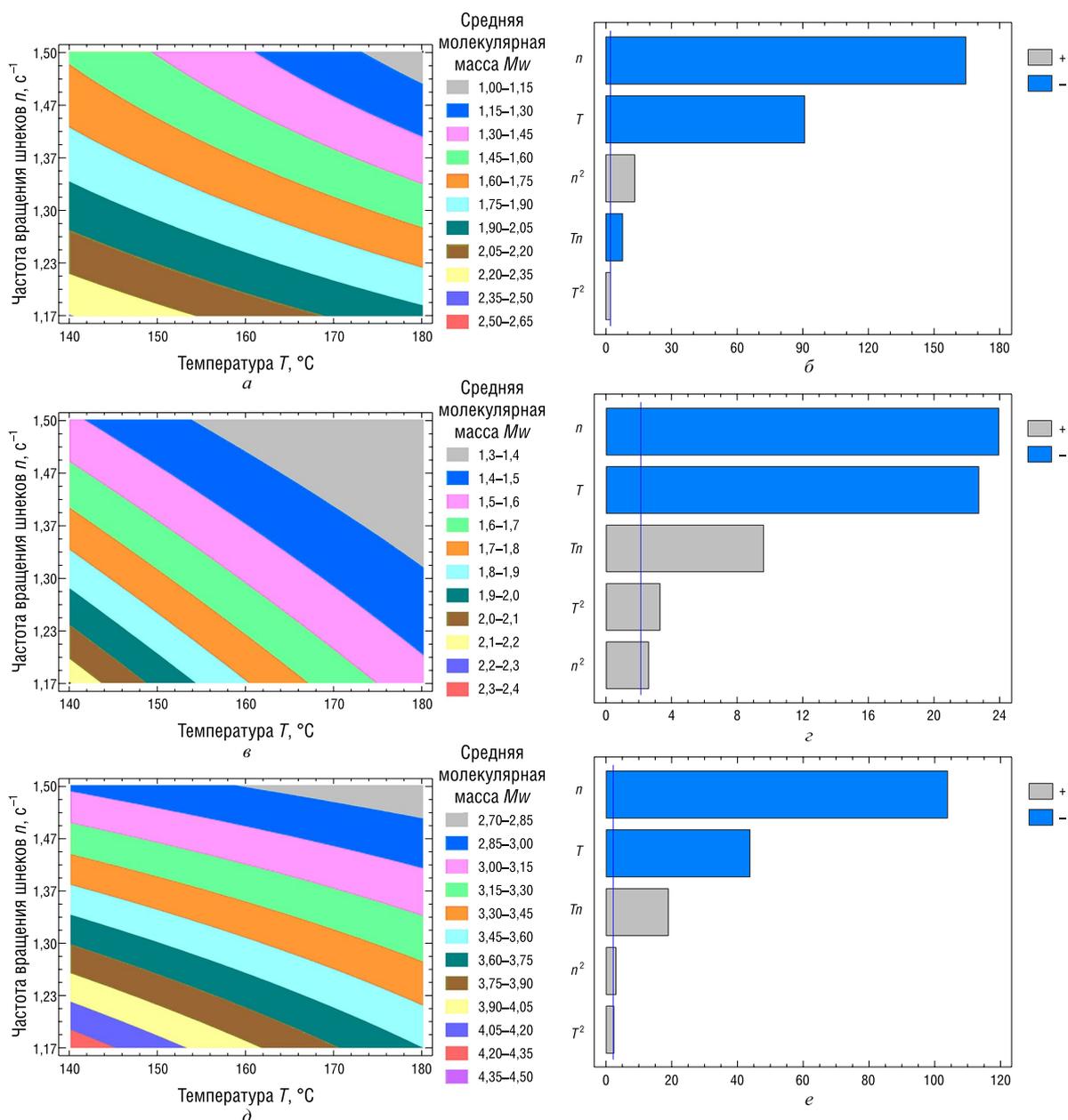


Рис. 4. Поверхности отклика и карты Парето для средней молекулярной массы экструзионных крахмалов: $a, б$ – картофельный, $в, з$ – кукурузный, $д, е$ – тапиоковый

рабочих шнеков экструдера. Для кукурузного и тапиокового крахмалов факторы экструзии также оказывают однонаправленное влияние. Установлено, что самую высокую степень деструкции при одинаковых условиях экструзии имеет экструзионный картофельный крахмал, а самую низкую – экструзионный тапиоковый.

Поскольку средняя молекулярная масса является основным показателем, определяющим технологические свойства крахмалов, представленные эмпирические модели и поверхности отклика могут быть применены для выбора рационального технологического режима, позволяющего получить крахмал с требуемой молекулярной массой, обеспечивающей получение модифицированных крахмалов холодного набухания с заранее заданными технологическими свойствами.

На рис. 6 представлены зависимости технологических свойств от средней молекулярной массы экструзионного картофельного крахмала, позволяющие определить степень деструкции крахмальных полисахаридов, необходимую для достижения заданного уровня качества готового продукта.

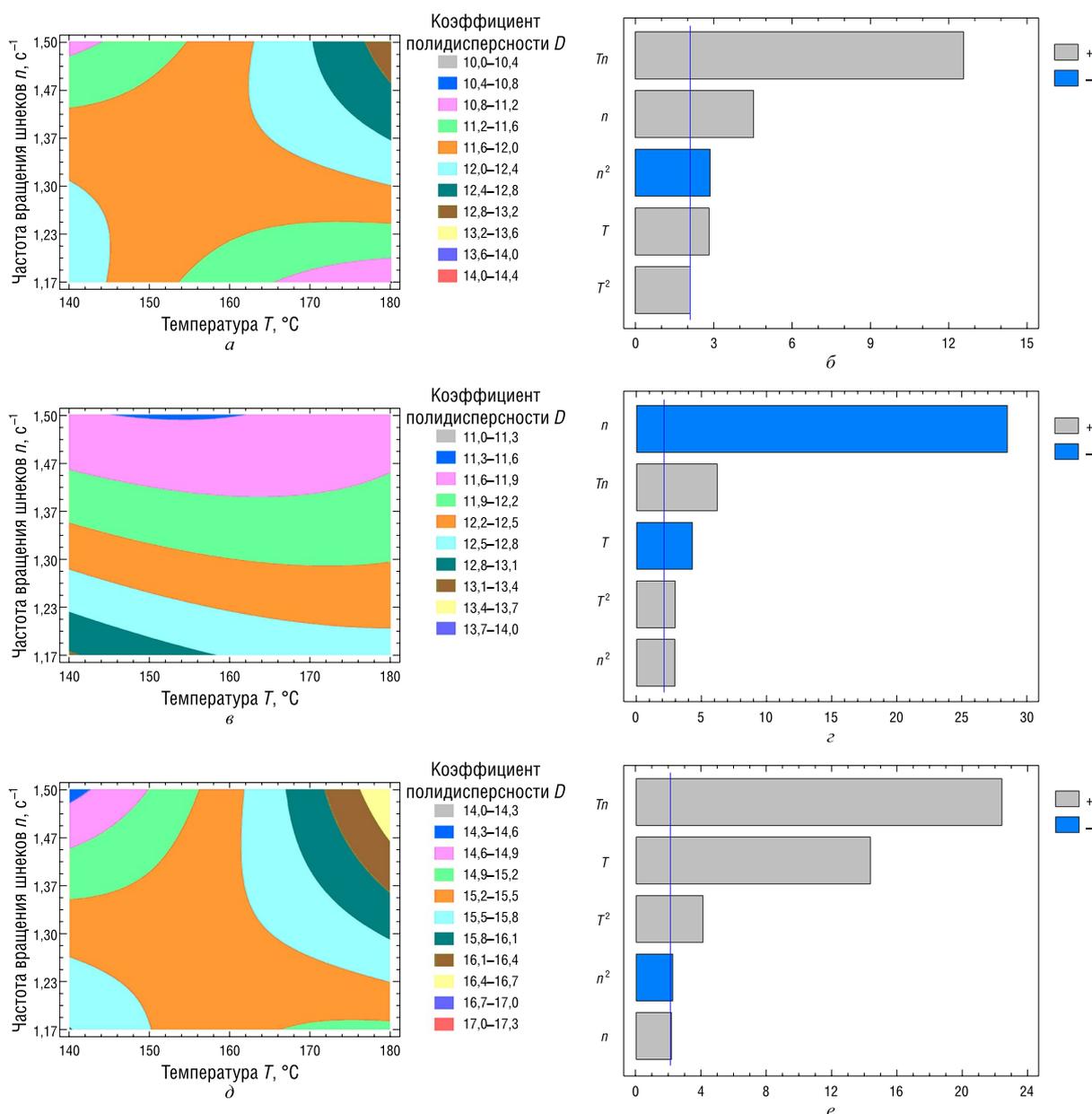


Рис. 5. Поверхности отклика и карты Парето для коэффициента полидисперсности экструзионных крахмалов: а, б – картофельный; в, г – кукурузный; д, е – тапиоковый

По результатам исследования основных технологических свойств крахмалов холодного набухания установлено, что все виды экструзионных крахмалов образуют клейстеры с относительно низкой вязкостью. Клейстеры картофельного и кукурузного крахмалов имеют близкие значения вязкости (в диапазоне 0,009–0,015 Па·с). Вязкость клейстеров экструзионного тапиокового крахмала примерно в 2 раза выше, чем вязкость картофельного и кукурузного, и находится в диапазоне 0,02–0,03 Па·с. С уменьшением средней молекулярной массы крахмальных полимеров вязкость крахмальных клейстеров снижается.

При сравнении образцов экструзионных крахмалов различного ботанического происхождения установлено, что при одинаковых режимах обработки набухаемость крахмалов увеличивается в ряду: картофельный – кукурузный – тапиоковый. Максимальное значение набухаемости экструзионного картофельного крахмала составляет 16,1 см³/г при средней молекулярной массе $2,124 \cdot 10^6$, кукурузного – 19,2 см³/г ($M_w = 1,236 \cdot 10^6$), тапиокового – 21,8 см³/г ($M_w = 3,992 \cdot 10^6$).

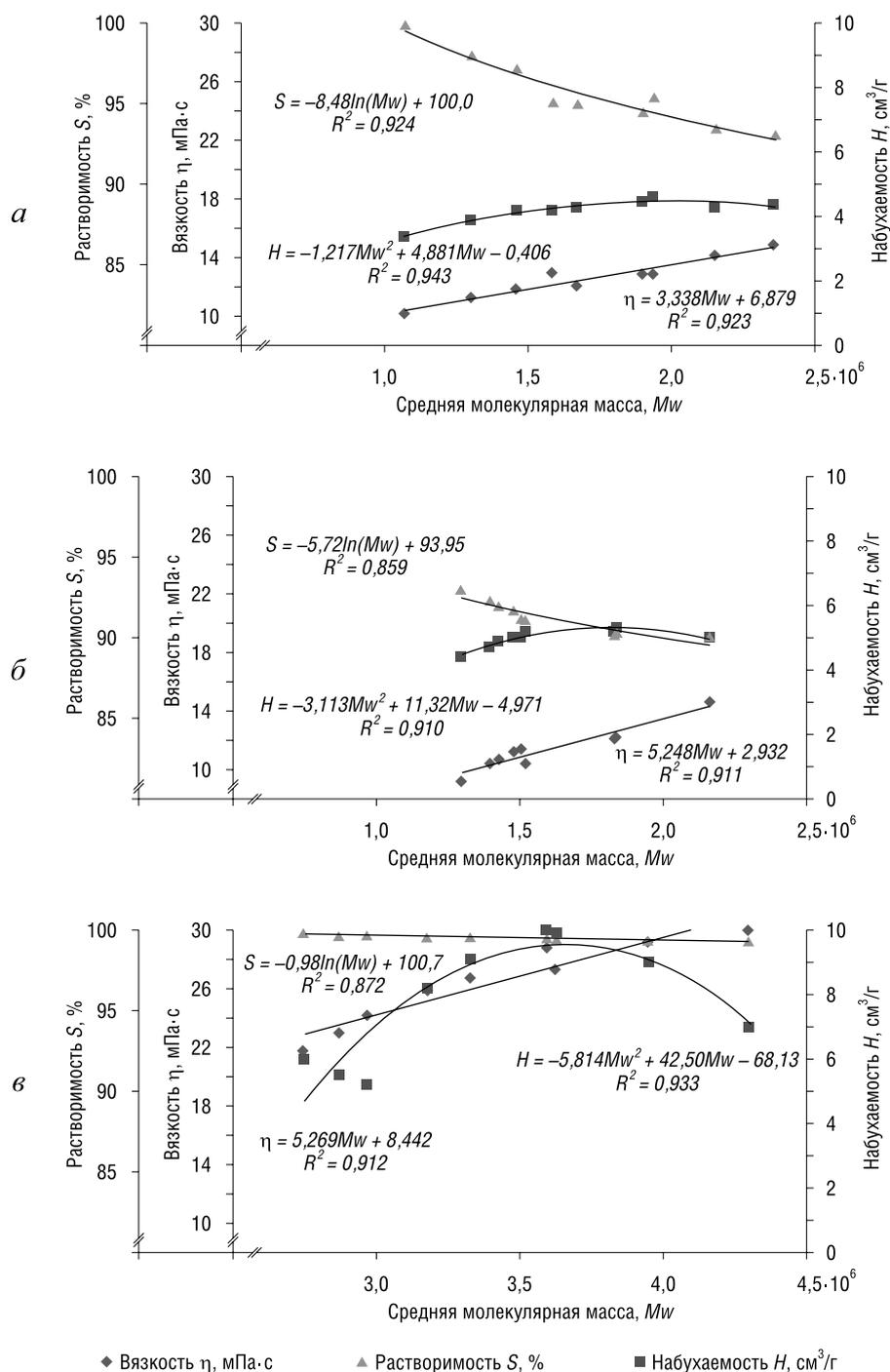


Рис. 6. Зависимости технологических свойств от средней молекулярной массы полимеров экструзионных крахмалов: а – картофельный; б – кукурузный; в – тапиоковый

Установлено, что все образцы экструзионных крахмалов хорошо растворяются в холодной воде и имеют растворимость 90 % и более. При одинаковых условиях экструзионной обработки растворимость крахмалов увеличивается в ряду: кукурузный – картофельный – тапиоковый. Увеличение глубины деструкции крахмальных полимеров приводит к увеличению растворимости экструзионных крахмалов.

На основании проведенных исследований предложена технологическая схема производства модифицированных крахмалов холодного набухания с регулируемыми свойствами (рис. 7).



Рис. 7. Усовершенствованная технологическая схема получения набухающих крахмалов экструзией

Предлагаемая технология получения крахмалов холодного набухания экструзионной обработкой позволяет, используя полученные зависимости, управлять технологическими режимами процесса для получения крахмалов холодного набухания с заданными технологическими свойствами.

Данные ИК-спектроскопии свидетельствуют, что в ходе высокотемпературной экструзии крахмалов не происходит изменений функционального состава полисахаридов, что подтверждает их безопасность.

По основным физико-химическим показателям образцы экструзионных крахмалов соответствуют требованиям действующей нормативной документации. Отмечено снижение влажности крахмалов после экструзионной обработки в 1,4–2 раза и содержания сернистого ангидрида (для картофельного и кукурузного крахмалов – в 1,4 раза, тапиокового крахмала – в 1,1 раза), а также незначительное снижение кислотности и массовой доли общей золы в крахмалах после экструзии. Кроме того, выявлено снижение содержания белка после экструзионной обработки: в картофельном крахмале – в 2,7 раза, кукурузном – 1,2 раза, тапиоковом – 2,8 раза, а также снижение содержания жира в крахмале: в картофельном – в 8 раз, кукурузном – 2 раза, тапиоковом – 5 раз.

По микробиологическим показателям полученные экструзионные крахмалы соответствуют требованиям п. 9.8.2 Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 09.06.2009 г. № 63.

Таким образом, разработана технология получения модифицированных крахмалов холодного набухания с регулируемыми свойствами, позволяющая получать путем управления степенью деструкции крахмальных полимеров набухающие крахмалы с заранее заданными свойствами (растворимостью, набухаемостью, вязкостью), что дает возможность расширить сферы и способы их применения.

Выводы

1. Установлены рациональные параметры экструзии крахмалов: температура экструзии – от 140–180 °С, частота вращения шнеков экструдера – от 1,17–1,5 с⁻¹, которые обеспечивают получение качественного экструдата, а также позволяют добиться полного разрушения надмолекулярной структуры крахмала. Оптимальный размер частиц экструзионных крахмалов составляет 0,5–0,7 мм.

2. Получены эмпирические математические модели процесса экструзии крахмалов, устанавливающие взаимосвязь режимов экструзионной обработки и средней молекулярной массы крахмальных полисахаридов. Характер влияния параметров экструзии на молекулярную массу полимеров крахмала является сходным для картофельного, кукурузного и тапиокового крахмалов: повышение температуры экструзии и увеличение скорости вращения рабочих шнеков приводит к усилению деструкции полисахаридов и снижению их молекулярной массы. Самую высокую степень деструкции при одинаковых условиях экструзии имеет экструзионный картофельный крахмал ($M_w = (1,0–2,5) \cdot 10^6$), а самую низкую – экструзионный тапиоковый ($M_w = (2,7–4,3) \cdot 10^6$).

3. Получены зависимости технологических свойств и средней молекулярной массы крахмалов холодного набухания. Установлены основные технологические свойства экструзионных крахмалов, определяющие направление их использования: вязкость клейстеров картофельного и кукурузного крахмалов имеет близкие значения – от 0,009 до 0,015 Па·с, а тапиокового крахмала примерно в 2 раза выше, чем вязкость картофельного и кукурузного крахмалов – 0,020–0,030 Па·с; набухаемость крахмалов увеличивается в ряду: картофельный – кукурузный – тапиоковый, максимальное значение набухаемости экструзионного картофельного крахмала составляет 16,1 см³/г при средней молекулярной массе $2,124 \cdot 10^6$, кукурузного – 19,2 см³/г ($M_w = 1,236 \cdot 10^6$), тапиокового – 21,8 см³/г ($M_w = 3,992 \cdot 10^6$); растворимость в холодной воде всех образцов экструзионных крахмалов 90 % и более, растворимость крахмалов увеличивается в ряду: кукурузный – картофельный – тапиоковый.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, задание «Разработка способа получения катионного крахмала экструзионным методом с использованием эпоксидного модификатора» (договор с БРФФИ № Х15ЛИТ-030 от 13 марта 2015 г.).

Список использованных источников

1. Андреев, Н. Р. Основы производства нативных крахмалов / Н. Р. Андреев. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 289 с.
2. Жушман, А. И. Модифицированные крахмалы / А. И. Жушман. – М.: Пищепромиздат, 2007. – 236 с.
3. Крахмал и крахмалопродукты / В. В. Литвяк [и др.]; под ред. Ю. Ф. Рослякова. – Краснодар: Изд. ФГБОУВПО «КубГУ», 2013. – 204 с.
4. Углеводы в пищевых продуктах / М. О. Полумбрик [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 592 с.
5. Structural characteristics and flocculation properties of amphoteric starch / E. Lekniute [et al.] // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2013. – Vol. 430. – P. 95–102.
6. Bendoraitiene, J. Preparation of high-substituted cationic starch in presence of organic bases / J. Bendoraitiene, R. Klimaviciute, A. Zemaitaitis // Starch-Starke. – 2012. – Vol. 64. – P. 696–703.
7. Cationic starch nanoparticles based on polyelectrolyte complexes / R. Rutkaite [et al.] // International Journal of Biological Macromolecules. – 2012. – Vol. 50, N3. – P. 687–693.
8. Preparation, stability and antimicrobial activity of cationic cross-linked starch-iodine complexes / R. Klimaviciute [et al.] // International Journal of Biological Macromolecules. – 2012. – Vol. 51, N5. – P. 800–807.
9. Adsorption of hexavalent chromium on cationic cross-linked starches of different botanic origins / R. Klimaviciute [et al.] // Journal of Hazardous Materials/ – 2010. – Vol. 181, N1–3. – P. 624–632.
10. Features of starch cationization by 3-chloro-2-hydroxypropyltrimethylammonium chloride / S. M. Butrim [et al.] // Food processing industry. – 2013. – N2. – С. 16–19.
11. Impact of extrusion process on the molecular weight characteristics of potato starch / V. V. Moskva [et al.] // Polysaccharides and polysaccharide-based advanced materials: from science to industry: 4th Epnoe International Polysaccharide Conference, Warsaw, Poland, 19–22 oct. 2015. – Warsaw, 2015. – P. 232.
12. Cationic starch flocculant obtained by extrusion process / E. Lekniute-Kyzike [et al.] // Baltic polymer symposium, Sigulda, Latvia, 6–18 sept. 2015. – Riga, 2015. – P. 111.

Поступила в редакцию 18.02.2016

ВУЧОНЫЯ БЕЛАРУСІ

ИГОРЬ СТАНИСЛАВОВИЧ НАГОРСКИЙ

(К 85-летию со дня рождения)

Время течет по своим законам, не подвластным человеку. Одна эпоха поступательно сменяется другой, чередуются события, приходят новые люди. И лишь изредка на научном горизонте загораются яркой звездой ученые, которые становятся проводниками новых идей, опережающих само время. Оценить их вклад в науку зачастую можно только позже, когда уровень знаний и технологий существенно продвинется. Именно к такой категории деятелей белорусской агроинженерной науки относится академик Игорь Станиславович Нагорский.

И. С. Нагорский родился 17 февраля 1931 г. в г. Бобруйске. В 1948 г. поступил на факультет механизации Белорусской сельскохозяйственной академии. Получив диплом с отличием, в 1953 г. поступил в аспирантуру Института торфа АН БССР по специальности «сельскохозяйственное торфоиспользование».

Диссертационную работу выполнял под руководством члена-корреспондента АН БССР, профессора Ф. А. Опейко, общение с которым способствовало раскрытию незаурядных математических способностей в его научной деятельности.

После успешной защиты кандидатской диссертации Игорь Станиславович продолжил работу в Институте торфа АН БССР. Проводимые им исследования по взаимодействию рабочих органов активного и пассивного действия с торфом позволили обосновать движения частиц торфа в криволинейном потоке, что легло в основу создания средств механизации для заготовки торфа на удобрение, добычи мелкокускового торфа, устройств для уплотнения торфяной крошки.

В 1961 г. по приглашению академика М. Е. Мацепуро перешел на работу в Центральный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (ЦНИИМЭСХ) Нечерноземной зоны СССР в лабораторию технологических проблем животноводства. Здесь Игорь Станиславович провел комплекс научных исследований по изучению физико-механических и технологических свойств кормовых материалов, процессов дозирования кормов, результаты которых были использованы при разработке технических средств для механизации технологических процессов по приготовлению комбикормов.

И. С. Нагорский одним из первых в Беларуси начал систематически применять при проведении исследований самую передовую технику того времени – аналоговые вычислительные машины. Новое перспективное направление развития агроинженерной науки давало возможность молодому ученому на основе математических и физических методов проявить в полной мере свои познания в области процессов взаимодействия рабочих органов с сельскохозяйственными материалами.

В дальнейшем под его руководством и при непосредственном участии еще в 60-е годы прошлого столетия сотрудниками возглавляемой им лаборатории стали осваиваться методы решения инженерных задач на основе анализа динамических систем, а также системы автоматического управления сельскохозяйственными агрегатами. Все это позволило создать средства автоматизации технологических процессов зерноуборочных комбайнов, оптимизации режимов



загрузки двигателей энергонасыщенных тракторов, автоматического вождения корнеклубеуборочных машин, что стало предвестником создания роботов. Им выполнены экспериментально-теоретические исследования и разработаны положения по проектированию систем управления мобильными сельскохозяйственными машинами, работающими в условиях нестационарных случайных воздействий, разработаны научные основы исследования динамики таких систем методами математического моделирования.

Научные результаты этих работ приведены в цикле трудов: «Обработка осциллограмм на аналоговой вычислительной машине», «К разработке статистической динамики сельскохозяйственных машин», «Применение аналоговых вычислительных машин для определения характеристик случайных процессов» и многие другие, заложившие основу нового направления агроинженерной науки и формирования научной школы. В 1976 г. вышла монография «Оптимизация сложных систем механизированного сельскохозяйственного производства», актуальность которой особо проявилась при переходе к массовому применению ПЭВМ в научных исследованиях. Научное обобщение выполненных работ позволило И. С. Нагорскому в 1978 г. успешно защитить диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук.

В 1979 г. вышла монография «Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления», соавтором которой являлся известный руководитель Ленинградской агроинженерной научной школы профессор А. Б. Лурье. В этой книге приведены материалы исследований, по праву относящиеся к классической теории моделирования процессов и систем механизированного сельскохозяйственного производства.

Важнейшим элементом научного вклада академика И. С. Нагорского стала разработка теоретических методов оптимизации процессов и режимов работы сельскохозяйственных машин, что позволяло выбирать рациональные параметры их использования на начальных стадиях разработки и существенно сокращать затраты времени и средств на эксперименты.

Математическое моделирование и оптимизация технологических и конструктивных параметров разработки новых технологий и машин является базовым условием, соблюдение и выполнение которого существенно ускоряет научно-технический прогресс.

В 1980 г. И. С. Нагорскому присвоено ученое звание профессора по специальности «Автоматическое управление и регулирование, управление технологическими процессами (по отраслям сельскохозяйственного производства)», в том же 1980 г. он был назначен заместителем директора ЦНИИМЭСХ по научной работе. В этот период Игорь Станиславович оказал огромное влияние на развитие методологии проведения исследований в институте, обучая сотрудников новым методикам применения современного приборного обеспечения и практически помогая в выполнении грамотной обработки и в анализе полученных результатов.

В 1983 г. И. С. Нагорский назначен на должность директора института. Предвидя важность и перспективность формирования крупных научных структур, объединяющих под единым творческим началом научно-исследовательские, конструкторские и производственные организации, он приложил значительные усилия для создания на базе ЦНИИМЭСХ НПО «Белсельхозмеханизация», первым генеральным директором которого он был.

Деятельность Игоря Станиславовича всегда была направлена на успешное выполнение проводимых коллективом НПО «Белсельхозмеханизация» научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию средств механизации для интенсивных технологий возделывания основных сельскохозяйственных культур в Беларуси. Реализуя эти идеи, коллектив НПО «Белсельхозмеханизация» разработал для интенсивных технологий производства новые комплексы сельскохозяйственных машин, которые выпускаются промышленными предприятиями страны. Было налажено сетевое планирование выполнения важнейших разработок, обеспечивающее параллельное проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ, изготовление и испытание макетных и опытных образцов, что позволило уменьшить сроки проведения многих разработок в 2–3 раза. Это более чем в два раза повысило эффективность работы института и объединения в целом. Разработанные в этот период машины и обо-

рудование имели высокий научно-технический уровень и соответствовали лучшим мировым аналогам того времени.

Игорь Станиславович являлся научным руководителем раздела «Механизация и энергетика» Государственной научно-технической программы «Агропромкомплекс» и научным координатором и руководителем раздела «Сельхозмеханика» государственной программы ориентированных фундаментальных исследований «Земледелие и растениеводство».

В 1988 г. И. С. Нагорский избран членом-корреспондентом ВАСХНИЛ по специальности «механизация и электрификация процессов сельскохозяйственного производства», а в 1991 г. – действительным членом (академиком) ВАСХНИЛ. В 1992 г. вместе с группой ведущих ученых-аграриев, работавших в научных организациях ставшей независимой страны Беларуси, он принял активное участие в создании Академии аграрных наук Республики Беларусь. В 1992 г. утвержден академиком Академии аграрных наук Республики Беларусь и возглавил Отделение механизации и переработки сельскохозяйственной продукции в ее составе. 18 апреля 2003 г. И. С. Нагорский избран действительным членом (академиком) Национальной академии наук Беларуси.

Академик И. С. Нагорский опубликовал более 400 научных работ, в том числе 18 книг, монографий, справочников, брошюр, имеет свыше 60 авторских свидетельств на изобретения и патентов, под его редакцией издан ряд сборников научных трудов и учебных пособий для вузов.

Кроме того, Игорь Станиславович плодотворно занимался подготовкой научных кадров высшей квалификации – под его руководством защитили диссертации 7 докторов и 20 кандидатов технических наук. Он длительное время возглавлял советы по защите докторских диссертаций в Институте механизации сельского хозяйства НАН Беларуси, был заместителем председателя совета по защите докторских диссертаций в Белорусском государственном аграрном техническом университете и членом совета по защите диссертаций в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. По инициативе академика И. С. Нагорского в БГАТУ была организована кафедра «Основы научных исследований и проектирования», где он читал курс лекций по математическому моделированию технологических процессов и объектов сельскохозяйственного производства магистрантам, аспирантам и соискателям.

За трудовые достижения И. С. Нагорский награжден орденом Трудового Красного Знамени, двумя медалями и Почетными грамотами Верховного Совета БССР и Совета Министров Республики Беларусь, а также медалями ВДНХ СССР.

Игоря Станиславовича всегда отличали прогрессивные взгляды на решение важных производственных и научных проблем, энергичность, демократичность, а также большое трудолюбие, организаторские способности, доброжелательность и отзывчивость. Академик И. С. Нагорский остается признанным авторитетом для ученых-аграриев Беларуси, внесшим неопределимый вклад в развитие агроинженерных исследований в нашей стране, одним из тех, кто опережал свое время.

В. В. Азаренко, Н. Г. Бакач, В. И. Передня

АЛЕКСЕЙ СТЕПАНОВИЧ СКАКУН

(К 70-летию со дня рождения)



1 марта исполнилось 70 лет со дня рождения члена-корреспондента НАН Беларуси, доктора экономических наук, заслуженного работника сельского хозяйства Республики Беларусь Алексея Степановича Скакуна.

А. С. Скакун родился в 1946 г. в д. Достоево Ивановского района Брестской области. В 1964 г. поступил на зоотехнический факультет Гродненского сельскохозяйственного института. В 1969 г. работал главным зоотехником колхоза «Красная звезда» Ивановского района, затем служил в Советской Армии (1970–1975 гг.). После увольнения из рядов Вооруженных сил Алексей Степанович работал главным зоотехником, заместителем председателя колхоза «Молодая гвардия», а в 1975–1979 гг. – председателем колхоза «Дружба» Ивановского района. В 1979 г. назначен

начальником управления сельского хозяйства Ивановского райисполкома. Здесь наиболее полно раскрылся талант А. С. Скакуна как организатора, умеющего реализовывать поставленные перед аграрным сектором задачи, которые ведут к эффективному ведению сельскохозяйственного производства.

Трудолюбие, глубокие знания аграрных проблем не остались незамеченными у руководства Брестской области. В 1982 г. Алексея Степановича назначили председателем колхоза-комбината «Память Ильича» Брестского района, впоследствии переименованного в сельскохозяйственный производственный кооператив «Остромечево».

Работая на производстве, А. С. Скакун понимал, что без опоры на достижения научно-технического прогресса двигаться вперед невозможно, поэтому постоянно совершенствовал свои знания, повышал квалификацию. В 1987 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата, а в 2005 г. – доктора экономических наук. В 1993 г. был избран членом-корреспондентом Академии аграрных наук Республики Беларусь, а в 2009 г. – членом-корреспондентом НАН Беларуси.

Область научных исследований Алексея Степановича связана с социально-экономическими преобразованиями в агропромышленном комплексе, где решались многие научные и практические задачи, в частности, в теоретическом плане разработаны методологические основы развития социально-экономических отношений применительно к формированию многоукладной экономики в АПК, совершенствованию распределительных отношений и мотивации труда. Им обоснована концепция преобразования социально-экономических отношений в сельском хозяйстве при переходе к рыночным условиям хозяйствования и разработан организационно-экономический механизм ее реализации, предусматривающий различные модели трансформации традиционных сельскохозяйственных предприятий в рыночные структуры, научные принципы совершенствования механизма хозяйствования.

Алексеем Степановичем предложены научные и практические модели и рекомендации осуществления процесса преобразований социально-экономических отношений, создания действенных организационно-производственных и управленческих структур, разграничения функций государственного и хозяйственного управления. Разработанные предложения базируются на системном подходе при использовании методов и рычагов хозяйствования, учитывают тенденции раз-

вития аграрных отношений и научные принципы преобразований исходя из требований законов рыночной экономики.

Практическая реализация научных разработок А. С. Скакуна позволила решить многие вопросы по переходу на инновационные технологии производства продукции растениеводства и животноводства, повысить производительность труда, снизить издержки производства.

В СПК «Остромечево» специалистами хозяйства совместно с учеными НАН Беларуси на протяжении длительного времени отработывались интенсивные многокомпонентные системы применения органических и минеральных макро- и микроудобрений, регуляторов роста и средств химической защиты растений, оптимальные севообороты с новыми высокопродуктивными сортами сельскохозяйственных культур белорусской селекции, системы кормопроизводства на основе рационального сочетания высокоурожайных культур, усовершенствованные технологии заготовки и хранения кормов, сбалансированные рецепты кормов и кормовых добавок, эффективные системы кормления сельскохозяйственных животных, комплексы высокопроизводительных машин и оборудования для механизации технологических процессов в растениеводстве и животноводстве.

Производственные цеха и участки «Остромечево» в последние годы широко используются для повышения квалификации руководящих кадров и специалистов сельского хозяйства страны. Сегодня это одно из крупнейших и лучших сельскохозяйственных предприятий республики, которое имеет многотраслевую специализацию, устойчивую экономику и является гордостью белорусского агропромышленного комплекса. Достижения СПК «Остромечево» – несомненный результат многолетнего труда Алексея Степановича.

А. С. Скакуном выполнены теоретические и практические опыты по выращиванию картофеля, рапса, составлен и опубликован краткий словарь по агропромышленной экономике. Разработаны и опубликованы методические рекомендации по организации механизированных подразделений в земледелии, работающих на принципах коллективного подряда, методические предпосылки составления технико-экономической модели для расчета потенциала энергосбережений предприятий сельского хозяйства, методическое пособие «Агропромышленный комплекс в условиях перехода к рынку». Свой богатый опыт Алексей Степанович передает аграрной общественности через публикации своих книг и статей, личное общение. Является автором книг: «Ориентир – новые высоты» (Минск, 1986), «Деревенская политэкономия» (Москва, 1990), «Дорога в завтра» (Минск, 1992), «Рапс – культура масличная» (Минск, 1994), «Право на жизнь» (Минск, 2001), «Единый выход» (Минск, 2008) и др.

А. С. Скакун активно участвует в общественно-политической жизни страны, много внимания уделяет социально-экономическому развитию белорусского села, решению повседневных проблем его жителей. Длительное время был председателем республиканского общественного объединения «Белагропромсоюз», являлся членом Совета Республики Национального собрания Республики Беларусь (2000–2012 гг.), депутатом Верховного Совета БССР (1985–1990 гг.).

Алексей Степанович видит свое предназначение и в воспитании подрастающего поколения, он глубоко вникает в суть вопросов, касающихся проблем молодых современников, делает все, чтобы именно молодежь достойно хозяйствовала на земле белорусской. Участвует в работе совета по защите диссертаций при Институте системных исследований в АПК НАН Беларуси в качестве члена совета.

Достижения А. С. Скакуна в области науки и практики по достоинству оценены научной общественностью и государством. Он награжден орденами Трудового Красного Знамени (1981) и Октябрьской Революции (1986), медалью «За трудовое отличие» (1981), Почетной грамотой Верховного Совета БССР (1978), Национального собрания Республики Беларусь, медалями ВДНХ (1986, 1987). В 1987 г. Алексею Степановичу присвоено звание заслуженного работника сельского хозяйства Республики Беларусь.

Алексей Степанович обладает высокой работоспособностью и мудростью руководителя, он опытный профессионал, мудрый человек, интересный собеседник. Природный ум, богатый жизненный опыт, постоянная работа над собой позволяют ему всегда находить оптимальные

организационные и технологические решения в непростой работе на земле. Многое ему удалось осуществить, однако творческий потенциал этого незаурядного человека, несомненно, до конца не реализован.

Поздравляем Алексея Степановича Скакуна с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, счастья, благополучия, дальнейших творческих успехов на благо белорусской науки.

П. П. Казакевич, В. В. Азаренко, А. П. Шпак