

ВЕСЦІ

НАЦЫЯНАЛЬнай АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ

СЕРЫЯ АГРАРНЫХ НАВУК 2015 № 1

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

СЕРЫЯ АГРАРНЫХ НАВУК 2015 № 1

ЗАСНАВАЛЬНІК – НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ

Часопіс выдаецца са студзеня 1963 г.

Выходзіць чатыры разы ў год

ЗМЕСТ

ЭКАНОМІКА

Такун А. П. Інновачыі ў сельскім гаспадарстве: праблемы ўвядзення і перспектывы развіцця	5
Кірэенка Н. В. Товаропроводячая сетка Беларусі на замежных прадовольственых рынках	10
Сайганов А. С., Ленскі А. В. Аналіз эфектыўнасці прадукцыі сельскагаспадарчых прадпрыемстваў	22
Ефіменка А. Г., Волкова Е. В. Ацэнка эканамічнага патэнцыяла перапрацоўваючых прадпрыемстваў АПК	37

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА

Богдэвіч І. М., Ломанос О. Л. Обеспеченнасць пахотных і луговых ґрунтаў рухомымі формамі цынка ў залежнасці ад узроўня інтэнсіфікацыі земляробства па раёнах Беларусі	43
Пірогавская Г. В. Хімічны склад атмасферных ападкаў у цэнтральнай і паўднёва-ўсходняй частцы Рэспублікі Беларусь	53
Босак В. Н., Скорына В. В., Мініюк О. Н. Оптымізацыя аграхімічных прыёмаў вырошчвання фасолі овочнай	65
Чаренков А. В., Пальчук Н. С. Уплыў надворных умоваў і прадшэстваў на зімовастойкасць розных сортів пшаніцы озімой ў умовах паўночнага стэпа Украіны	69

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА

Гринь М. П. Методические основы селекционно-племенной работы с породой молочного скота	75
Зубко И. Г., Танана Л. А., Петрушко И. С. Эффективность выращивания молодняка, полученного при скрещивании коров черно-пестрой породы с быками специализированных мясных пород	81
Пестис В. К., Голубец Л. В., Дешко А. С., Кысса И. С., Попов М. В., Якубец Ю. А. Первый опыт получения эмбрионов крупного рогатого скота <i>in vitro</i> в системе транвагинальной аспирации ооцитов (ТАО)	86
Радчиков В. Ф., Ганущенко О. Ф., Гурин В. К., Шинкарева С. Л., Люндышев В. А. Экструдированный обогатитель на основе льносемени и ячменной крупки в рационах телят	92

МЕХАНИЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА

Орда А. Н., Шкляревич В. А., Воробей А. С. Закономерности деформирования почв под воздействием колес сельскохозяйственных машин	98
Горин Г. С., Сильченко А. А., Бетень Г. Ф., Рогожинский С. Н. Расчет составляющих затрат энергии при почвообработке плугом	105

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ

Шадыро О. И., Сосновская А. А., Едимечева И. П. Применение растительного сырья для защиты льняного масла от окисления	114
--	-----

ВУЧОНЫЯ БЕЛАРУСІ

Петр Петрович Казакевич (К 60-летию со дня рождения)	119
Зинаида Макаровна Ильина	121
Белорусской сельскохозяйственной библиотеке им. И. С. Лупиновича – 55 лет	123

ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ 2015 № 1

Серия аграрных наук

На русском, белорусском и английском языках

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

Компьютерная верстка *В. Л. Смольской*

Здадзена ў набор 23.12.2014. Падпісана да друку 21.01.2015. Выхад у свет 27.01.2015. Фармат 60×84¹/₈. Папера афсетная.

Друк лічбавы. Ум. друк. арк. 14,88. Ул.-выд. арк. 16,4. Тыраж 116 экз. Заказ 7.

Кошт нумару: індывідуальная падпіска – 70 150 руб.; ведамасная падпіска – 169 991 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, г. Мінск.

© Выдавецкі дом «Беларуская навука».

Весці НАН Беларусі. Серыя фізіка-матэматычных навук, 2015

PROCEEDINGS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

AGRARIAN SERIES 2015 N 1

FOUNDER IS THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

The Journal has been published since January 1963

Issued four times a year

CONTENTS

ECONOMICS

Takun A. P. Innovations in agriculture: problems of introduction and development prospects	5
Kireyenka N. V. Distribution network of Belarus on foreign food markets	10
Sayganov A. S., Lenski A. V. Perspective optimization models of improving production efficiency of dairy products based on the growth of its competitiveness	22
Efimenko A. G., Volkova E. V. Assess the economic potential of the processing enterprises of aic	37

AGRICULTURE AND PLANT CULTIVATION

Bogdevitch I. M., Lomonos O. L. Plant-available zinc in arable soils and gassland in relation to levels of intensification in districts of Belarus	43
Pirahouskaya G. V. Chemical composition of atmospheric precipitation in central and southeast regions of Belarus	53
Bosak V. M., Skaryna U. U., Minyuk V. M. Optimization of agrochemical methods of cultivation of green beans	65
Cherenkov A. V., Palchuk N. S. The influence of the weather conditions and the fore-crops on the winter resistance of different varieties of winter-annual wheat in the northern Steppe of Ukraine	69

ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY MEDICINE

Grin M. P. Methodical bases of selection and breeding work with the breed of dairy cattle	75
Zubko I. G., Tanana L. A., Petrushko I. S. Efficiency rearing obtained in crossbreeding cows of black-motley breed with bulls specialized meat breeds	81
Pestis V. K., Golubets L. V., Deshko A. S., Kyssa I. S., Popov M. V., Yakubets Yu. A. The first experience of <i>in vitro</i> cattle embryo production in the system of transvaginal oocyte aspiration (toa)	86
Radchikov V. F., Ganuschenko O. F., Gurin V. K., Shinkareva S. L., Lyundyshev V. A. Extruded enrichment based flax seeds and barley grits in calves' diets	92

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

Orda A. N., Shklyarevich V. A., Vorobey A. S. Regularities of soil deformation under the influence of wheels of agricultural cars	98
Gorin G. S. Calculation of energy consumption components under plough tillage	105

PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Shadyro O. I., Sosnovskaya A. A., Edimecheva I. P. Using plant material to protect flaxseed oil from oxidation 114

SCIENTISTS OF BELARUS

Petr Petrovich Kazakevich (To the 60th Anniversary of Birthday) 119

Zinaida Makarovna Ilyina 121

I. S. Lupinovich Belarus Agricultural Library of the National Academy of Sciences of Belarus (BelAL) – 55 years 123

ЭКАНОМІКА

УДК 63:001.895(476)(470)

А. П. ТАКУН

ИННОВАЦИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

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

(Поступила в редакцию 05.11.2014)

Современный этап развития народного хозяйства Республики Беларусь характеризуется переходом к инновационной модели экономики, означающей постепенное повышение технического и технологического уровня производства и приближение его к группе высокоразвитых стран мира. В республике реализуется Государственная программа инновационного развития на 2011–2015 годы, главная цель которой – создание конкурентоспособной на мировом рынке, наукоемкой, ресурсо- и энергосберегающей, экологобезопасной, социально ориентированной экономики, обеспечивающей устойчивое социально-экономическое развитие страны и повышение качества жизни белорусского народа. Данная цель распространяется на все отрасли народного хозяйства Беларуси, в том числе и сельскохозяйственную. Мировой опыт свидетельствует о высоком потенциале и больших возможностях инновационного развития аграрной отрасли. При этом успешная реализация данного потенциала предполагает решение ряда сложных задач, связанных с организацией управления инновационным процессом как на государственном уровне, так и на уровне отдельного хозяйства.

Изучение отечественных и зарубежных литературных источников показало, что инновационное развитие – это, прежде всего, конструктивная созидательная динамика, обеспечивающая создание и реализацию инноваций. Одни исследователи [1] рассматривают инновационное развитие в совокупности с наукой, другие [2] считают, что это посленаучная деятельность, когда используется уже готовый инновационный продукт, который удовлетворяет следующим требованиям: является реализацией объекта интеллектуальной собственности; соответствует требуемому научно-техническому уровню; произведен впервые, а если не впервые, то по сравнению с другим аналогичным продуктом обладает более высокими научно-экономическими показателями; является конкурентным.

Инновационный процесс в сельском хозяйстве имеет определенные особенности, обусловленные тем, что отрасль базируется на характерных для нее экономических и биологических законах, использовании в качестве основного средства производства земельных ресурсов, участии в производственном процессе живых организмов. В этой связи использование инноваций должно способствовать разработке новых машин, орудий, технологий для возделывания различных культурных растений, в особенности трудоемких, новых технологий выращивания животных и птицы, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции [3].

В последние годы передовые аграрные предприятия Республики Беларусь активно внедряют инновационные технологии в практику хозяйственной деятельности, тем не менее, степень распространенности инноваций в сельском хозяйстве в целом остается незначительной. Инновации используют примерно 12–15 % хозяйств, что связано как с низко- или неплатежеспособным состоянием большинства предприятий агропромышленного комплекса, так и с дефицитом квалифицированных кадров, имеющих не только соответствующий уровень профессионального образования, но и готовых к инновациям психологически.

Схожие с белорусскими проблемы инновационного развития аграрной сферы присутствуют и в Российской Федерации. По оценкам некоторых экономистов, даже имеющийся инновационный потенциал российского АПК используется в пределах 4–5 % [4, 5]. [Для сравнения: в США этот показатель превышает 50 %.] Многие научно-технические разработки не становятся инновационным продуктом и остаются невостребованными сельскохозяйственным производством. Анализ научного обеспечения АПК Российской Федерации показал, что из общего числа завершённых, принятых, оплаченных заказчиком и рекомендованных к внедрению прикладных научно-технических разработок всего 2–3 % было реализовано в ограниченных объемах, 4–5 % – в одном-двух хозяйствах, а судьба 60–70 % разработок через 2–3 года была неизвестна ни заказчикам, ни разработчикам, ни потребителям научно-технической продукции [4].

Зарубежный опыт (Японии, Китая, Южной Кореи, США, Германии и др.) доказывает, что ключевым звеном успешного продвижения разработок на рынок является уровень организации менеджмента всего цикла проекта. По статистике [1], за рубежом на одного разработчика в науке приходится 10 менеджеров. В России на сегодняшний момент пропорция обратная. В большинстве региональных министерств сельского хозяйства нет подразделений, выполняющих функции, аналогичные тем, которые закреплены за Департаментом научно-технологической политики Минсельхоза РФ, то же самое относится и к районному звену управления АПК.

Таким образом, анализ развития инноваций в сельскохозяйственном производстве в Республике Беларусь и Российской Федерации позволил выявить следующие основные проблемы их внедрения:

- высокая стоимость инноваций и низкий уровень платежеспособного спроса сельскохозяйственных предприятий на передовые технологии и нововведения;
- низкая информированность предприятий об инновационных разработках и отсутствие консультационного сопровождения стадии внедрения инноваций;
- недостаток квалифицированных кадров, готовых внедрять инновации;
- высокие коммерческие риски внедрения инноваций и др.

По нашему мнению, для придания большей динамики процессу инновационного развития сельскохозяйственного производства в республике на уровне государства необходимо предпринять ряд шагов:

во-первых, разработать и внедрить механизм сокращения коммерческих рисков при внедрении инноваций в производство;

во-вторых, способствовать созданию сети информационно-консультационных служб, обеспечивающих процесс внедрения инноваций;

в-третьих, проводить постоянный мониторинг эффективности инновационного развития отрасли.

Рассмотрим данные направления более подробно.

Механизм сокращения коммерческих рисков при внедрении инноваций в производство.

Анализ мирового опыта свидетельствует, что одним из действенных инструментов сокращения коммерческих рисков при внедрении инноваций являются государственные гарантии, предоставляемые финансовым учреждениям для кредитования внедрения инновационных разработок. В настоящее время практически во всех странах с развитой экономикой существуют механизмы предоставления государственных гарантий, направленных на стимулирование инвестиционной активности в приоритетных отраслях экономики. Как правило, это малый бизнес и сельское хозяйство. При этом, если раньше государственные программы этих стран были ориентированы в основном на прямое кредитование приоритетных сфер, то теперь основное место в системе государственной поддержки занимают гарантии негосударственным кредиторам.

Практика предоставления гарантий государственными органами имеет место и в нашей стране, однако до настоящего времени не разработан четкий механизм предоставления государственных гарантий кредиторам и компаниям, работающим с сельскохозяйственными предприятиями. При этом важно, чтобы этот механизм включался автоматически, при минимальном участии чиновников.

Государственная гарантия должна покрывать кредиторам 70–90 % недополученных платежей от сельскохозяйственной организации, где внедряется инновационный проект (данный раз-

мер гарантий определен исходя из мирового опыта). В США, например, размер гарантий зависит от суммы займа и составляет от 75 % (при сумме займа до 75 тыс. долл.) до 80 % (при сумме не более 100 тыс. долл.), при этом гарантии представляются на срок до 25 лет [6]. В Великобритании правительство гарантирует до 70 % невозврата кредита, а в неблагоприятных районах – до 85 %.

Помимо предоставления гарантий государство также может взять на себя функцию страхования финансовых и коммерческих рисков. В странах с развитой рыночной экономикой имеется ряд специализированных государственных агентств, которые занимаются страхованием финансовых рисков при осуществлении инвестиционных операций [7], что является, наряду с предоставлением государственных гарантий, весьма эффективным инструментом стимулирования внедрения инноваций в приоритетных сферах экономики.

Создание сети информационно-консультационных служб, обеспечивающих процесс внедрения инноваций. В настоящее время в Республике Беларусь функционирует ряд структур, основной целью которых является трансфер инноваций. Примером такой структуры является Республиканский центр трансфера технологий, который был создан в мае 2003 г. при содействии Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, Национальной академии наук Беларуси, Программы развития ООН (ПРООН) и Организации Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО).

Еще один пример – Центр трансфера технологий, который был создан 22 сентября 1997 г. в рамках проекта совместно с высшей профессионально-технической школой Биберах (Германия) и Ноттингемским Трент университетом (Великобритания) в Брестском политехническом институте с целью создания контактного бюро для осуществления трансфера технологий между вузом и промышленностью как в Республике Беларусь, так и в странах Европейского сообщества. Деятельность вышеназванных центров направлена на содействие общему инновационному развитию Республики Беларусь, но они не занимаются непосредственным внедрением инноваций, тем более в сфере аграрного производства.

В АПК республики необходимо создать структуры, которые будут продвигать инновации от разработчиков к потребителям. Создание таких структур соответствует Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы, где предусматривается: совершенствование инфраструктуры, обеспечивающей коммерциализацию результатов интеллектуальной деятельности, включая расширение возможностей учреждений науки и образования по созданию коммерческих организаций, осуществляющих коммерциализацию перспективных научно-технических разработок; формирование структурных подразделений в органах государственного управления, облисполкомах и Минском горисполкоме, городских районных исполкомах, непосредственно отвечающих за инновационное развитие видов экономической деятельности и регионов; создание республиканских, отраслевых и региональных организаций и подразделений по коммерциализации интеллектуальной собственности.

На основе анализа отечественного и зарубежного опыта нами предлагается создание в республике сети информационно-консультационных служб (ИКС) со следующими функциями:

- осуществление комплекса мероприятий, направленных на передачу инноваций из сферы их разработки в сферу практического применения;
- проведение исследований конъюнктуры рынка по выявлению возможностей реализации инноваций;
- разработка бизнес-планов внедрения инноваций в производство;
- продвижение инновационных проектов с целью привлечения инвестиций и др.

В процессе своей деятельности ИКС должны будут связать в единую эффективную систему разработчиков инноваций, изготовителей и поставщиков необходимого оборудования и непосредственных потребителей инновационного продукта.

На наш взгляд, перспективным является создание ИКС в системе Национальной академии наук Беларуси, в составе или вместо районных управлений сельского хозяйства, а также в виде независимых коммерческих структур.

Мониторинг эффективности инновационного развития отрасли. Мониторинг необходим для оценки успешности освоения инноваций в сельскохозяйственных организациях и принятия

решений о дальнейших путях инновационного развития отрасли в целом и отдельных предприятий в частности.

Для осуществления мониторинга мы предлагаем вначале определить «степень инновационного развития сельскохозяйственного предприятия (подразделения, отрасли)», после чего сопоставить результаты деятельности «инновационных» предприятий (подразделений, отраслей) со средними показателями.

Степень инновационного развития сельскохозяйственного предприятия (подразделения, отрасли) начинается с определения инновационности отдельных технологий и процессов исходя из распространенности конкретной инновации среди сельскохозяйственных организаций Беларуси на основании предлагаемой «карты инноваций» (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Карта инноваций отрасли молочного скотоводства

Технологический процесс	Инновации		Степень инновационности
	наименование	доля с.-х. организаций, использующих данную инновацию, %	
Охлаждение и хранение молока	Мгновенное охлаждение молока в потоке	Менее 10	1
	Комбинированное охлаждение	Менее 10	1
Доение	Доильный робот	Менее 10	1
	Доильный зал	10–20	0,8
Приготовление и раздача кормов	Самоходный кормораздатчик	Менее 10	1
	Робот-кормораздатчик	Менее 10	1
	Вертикальный смеситель-кормораздатчик	20–30	0,6
Удаление и переработка навоза	Биогазовая установка	Менее 10	1
	Робот-очиститель	Менее 10	1
	Вакуумный свипер	Менее 10	1

Для оценки степени инновационного развития конкретного сельскохозяйственного предприятия необходимо провести его обследование с использованной предложенной карты, при этом помимо фиксации наличия самой инновации необходимо определить долю ее использования в хозяйстве. Например, в хозяйстве ЧДСУП «Профи-Агроцентр» Столбцовского района имеется 4 фермы с общим поголовьем дойного стада КРС 920 гол. На одной из ферм используется доильный робот, на трех других – нет. В табл. 2 приведен пример оценки степени инновационного отрасли молочного скотоводства сельскохозяйственного предприятия.

Т а б л и ц а 2. Пример оценки степени инновационного развития отрасли молочного скотоводства сельскохозяйственного предприятия

Технологический процесс	Инновация	Степень инновационности	Доля использования в хозяйстве, %	Степень инновационности с учетом доли использования в хозяйстве
1	2	3	4	5 = 3·4/100
Охлаждение и хранение молока	Мгновенное охлаждение молока в потоке	1	0	0
	Комбинированное охлаждение	1	12	0,12
Итого по процессу				0,12
Доение	Доильный робот	1	12	0,12
	Доильный зал	0,8	15	0,12
Итого по процессу				0,24
Приготовление и раздача кормов	Самоходный кормораздатчик	1	12	0,12
	Робот-кормораздатчик	1	0	0
	Вертикальный смеситель-кормораздатчик	0,6	0	0
Итого по процессу				0,12
Удаление и переработка навоза	Биогазовая установка	1	0	0
	Робот-очиститель	1	0	0
	Вакуумный свипер	1	0	0
Итого по процессу				0
ВСЕГО				0,12

После проведения оценки степени инновационности предприятий либо отдельных отраслей и подразделений необходимо провести оценку производственной и экономической эффективно-

сти инновационного развития сельскохозяйственного производства. Для этого нами рекомендуются сгруппировать предприятия либо подразделения по степени инновационности и рассчитать для каждой группы средние показатели производственной и экономической эффективности. В табл. 3 приведен пример такого расчета для отдельных ферм ЧДСУП «Профи-Агроцентр».

Т а б л и ц а 3. Оценка производственной и экономической эффективности инновационного развития молочной отрасли ЧДСУП «Профи-Агроцентр»

Степень инновационного развития	Количество подразделений в группе	Показатель производственной эффективности		Показатель экономической эффективности		
		удой на 1 корову, кг	% молока сорта «Экстра»	себестоимость производства молока, млн руб/т	прибыль от реализации 1 т молока, млн руб.	рентабельность реализации молока, %
0,1–0,2	3	6880	47	2611	556	21,3
0,7–0,8	1	6762	93	1595	825	51,7

Из данных табл. 3 следует, что подразделение со степенью инновационного развития 0,7–0,8 имеет в целом более высокие производственные и экономические показатели, чем подразделения с более низкой степенью инновационного развития, т.е. мониторинг молочной отрасли исследуемого предприятия показывает более высокую эффективность развития инновационных подразделений, что может быть основанием для рекомендации внедрения используемых здесь технологий и оборудования в других хозяйствах республики.

Резюмируя все вышеизложенное, необходимо отметить, что в сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь в настоящее время реализуются отдельные инновационные проекты, но при этом в целом в отрасли степень распространенности инноваций находится на низком уровне. Для исправления существующей ситуации в республике на уровне государства необходимо: разработать и внедрить механизм сокращения коммерческих рисков при внедрении инноваций в производство; создать сеть информационно-консультационных служб, обеспечивающих процесс внедрения инноваций; осуществлять постоянный мониторинг эффективности инновационного развития отрасли. Данные меры позволят привлечь коммерческие организации для финансирования инноваций; создать эффективную систему продвижения инноваций от разработчиков к потребителям; объективно оценивать и развивать эффективные инновационные технологии в сельскохозяйственной отрасли республики.

Литература

1. Балацкий, Е. В. Инновационные стратегии компаний на развивающихся рынках / Е. В. Балацкий // Экономика и общество. – 2004. – № 4. – С. 100.
2. Кашубо, Н. Управление инновационными процессами в АПК / Н. Кашубо // АПК: Экономика, управление. – 2001. – № 4. – С. 51–56.
3. Гусаков, В. Г. Экономика организаций и отраслей агропромышленного комплекса: в 2 кн. / В. Г. Гусаков [и др.] ; под общ. ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Беларус. навука, 2007. – 891 с.
4. Баутин, В. М. Концептуальные основы освоения достижений научно-технического прогресса в агропромышленном комплексе России / В. М. Баутин. – М., 2000. – С. 165–186.
5. Бекетов, Я. Перспективы развития национальной инновационной системы России / Я. Бекетов // Вопросы экономики. – 2004. – № 7. – С. 96–105.
6. Дорох, Е. Микрокредитование: основы организации за рубежом и направления развития в Республике Беларусь / Е. Дорох, Е. Милюткина // Вест. ассоциации белорус. банков. – 2005. – № 45. – С. 11–17.
7. Шевчук, Д. А. Страховые споры: практ. пособие / Д. А. Шевчук. – М.: Гросс Медиа Ферлаг, 2008. – 240 с.

A. P. TAKUN

INNOVATIONS IN AGRICULTURE: PROBLEMS OF INTRODUCTION AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT

Summary

The article analyses the problems of using innovations in the agriculture of the Republic of Belarus and the Russian Federation. Discussed are the main directions of the enhancement of innovations in the agriculture of the republic including the mechanism of reducing commercial risks with introduction of innovations; creation of a network of consultancy services; monitoring the effectiveness of the innovative development of the branch.

УДК 339.56(476)

Н. В. КИРЕЕНКО

ТОВАРОПРОВОДЯЩАЯ СЕТЬ БЕЛАРУСИ НА ЗАРУБЕЖНЫХ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ РЫНКАХ

*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: uramart@mail.ru*

(Поступила в редакцию 17.10.2014)

Эффективность функционирования аграрной экономики Беларуси во многом определяется степенью ее интегрированности в мировую торговлю посредством экспортных операций. В Государственной программе устойчивого развития села на 2011–2015 годы, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 01.08.2011 г. № 342, и Национальной программе развития экспорта на 2011–2015 годы, утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23.05.2011 г. № 656, подчеркивается необходимость дальнейшей географической и товарной диверсификации, наращивания объемов поставок продукции сельского хозяйства и перерабатывающих отраслей, максимального получения прибыли от внешнеторговой деятельности, ликвидации необоснованного посредничества.

Начиная с 2005 г. Беларусь стабильно обеспечивает достаточный уровень продовольственной безопасности за счет собственного производства и является экспортоориентированной страной [6]. Республика имеет 0,18 % мировых сельскохозяйственных угодий и 0,13 % мировой численности населения. Производством аграрной продукции занимаются сельскохозяйственные организации, фермерские (крестьянские) хозяйства, хозяйства населения. На долю крупных товаропроизводителей приходится более 70,0 % продукции, средняя площадь их сельхозугодий составляет 5000 га, в пользовании организаций находится почти 7,0 млн га.

Экспорт сельскохозяйственного сырья и продовольствия Беларуси составляет более 15 % в структуре экспортных потоков страны. [Для сравнения: в 2013 г. – 15,6 %, 2012 г. – 11,0 %.] Внешнеторговый оборот страны сельскохозяйственным сырьем и продовольствием с 2005 по 2013 г. увеличился от 3317,1 до 9977,0 млн долл. США, т. е. в 3,0 раза, при этом рост экспорта за девять лет составил 4,0 раза, а импорта – 2,3 раза [3, 8].

Анализ показывает, что в последние годы значительно расширилась география белорусского экспорта аграрной продукции – до 80 стран (табл. 1). Внешнюю торговлю республики следует охарактеризовать как эффективную, страна по данной группе товаров вышла на положительное сальдо внешнеторгового баланса, размер которого в 2013 г. составил более 1,6 млрд долл. США. Беларусь занимает значительное место в мировых объемах экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия: 3-е место по льноволокну и 7-е по молокопродуктам, входит в ТОП-20 по экспорту сахара, масла рапсового, говядины. Такие результаты связаны с интенсивным освоением отечественными организациями внешних продовольственных рынков, либерализацией доступа на внутренний рынок импортной продукции, расширением торговых связей Беларуси в географической направленности, возрастающими потребностями перерабатывающих предприятий в продукции, которая не производится в стране в силу отсутствия технико-технологических возможностей, природно-климатических и иных условий.

Одним из приоритетных направлений экспортной политики в АПК является развитие товаропроводящей сети (ТПС) на зарубежных рынках, деятельность которых связана с оказанием содействия организациям-экспортерам в реализации на внешнем рынке производимой ими продукции, системным изучением и анализом рыночной конъюнктуры, тенденций и динамики ми-

Т а б л и ц а 1. Структура экспорта сельскохозяйственного сырья и продовольствия Беларуси по регионам мира, 2005–2013 гг., %

Регион, страна	2005 г.	2010 г.	2013 г.
СНГ	88,200	91,300	92,300
Из них Российская Федерация	79,500	80,200	81,200
Европа	11,200	7,000	6,900
Северная Америка	0,300	0,100	0,100
Южная Америка	0,040	1,100	0,300
Африка	0,001	0,020	0,040
Азия	0,300	0,400	0,300
Океания	0,001	0,010	0,010
Итого	100,000	100,000	100,000

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена автором по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь. То же для табл. 2.

ровой торговли, организацией торговли, обеспечением консультационного и информационного обслуживания экспортно-импортных операций.

В аграрной сфере республики с 2006 г. активно ведется организационная, нормативная, правовая и методическая работа по вопросам расширения внешнеэкономических связей и развитию товаропроводящей сети. Правовые аспекты последней в Беларуси регламентируются Положением № 183, принятым 24 февраля 2012 г. (в ред. постановления Совета Министров Республики Беларусь от 24.12.2013 г. №1137), а также рядом других нормативных правовых актов [2].

По состоянию на 01.01.2013 г. отечественными предприятиями за рубежом создано 347 субъектов ТПС с белорусским уставным капиталом (или 104,8 % к 2011 г.) в 37 государствах. Аграрную товаропроводящую систему формируют Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и концерн «Белгоспищепром», на долю которых приходится около 70 % экспортных поставок. Более 30 % продукции реализуется на зарубежных рынках предприятиями концерна «Белкоопсоюз», субъектами малого и среднего бизнеса, не являющимися подведомственными вышеуказанным организациям. Однако специфика белорусской экспортной стратегии по их созданию обусловлена широким участием государства в принятии стратегических и тактических решений в отношении деятельности экспортеров. При этом ряд отечественных сельскохозяйственных и перерабатывающих организаций не имеет достаточно опыта, специалистов, финансовых ресурсов для продвижения своей продукции на зарубежные продовольственные рынки, в том числе через ТПС.

Исследования показывают, что организации с белорусскими инвестициями в рамках аграрной товаропроводящей сети существуют в различных странах мира. Тем не менее, в географическом аспекте отечественные предприятия акцент делают на развитие ТПС в Российской Федерации. В то же время проблемным вопросом остается «покрытие» регионов России такими маркетинговыми системами: около 60,0 % субъектов сосредоточено в крупных городах – Москве и Санкт-Петербурге. Поставка белорусской продукции в регионы Кавказа, Урала, Сибири и Дальнего Востока осуществляется в основном через московские посреднические структуры. При этом на рынках стран Европейского союза практически отсутствуют отечественные субъекты аграрной ТПС, а большое количество товаров реализуется на внешних рынках без участия белорусского капитала – дилерами, дистрибьюторами.

Основным способом продвижения товаров за рубежом являются прямые поставки, удельный вес которых составляет более 85,0 % в общем объеме экспорта. На долю продажи непосредственно потребителям приходится 84,2 % от экспортных поставок предприятий Минсельхозпрода и 36,3 % концерна «Белгоспищепром» (табл. 2).

В последние годы возрастает роль во внешнеторговых операциях дистрибьюторов и дилеров, что обеспечило сельскохозяйственным организациям Минсельхозпрода 4,6 % поставок на экспорт, а также корпоративных субъектов товаропроводящей сети (52,4 % экспорта предприятий концерна). По итогам 2011, 2012 гг. экспортные поставки концерна «Белгоспищепром» на зарубежные продовольственные рынки через ОАО «Белорусская универсальная товарная

Т а б л и ц а 2. Динамика структуры экспорта аграрной продукции по видам прямых поставок в разрезе основных поставщиков, %

Вид прямых поставок	Минсельхозпрод					Концерн «Белгоспищепром»				
	На начало года					На начало года				
	2006	2010	2011	2012	2013	2006	2010	2011	2012	2013
Производственная кооперация	1,2	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	–	0,1	–	–
Непосредственно потребителям	63,0	80,1	84,3	83,8	84,2	69,7	59,8	58,2	48,4	36,3
Собственные субъекты ТПС	7,5	4,9	4,4	6,6	7,1	6,0	3,3	1,4	1,2	1,4
Сетевые торговые организации (торговая сеть)	1,4	0,8	0,5	0,4	0,4	2,5	0,1	0,2	0,1	0,2
Организации, определенные в результате биржевых торгов	15,4	4,4	2,7	2,2	2,4	–	4,0	1,9	0,2	0,3
Корпоративные субъекты ТПС	0,3	0,6	1,5	1,0	1,0	21,0	24,7	29,9	38,2	52,4
Дистрибьюторы	0,1	1,0	0,9	0,6	0,5	0,1	–	–	–	–
Дилеры	11,1	7,6	5,3	5,0	4,1	0,5	8,0	8,3	11,9	9,4

биржа» (БУТБ) значительно снизились в структуре прямых поставок и составили 0,2 и 0,3 % соответственно (2010 г. – 1,9 % от общего объема прямых поставок, 2009 г. – 1,5 %, 2008 г. – 0,1 %).

В апреле 2014 г. вступило в силу постановление Совета Министров Республики Беларусь № 191 «О применении механизма биржевых торгов при реализации на экспорт отдельных видов сырья и продукции». В соответствии с документом, для большинства производителей первичным каналом продажи на экспорт определенных товаров (сухое обезжиренное молоко, сливочное масло, сыры, технический казеин, рапсовое масло, свежее или охлажденное мясо крупного рогатого скота, замороженное мясо крупного рогатого скота, свежая или охлажденная свинина, туши и полутуши, замороженная свинина, туши и полутуши, ржаная мука) стала Белорусская универсальная товарная биржа. Использовать другие механизмы (прямые договоры поставки, товаропроводящие сети, ЗАО «Мясо-молочная компания») производители по-прежнему могут, однако только в том случае, если продукция не была продана через биржу, и только на тех же условиях, на которых товар выставлялся на БУТБ.

Как показывает практика, принятый механизм биржевых торгов не позволяет принимать своевременные меры, направленные на стабилизацию и поддержание цен на молочном рынке в виде интервенционных закупок. При этом изменение системы экспортных поставок не оказало положительного влияния на их рост. Если до принятия постановления через биржу продавалось не более 6,0 % молочной продукции, то с момента официального опубликования документа продажи практически прекратились. Сокращение объемов реализации отмечается и по другим товарным позициям.

На 01.01.2014 г. товаропроводящая сеть Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь за рубежом состояла из 155 структур, в том числе 62 – с долей белорусских инвестиций (торговые дома, торговые представительства и филиалы, совместные предприятия, торговые точки) и 93 – без участия отечественного капитала (дилерские и дистрибьюторские структуры). Более 82,0 % организаций с белорусскими инвестициями приходится на Российскую Федерацию (51 субъект из 62). На европейском рынке Минсельхозпрод не представлен субъектами собственной товаропроводящей системы. Динамика ее развития представлена на рис. 1.

Наибольший удельный вес в структуре экспорта продукции сельского хозяйства и перерабатывающих отраслей организаций Минсельхозпрода занимают торговые дома и дилеры, на долю которых приходилось 55,8 и 29,6 % соответственно от общего объема реализации. Третье место по удельному весу в экспорте заняли дистрибьюторы (их доля составила 8,1 %). На долю совместных предприятий приходится 6,0 %, торговых представительств – 0,4 % и торговых точек – 0,1 %. При этом необходимо отметить, что агентские соглашения с 2009 г. на практике не применяются. По итогу 2013 г. доля дилеров и дистрибьюторов составила 39,5 % в общем объеме экспортных поставок товаропроводящей системы Минсельхозпрода (2012 г. – 43,1 %, 2011 г. – 37,6 %, 2010 г. – 37,1 %).

Концерн «Белгоспищепром» проводит единую экономическую, техническую и технологическую политику в пищевой промышленности республики, которая включает более 20 подотрас-

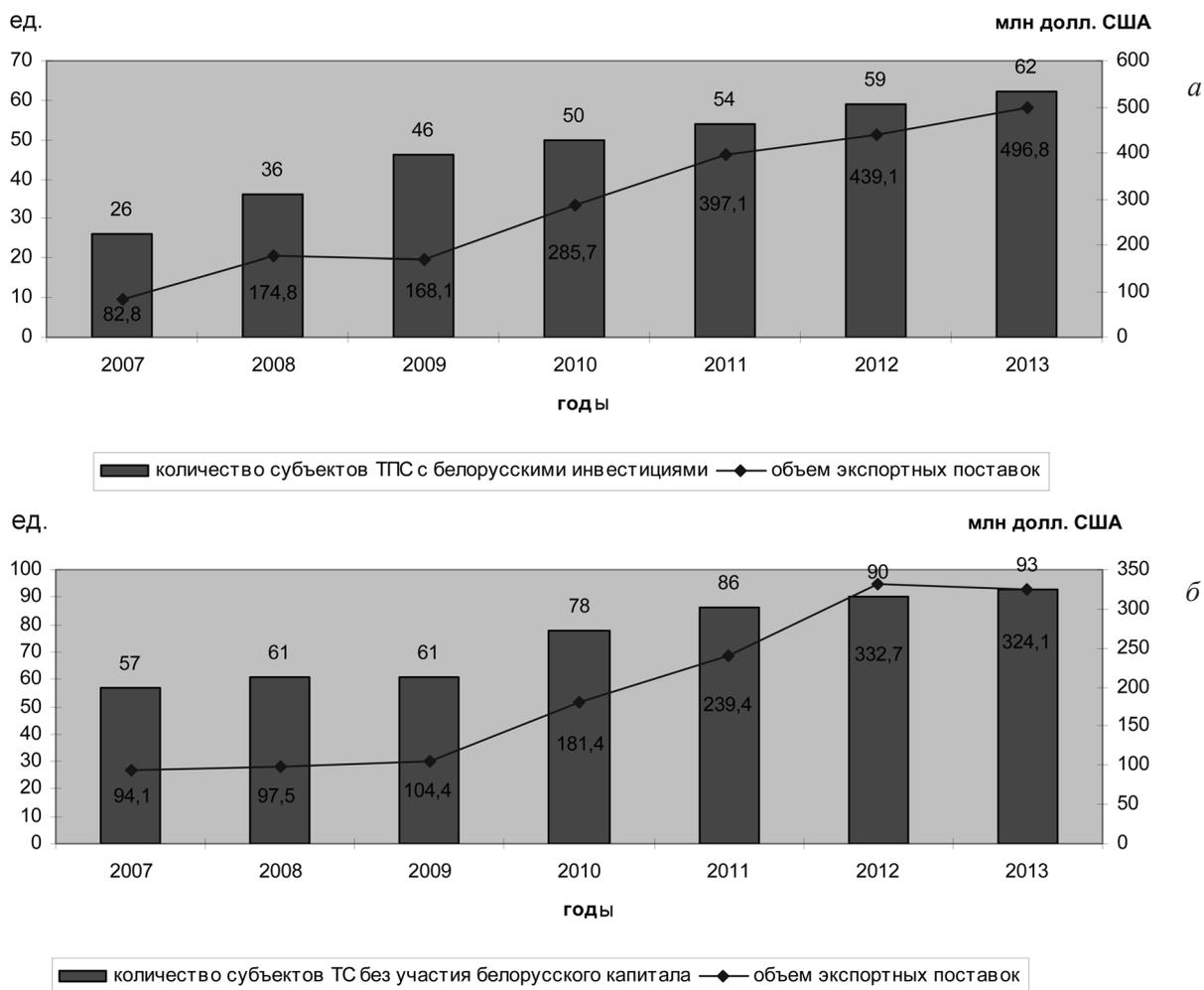


Рис. 1. Динамика развития товаропроводящей сети Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь за 2007–2013 гг.: а – с участием белорусского капитала; б – без участия белорусского капитала

лей (сахарная, кондитерская, масложировая, алкогольная, пивоваренная, консервная, табачная, пищевая концентратная) и 55 организаций. В настоящее время товаропроводящая сеть концерна представлена 11 торговыми домами, из них один функционирует в Латвии и осуществляет организацию оптовых поставок продукции, создание розничной сети за рубежом, организацию импорта (встречных поставок), поиск надежных контрагентов. Для сравнения: на 01.01.2013 г. работало 18 субъектов ТПС, в том числе два на рынке стран Европейского союза (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Распределение субъектов товаропроводящей сети концерна «Белгоспищепром» по странам с участием белорусского капитала по состоянию на 01.01.2014 г.

Страна, регион, город	Количество и наименование субъекта ТПС
<i>Российская Федерация</i>	
г. Москва	4 – ООО «Белкондитер», ООО «Белорусская Сахарная Компания», ЗАО «БелТВ и ИМЦ», ООО «Белорусская продовольственная компания»
г. Санкт-Петербург	1 – ООО «Красный пищевик»
г. Смоленск	1 – ООО «КриницаБелТрейд»
г. Брянск	1 – ООО «Торговый дом «Беллакт»
<i>Другие страны СНГ</i>	
Кыргызская Республика	1 – ООО «Белорусская Сахарная Компания»
<i>Страны Европейского союза</i>	
Латвийская Республика	1 – ООО «Белпищепром»

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена автором по данным концерна «Белгоспищепром».

Предприятия пищевой промышленности Беларуси в январе–сентябре 2014 г. экспортировали продукцию на сумму 182,6 млн долл. США, что на 70,2 % больше, чем за аналогичный период 2013 г. При этом наиболее значительно увеличили экспорт в стоимостном выражении предприятия сахарной отрасли (в 2,5 раза), масложировой промышленности (в 2,3 раза), ликеро-водочной и кондитерской отрасли (в 2,0 и 1,3 раза соответственно). Рост экспорта масложировой продукции обеспечен главным образом за счет поставок растительного масла Витебским масложирэкстракционным заводом.

В ходе исследования нами проведена оценка эффективности региональных товаропроводящих систем на внешних рынках. Так, экспорт сельскохозяйственной продукции и продуктов питания *Брестской области* за 2013 г. составил 1400,9 млн долл. США, что на 20,2 % больше, чем в 2012 г. [8]. При этом удельный вес экспортных поставок продовольственных товаров составляет 58,5 % в объеме внешней торговли региона. Крупнейшими товарными позициями экспорта традиционно являются продукты питания: мясо, колбасы, консервированная рыба и морепродукты, молоко и молочная продукция. Более половины выручки молочные заводы получают от реализации продукции на экспорт (за 2013 г. – 51 %), мясокомбинаты – более 40,0 % (за 2013 г. – 40,2 %). За 2013 г. молочными заводами области экспортировано продукции на сумму 493,6 млн долл. США, или 118,1 % к уровню 2012 г., мясокомбинатами – на 199,2 млн долл. США (115,3 %), консервными заводами – на 2,6 млн долл. США (102,3 %).

В 2013 г. перерабатывающими организациями *Витебской области* товаропроводящая сеть расширена до десяти субъектов, функционирующих на территории Российской Федерации и Республики Казахстан (табл. 4). Удельный вес экспортируемой сельскохозяйственной продукции и продуктов питания данного региона составил 18,6 % в общем объеме экспорта (539,2 млн долл. США). Через представительства ОАО «Глубокский молочно-консервный комбинат» и ОАО «Молоко» налажены поставки продукции предприятий государственного объединения «Витебский концерн «Мясо-молочные продукты», а также консервов и соков ОАО «Купцовъ» [7].

Т а б л и ц а 4. Товаропроводящая сеть организаций агропромышленного комплекса Витебской области

Размещение субъекта ТПС	Субъект товаропроводящей сети	Учредитель
<i>Российская Федерация</i>		
г. Москва	ООО СП «ВИТ-Эл» ООО «ГД Глубокое» ОАО СП «Мясковит-Эл» СП ООО «Торговый дом «Витебский»	ОАО «Молоко» ОАО «Глубокский молочноконсервный комбинат» ОАО «Витебский мясокомбинат» Витебский облисполком
г. Санкт-Петербург	ООО «ВитМит» ООО ТД «БелЭкспорт»	ОАО «Витебский мясокомбинат» Витебский облисполком
г. Псков	ООО ТД «Витебский бройлер–Псков»	ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика»
г. Смоленск	ОО ТД «Витебский бройлер–Смоленск»	ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика»
<i>Республика Казахстан</i>		
г. Актобе	ТОО СП «Глубокский МКК»	ОАО «Глубокский молочно-консервный комбинат»
г. Уральск	ТОО СП «Вит-Уральск»	ОАО «Молоко»

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена автором по данным Витебского облисполкома.

Экспорт продукции является одним из приоритетов в работе агропромышленных предприятий *Гомельской области*. Основной экспортной статьёй является реализация мясо-молочной продукции. Ведущими экспортерами выступают предприятия ОАО «Управляющая компания холдинга «Гомельская мясо-молочная компания», имеющими разветвленную товаропроводящую сеть. Основными рынками сбыта являются Российская Федерация (85 % от общего объема поставляемой продукции), Казахстан (7,9 %) и Украина (3 %). За 2013 г. экспорт увеличился на 16,3 % при прогнозе роста 16,0 % и составил 591,7 млн долл. США. Удельный вес экспортируемых продовольственных товаров составляет 10,4 % в объеме внешней торговли региона [3].

В 2013 г. экспортные поставки сельскохозяйственной продукции и продуктов питания *Гродненской области* составили 859,1 млн долл. США, что на 24,5 % больше, чем в 2012 г. (690,0 млн долл. США). Удельный вес экспортируемых продовольственных товаров в объеме внешней тор-

говли региона составляет 37,3 % [7]. По состоянию на 01.01.2014 г. за рубежом работало 45 субъектов ТПС, созданных подведомственными *Гродненскому облисполкому* организациями и предприятиями без ведомственной подчиненности. Однако в 2013 г. количество субъектов ТПС с белорусскими инвестициями снизилось на 25,0 % и составило четыре предприятия, специализирующихся на реализации мясной и молочной продукции:

- ЗАО «Торговый дом «Неман», г. Санкт-Петербург (25 % акций принадлежат ОАО «Гродненский мясокомбинат»);
- ЗАО «Торговый дом «Гродненский», г. Смоленск (70 % акций принадлежат ГО «Гродно-мясомолпром» и организациям мясо-молочной отрасли области);
- ООО «Торговый дом «Беллакт», г. Смоленск (26 % акций принадлежат Волковысскому ОАО «Беллакт»);
- ООО «Торговый дом «Беллакт-Украина», г. Киев (26 % акций принадлежат Волковысскому ОАО «Беллакт»).

Главной целью внешнеэкономической деятельности *Минской области* является дальнейшее расширение экспорта сельскохозяйственного сырья и продовольствия, обеспечение сбалансированности внешнеторговых операций на основе осуществления эффективной внешнеторговой политики. По итогам 2013 г. объем экспорта аграрной продукции составил 1322,0 млн долл. США [7]. При этом более половины областного экспорта приходится на девять крупнейших товаропроизводителей, в том числе ООО «Трайпл-Велес», ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат», ОАО «Городейский сахарный комбинат», ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат».

Показательным примером организации и эффективности функционирования товаропроводящей сети является *Могилевская область*. На 01.01.2014 г. в ее состав входило 36 субъектов, в том числе: 4 торговых дома; 6 совместных предприятий; 19 дилерских структур; 4 дистрибьюторских структуры ОАО «Быховский консервно-овощесушильный завод»; 3 торговых объекта ОАО «Могилевский мясокомбинат».

За 2013 г. организациями агропромышленного комплекса области реализовано через субъекты ТПС продукции на сумму 62,3 млн долл. США, что составило 111,1 % к объемам реализации 2012 г. [7], при этом через торговые дома экспортировано на сумму 5075,1 тыс. долл. США, совместные предприятия – 5458,3 тыс. долл. США, что в 7,7 и 1,3 раза больше объемов реализации 2012 г. соответственно. На дилерские структуры приходится 50912,5 тыс. долл. США, или 100 % к прошлому году, дистрибьюторские – 162,1 тыс. долл. США, что в 1,9 раза больше предыдущего года. Через торговые объекты реализовано сельскохозяйственной продукции и готового продовольствия на сумму 698,1 тыс. долл. США. В целом реализация продукции через ТПС составила 18,6 % от общего объема экспорта организаций агропромышленного комплекса области.

Аналогичная тенденция сохранилась и в 2014 г. Так, за январь 2014 г. через субъекты аграрной ТПС Могилевской области реализовано продукции на сумму 4713,5 тыс. долл. США, что составило 17,7 % от общего объема экспорта организаций АПК региона.

В товарной структуре преобладает традиционная для Беларуси мясо-молочная направленность – она составляет более 70,0 % экспортных поставок субъектов ТПС, при этом по разным видам продукции от 60,0 до 98,0 % поставляется на зарубежные рынки по прямым поставкам. Кроме того, товары экспортируются с недостаточно высокой добавленной стоимостью, так как около 70,0 % продаж на зарубежные рынки составляет сельскохозяйственное сырье или частично переработанная продукция (рис. 2). Происходит постоянный рост объемов импорта продукции, потенциальные возможности производства которой имеются и в Беларуси – это в первую очередь овощи и продукция их переработки, а также алкогольные и безалкогольные напитки.

Для решения данной проблемы в республике активно развивается *маркетинговая и логистическая инфраструктура*. В настоящее время на территории страны функционируют хранилища для картофеля, овощей и фруктов с объемом единовременного хранения товаров почти 50,0 тыс. т, склады-холодильники, обеспечивающие единовременное хранение 117 тыс. т товаров, 12 транспортно-логистических центров (ТЛЦ) [7]. Однако количество продовольственных складов уменьшилось на 28, хранилищ для картофеля, овощей и фруктов – на 15.

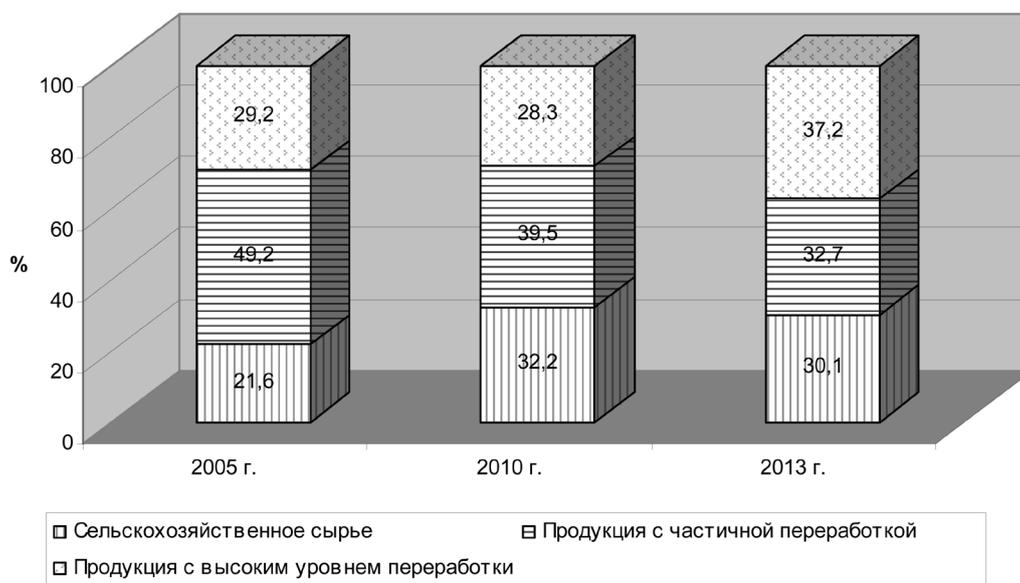


Рис. 2. Структура экспорта аграрной продукции Беларуси в зависимости от уровня ее переработки

Экономика Беларуси характеризуется недостаточным использованием логистических активностей, о чем свидетельствуют данные обзора индекса эффективности логистики (табл. 5). По результатам исследований Всемирного банка, в странах Балтии сформирован рынок разноплановых логистических услуг; во многих регионах Центральной Азии достигнут незначительный прогресс в данной области. На этом фоне Беларусь может быть отнесена к категории государств, осуществляющих «частичные меры» и демонстрирующая относительно высокий уровень транспортной и коммуникационной инфраструктуры, конкурентное преимущество по прямым внутренним затратам на логистику [11, 12].

Т а б л и ц а 5. Индекс логистической эффективности стран Таможенного союза, 2007–2014 гг.

Показатель	Республика Беларусь			Республика Казахстан			Российская Федерация		
	2007 г.	2012 г.	2014 г.	2007 г.	2012 г.	2014 г.	2007 г.	2012 г.	2014 г.
Общий рейтинг	74	91	99	133	86	88	99	95	90
Показатель индекса	2,53	2,61	2,64	2,12	2,69	2,70	2,37	2,58	2,69
Эффективность работы таможенного и пограничного оформления	2,67	2,24	2,50	1,91	2,58	2,33	1,94	2,04	2,20
Качество торговой и транспортной инфраструктуры	2,62	2,78	2,55	1,86	2,60	2,38	2,23	2,45	2,59
Простота организации и конкурентность цен международных перевозок	2,12	2,58	2,74	2,10	2,67	2,68	2,48	2,59	2,64
Качество и компетентность логистических услуг	2,12	2,65	2,46	2,05	2,75	2,72	2,46	2,65	2,74
Отслеживание прохождения грузов	2,71	2,58	2,51	2,19	2,83	2,83	2,17	2,76	2,85
Своевременность поставок грузов	3,00	2,87	3,05	2,65	2,73	3,24	2,94	3,02	3,14

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена автором по данным Всемирного банка.

На 01.01.2014 г. общая площадь ТЛЦ составила 912,4 тыс. м², она включает специализированные помещения для хранения и переработки грузов, магазины оптово-розничной торговли, а также размещенные на территории транспортно-экспедиционные организации, страховые компании, таможенные органы, службы государственного надзора. За 2013 г. объем услуг, оказанных ТЛЦ, снизился на 9,6 % и составил 670,0 млрд руб. [7]. В целом планируется реализовать 46 инвестиционных проектов по созданию логистических центров, в том числе 36 проектов предусмотрены Программой развития в Республике Беларусь логистической системы на период до 2015 года [1].

Тем не менее, развитие логистической системы нашей страны как фактора обеспечения конкурентоспособности национального АПК происходит на основе определенных трудностей, обусловленных следующими причинами:

достаточно высокие производственные и транспортные издержки отечественных закупочных, перерабатывающих, сбытовых предприятий и организаций при продвижении продукции на зарубежные рынки;

отставание от современных методов системы распределения продукции, а также средств информационного обеспечения товародвижения по сравнению с экономически развитыми странами;

недостаток складских помещений, низкий уровень их оснащенности современными погрузочно-разгрузочными средствами, видами тары и упаковки, а также оборудованием, обеспечивающим сохранность скоропортящейся сельскохозяйственной продукции;

недостаточное количество квалифицированных специалистов в области маркетинга и распределительной логистики, внешнеэкономической деятельности и международного торгового права.

Эффективность субъектов аграрной товаропроводящей сети Беларуси на внешних рынках зависит и от действующей системы поддержки экспорта. Основопологающим документом является Указ Президента Республики Беларусь от 25 августа 2006 г. № 534 «О содействии развитию экспорта товаров (работ, услуг)» (в ред. от 24.07.2014 № 368). В стране работают аналоги зарубежных институтов поддержки экспортеров: ОАО «Белэксимгарант», ОАО «Промагролизинг», ИРУП «Национальный центр маркетинга и конъюнктуры цен», Белорусская торгово-промышленная палата. Однако стимулирование экспорта агропродовольственной продукции должно осуществляться как посредством усиления его прямой финансовой поддержки государством, так и косвенным путем, с помощью соответствующих налоговых и кредитных льгот, страхования экспортных операций и др.

Решение обозначенных выше проблем и конкретизация всего комплекса задач в рамках аграрной политики указывают на необходимость разработки практических рекомендаций по развитию товаропроводящей сети с целью увеличения экспорта сельскохозяйственной продукции на зарубежные рынки, а также формирования положительного внешнеторгового сальдо в торговле сельскохозяйственной продукцией и готовым продовольствием, повышение финансовой устойчивости отечественных товаропроизводителей.

Располагая необходимым потенциалом и последовательно проводя намеченную социально-экономическую политику, республика стабильно обеспечивает безопасность в продовольственной сфере. Однако в условиях глобализации, нарастания проблем в мировой продовольственной системе избежать влияния негативных тенденций сложно и практически невозможно. Поэтому в перспективе стратегия развития АПК Беларуси будет направлена на обеспечение сбалансированности внутреннего агропродовольственного рынка, а также наращивание объемов и повышение эффективности экспорта продовольственных и сельскохозяйственных товаров, прежде всего глубокой промышленной переработки с высокой добавленной стоимостью. При этом необходимо будет исходить из реально складывающихся тенденций развития мирового агропродовольственного рынка и отдельных его сегментов, наиболее важных для нашей страны, в частности рынка Евразийского экономического союза [10]. Достижение поставленных целей предполагает последовательное проведение мероприятий по повышению эффективности аграрной товаропроводящей сети на зарубежных целевых рынках (рис. 3).

Расширение рынков сбыта и освоение новых целевых сегментов связано с повышением конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции и продовольствия на основе инновационного развития отрасли. В настоящее время инновационная продукция в АПК Беларуси в общем объеме производства составляет не более 5 % при необходимости 20–25 %, что требует задействовать следующие механизмы стимулирования:

1) комплексная модернизация технико-технологической базы АПК с применением новейших разработок науки и лучших образцов технических средств отечественного и зарубежного производства;

2) рациональное использование преимуществ концентрации агропромышленного производства на базе применения индустриальных технологий, создающих условия для расширенного воспроизводства;

3) оптимизация структуры производства и сбыта по направлениям и целевому назначению продукции (продовольствие, сырье для переработки, экспортные фонды, хозяйственные потребности,

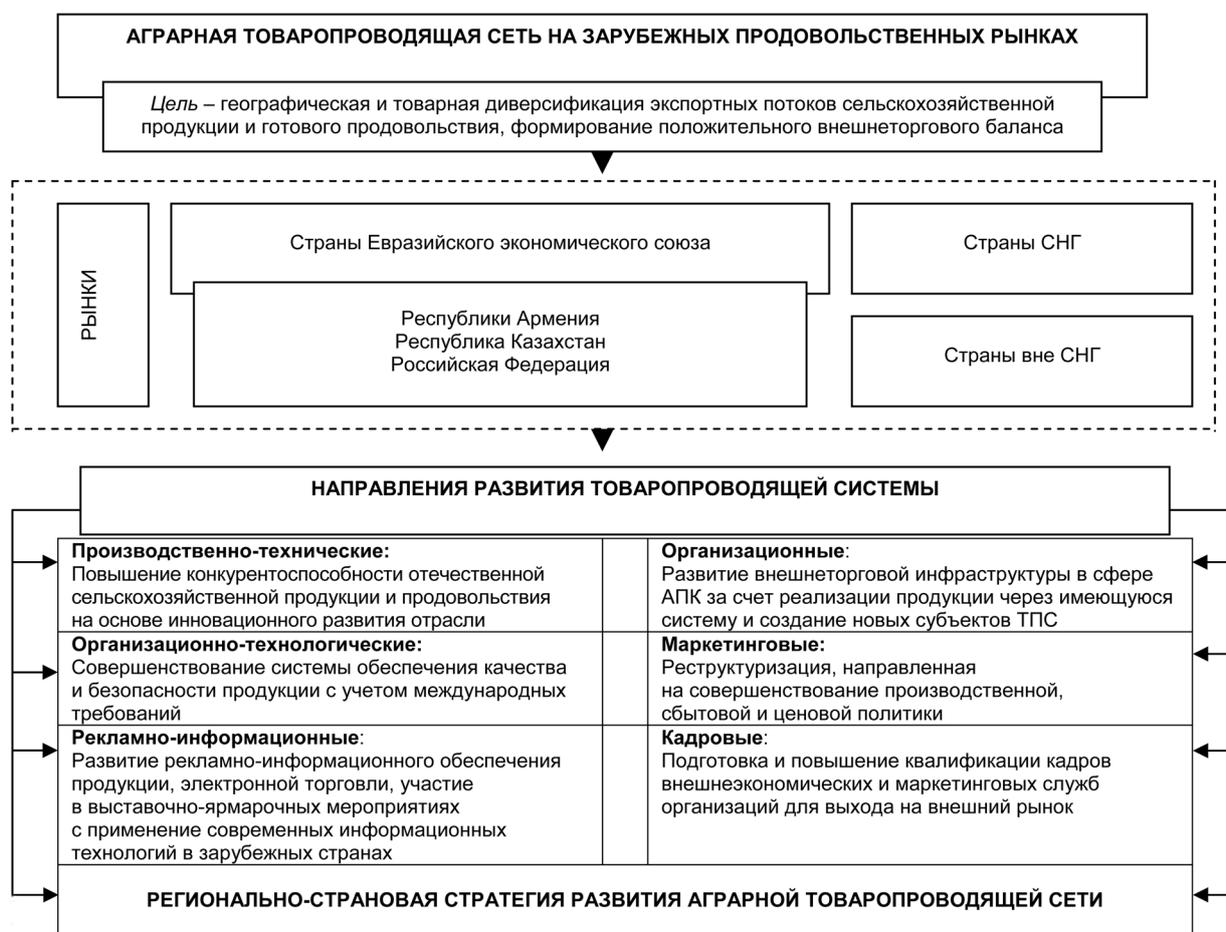


Рис. 3. Основные направления развития аграрной товаропроводящей сети Республики Беларусь на зарубежных целевых рынках

в том числе корма) в соответствии с природно-экономическими условиями регионов страны и критериями окупаемости;

4) последовательное развитие кооперации и интеграции агропромышленного производства, а также создание условий для широкого развития всех форм аграрного предпринимательства и бизнеса.

Развитие внешнеторговой инфраструктуры в сфере АПК должно осуществляться за счет повышения эффективности действующих субъектов ТПС и создания новых сбытовых структур. Так, основным стратегическим направлением развития товаропроводящей сети в странах Евразийского экономического союза (Республика Армения, Республика Казахстан, Российская Федерация) будет открытие торговых домов, совместных предприятий, представительств, оптовых складов и розничных торговых точек. Целесообразно увеличение объемов поставки продукции через имеющуюся и запланированную к созданию в отдаленных регионах России дилерскую и дистрибьюторскую сеть.

Развитие внешнеторгового сотрудничества со странами СНГ, на долю которых приходится более 80,0 % всех экспортных поставок, оказывает существенное влияние на расширение товаропроводящей сети. В этом направлении целесообразно создание корпоративных торгово-логистических центров. Одной из функций последних является предоставление информационно-маркетинговых услуг, включающих определение объемов продаж, цен, подготовка аналитических обзоров рынков, проведение рекламных кампаний и мероприятий стимулирующего характера. Эффективному распределению товарных потоков будет способствовать внедрение единой системы документооборота. С учетом применения новых технологий логистики стоимость многих товаров при реализации через соответствующие центры может быть снижена на 10–15 %.

Также Беларусь должна принимать активное участие в формировании межгосударственной целевой программы «Создание Евразийской товаропроводящей системы сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» («АгропродЕТС–2020»), которая с 1 января 2015 г. будет осуществляться в рамках Евразийского экономического союза (ЕАСТ). Ее целевые индикаторы и показатели предусматривают: сокращение срока перемещения товаров между крайними точками сети на 7 дней; прирост валового внутреннего продукта АПК государств-членов на 5–10 %; рост объема товарооборота в агропромышленном сегменте между странами на 3–5 %; уменьшение средней оптовой цены закупок сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия за счет сокращения числа посредников на 13–17 %; создание 10 ТЛЦ.

Экспертная оценка Института системных исследований в АПК НАН Беларуси показывает, что для Республики Беларусь данная программа имеет практическое значение по реализации вышеуказанных направлений, включая:

- расширение сети транспортно-логистических и сбытовых центров;
- оптимизацию объемов складских запасов и целенаправленное использование финансовых ресурсов;

- снижение стоимости продвижения товаров от центров производства к потребителям, сокращение числа посредников;

- доступность сельскохозяйственной продукции за счет снижения цен, повышения качества и уровня жизни населения;

- обеспечение уровня продовольственной безопасности.

Внешнеторговое сотрудничество со странами вне СНГ по продукции АПК необходимо строить на принципах сбытовой кооперации, которая возможна в форме корпоративных союзов или транснациональных компаний, путем создания совместных предприятий или межгосударственных групп. Такой подход позволит расширить интеграционные процессы аграрных предприятий с целью создания замкнутого технологически-сбытового цикла «производство – хранение – переработка – сбыт».

Развитие товаропроводящей сети обуславливает необходимость совершенствования системы обеспечения качества и безопасности продукции с учетом тенденций, складывающихся на международном рынке, где данные факторы являются основными условиями, определяющими не только ее высокую конкурентоспособность, но и возможность доступа на рынок. Необходимо принять соответствующие меры по выходу на внешние рынки, в том числе за счет сертификации продукции, подготовки персонала, приведения нормативной правовой базы в сфере ветеринарии и безопасности продуктов питания в соответствии с установленными нормами (например, в странах ЕС), технического переоснащения предприятий. В этой связи следует расширить перечень белорусских предприятий, являющихся экспортерами сельскохозяйственной продукции и продовольствия. Приоритетными направлениями в этой области на современном этапе являются:

- совершенствование и формирование современного пищевого законодательства и нормативных требований;

- согласование и оптимизация номенклатуры технических нормативных правовых актов, регулирующих процесс производства продукции АПК;

- создание эффективного механизма арбитражного контроля качества и безопасности пищевой продукции и сельскохозяйственного сырья;

- совершенствование системы мониторинга качества и безопасности продукции АПК и его информационного обеспечения и др.

Для повышения эффективности экспортной деятельности субъектов аграрной ТПС необходимо совершенствование маркетинговой деятельности с использованием всей совокупности элементов современного маркетинга, проводимых собственными силами или с привлечением специализированных компаний, включая:

- исследование конъюнктуры рынков сбыта продукции, общих и специальных требований потенциальных потребителей к товару, особенностей коммерческой практики в реализации продукции, характера конкурентной среды;

создание для потенциальных иностранных потребителей информационных баз данных об отечественной сельскохозяйственной и продовольственной продукции;

системное участие в международной выставочной деятельности, а также организация национальных выставок и национальных экспозиций Республики Беларусь;

активизация организации визитов деловых кругов в зарубежные страны, являющиеся потенциальными для продвижения отечественной продукции на экспорт и освоения новых рынков. В этих целях необходимо обеспечить более тесное взаимодействие министерств, концернов, облисполкомов, Минского горисполкома с БелТПП;

реализация соглашений о сотрудничестве с регионами и городами-побратимами.

В настоящее время на формирование мирового рынка решающее воздействие оказывают информационные технологии. Их влияние может привести к изменению структуры аграрной товаропроводящей сети, когда важнейшим ее элементом станут системы электронной торговли, которые позволяют найти покупателя и заключить сделку через Интернет. При использовании электронной торговли предприятия-экспортеры могут уменьшить число посредников, что позволяет, по оценке экспертов, снизить экспортные цены на продукцию сельского хозяйства и перерабатывающих отраслей на 25–30 %.

Для этих целей целесообразно продолжить работу по созданию и укреплению маркетинговых и внешнеэкономических служб всех основных предприятий-экспортеров и развития их до уровня, соответствующего современным требованиям и специфике их экспортной деятельности:

проведение мониторинга кадрового состава внешнеэкономических и маркетинговых служб в организациях АПК, совершенствование структуры и увеличение численности их состава с учетом международного опыта;

реализация мер, направленных на пересмотр квалификационных требований к кадрам внешнеэкономических и маркетинговых служб с целью обеспечения их укомплектования не менее 50 % специалистами, владеющими иностранными языками;

обеспечение соответствия вновь принимаемых руководителей и специалистов во внешнеэкономические и маркетинговые службы квалификационным требованиям (в том числе по наличию обязательного высшего профильного образования и подтверждение обучению иностранным языкам), утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 26.02.2010 г. № 284 «О мерах по повышению работы внешнеэкономических и маркетинговых служб»;

переподготовка, повышение профессионального уровня, участие в семинарах и конференциях руководителей, специалистов внешнеэкономических и маркетинговых служб, а также их стажировку за рубежом;

проведение практических семинаров по обучению специалистов служб ВЭД предприятий-экспортеров на базе РУП «Национальный центр маркетинга и конъюнктуры цен» по работе с электронной системой проведения торгов, аукционов, тендеров в Республике Казахстан и Российской Федерации;

организация стажировок студентам профильных учреждений высшего образования во внешнеэкономических и маркетинговых структурах Минсельхозпрода, Белгоспищепрома, Белкоопсоюза, ведущих белорусских экспортеров.

Выводы

1. В ходе исследования установлено, что вопросы развития экспортного потенциала и обеспечения сбалансированности внешней торговли Республики Беларусь приобрели исключительную значимость на современном этапе социально-экономического развития, поскольку внешний спрос на продукцию отечественных производителей является важнейшим фактором загрузки производственных мощностей, поддержания высокого уровня занятости и обеспечения динамичного роста экономики. При этом положительное сальдо внешнеторговых операций по товарам и услугам обеспечивает финансовую стабильность на макроуровне, обуславливая такие базовые параметры экономической безопасности страны, как официальные золотовалютные резервы, валовой и государственный внешний долг, обменный курс национальной валюты, доходы государственного бюджета.

2. В качестве приоритетов развития аграрной товаропроводящей системы на национальном и региональном (областном) уровне определены: нормативная правовая база; уровень организации производства и реализации продукции; сбалансированность и устойчивое функционирование продуктовых рынков; наличие маркетинговой и логистической инфраструктуры, квалифицированных специалистов, достоверной информации для проведения комплексных исследований; методы стимулирования экспорта сельскохозяйственных и продовольственных товаров.

3. Направления обеспечения эффективности аграрной товаропроводящей сети Беларуси на внешних рынках с целью увеличения экспорта продукции предусматривают следующие меры: повышение конкурентоспособности экспортируемой сельскохозяйственной продукции и продовольствия на основе инновационного развития отрасли; развитие внешнеторговой инфраструктуры в сфере АПК, включая создание новых организаций с участием белорусского капитала и за счет коллективных инвестиций, формирование логистических систем различного уровня; совершенствование системы обеспечения качества и безопасности продукции с учетом международных требований; расширение инструментов сбытовой политики, в том числе рекламной стратегии, электронной торговли, выставочно-ярмарочных мероприятий; повышение квалификации персонала и проведение маркетинговой реструктуризации субъектов ТПС.

Комплексный подход к совершенствованию механизма обеспечения результативности товаропроводящей системы в АПК, включая обоснование направлений ее развития на уровне государства и регионов, методические подходы к оценке эффективности, методы, стратегии и инструменты расширения деятельности субъектов ТПС, позволит сочетать интересы организаций предприятий аграрного комплекса Беларуси, диверсифицировать экспортные поставки сельскохозяйственных и продовольственных товаров на зарубежные рынки, создавая предпосылки для формирования положительного внешнеторгового баланса страны.

Литература

1. Программа развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2015 года: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 29 авг. 2008 г., № 1249 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 5/28978.
2. Положение о товаропроводящей сети белорусских организаций за рубежом: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 24 февр. 2012 г., № 183 (в ред. постановления Совета Министров Респ. Беларусь от 24.12.2013 г. № 1137) // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2012. – № 5/35331.
3. Внешняя торговля Республики Беларусь: стат. сб. – Минск: Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2014. – 312 с.
4. Киреенко, Н. В. Аграрная товаропроводящая сеть Беларуси: современное состояние и направления развития / Н. В. Киреенко // Проблемы агрорынка. – 2011. – № 4 (октябрь-декабрь). – С. 29–35.
5. Методические рекомендации по формированию эффективной системы сбыта сельскохозяйственной продукции / З. М. Ильина [и др.]. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2013. – 43 с.
6. Продовольственная безопасность Республики Беларусь. Мониторинг–2013. В контексте глобальных проблем в сфере продовольствия / З. М. Ильина [и др.]; под ред. З. М. Ильиной. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2014. – 206 с.
7. Розничная и оптовая торговля в Республике Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2014. – 227 с.
8. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. – Минск: Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2014. – 370 с.
9. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2013 / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2014. – 633 с.
10. Стратегия развития сельского хозяйства и сельских регионов Беларуси на 2015–2020 годы / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2014. – 55 с.
11. Таможенный союз: рынки сырья продовольствия / З. М. Ильина [и др.]; под ред. З. М. Ильиной. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2013. – 199 с.
12. Connecting to Compete 2014. Trade Logistics in the Global Economy. The Logistics Performance Index and Its Indicators [Electronic resource]. – Mode of access: <http://siteresources.worldbank.org>. – Date of access: 01.11.2014.

N. V. KIREYENKA

DISTRIBUTION NETWORK OF BELARUS ON FOREIGN FOOD MARKETS

Summary

The paper studies regulatory, legal, organizational, managerial, financial and economic conditions for creating the distribution network in Belarus. Presented is the assessment of the efficiency of agricultural products export referring the goods and geographical structure, direct supplies of agricultural organizations of the country. The problems which hamper the development of the distribution network on overseas food markets, including marketing and logistics infrastructure are substantiated. In order to increase the export we propose the prospective directions to optimize and improve the efficiency of work of the entities of agricultural distribution network on the external segments.

УДК 633/635:631.56

А. С. САЙГАНОВ¹, А. В. ЛЕНСКИЙ²

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

¹Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: agrecinst@mail.belpak.by

²Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства,
г. Минск, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 04.11.2014)

Сельскохозяйственное производство является основой социально-экономического прогресса и залогом успешного развития любого государства. Реализация стратегии национальной продовольственной безопасности в Республике Беларусь предусматривает практически полное удовлетворение потребностей страны в собственной продукции растениеводства.

Сегодня решение этой важной задачи может быть достигнуто только на основе масштабного создания инноваций и их внедрения в процесс производства, дальнейшей интенсификации процессов возделывания основных сельскохозяйственных культур в сочетании с комплексом организационно-экономических, технических и технологических факторов развития АПК. Современное состояние рынков сырья и продовольствия диктует необходимость производства конкурентоспособной продукции высокого качества с наименьшей себестоимостью, что возможно лишь на основе применения передовой агротехники, высокопродуктивных сортов культур, ресурсосберегающих комплексов машин и оборудования, удовлетворяющих природно-производственным условиям хозяйствования.

По рейтингу ФАО Республика Беларусь входит в ТОП-50 стран, имеющих наиболее высокие показатели по объему производства продукции растениеводства (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Рейтинг Республики Беларусь по физическому объему производства сельскохозяйственной продукции

Вид культуры	Место по площади	Место по объему производства	Кол-во стран, участвующих в рейтинге
Пшеница	35	35	126
Рожь	4	4	63
Ячмень	25	15	104
Тритикале	2	4	39
Кукуруза на зерно	73	61	166
Картофель	9	10	159
Сахарная свекла	13	14	61
Рапс	13	14	64
Льноволокно	2	2	25

П р и м е ч а н и е. Рассчитано на основании данных FAOSTAT [1].

Тем не менее, потенциал реализации современных интенсивных технологий в отрасли реализован еще далеко не в полной мере, особенно по отношению к развитым странам ЕС и Северной Америки.

В частности, по производству зерновых культур Республика Беларусь значительно опережает страны Таможенного союза, где средняя урожайность составляет от 9 до 35 ц/га, но более чем в 2 раза отстает от развитых стран Европейского союза, средняя урожайность зерновых в кото-



Рис. 1. Структура затрат на производство основных культур

[По материалам годового отчета Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь за 2012 г.]

рых варьирует от 65 до 75 ц/га [1]. Что касается США и Канады, то основной акцент при производстве зерновых культур в них сделан на твердые продовольственные сорта, урожайность которых несопоставима с фуражными сортами, возделываемыми на территории Беларуси.

Одним из существенных факторов, сдерживающих развитие отраслей сельского хозяйства, является нерациональное и несбалансированное использование имеющихся ресурсов (трудовых, материальных и др.), что зачастую противоречит научно обоснованным затратам на производство, определенных в соответствии с технологическими регламентами и рекомендациями отраслевых научно-практических центров.

Фактическая структура затрат на производство основных культур (озимые и яровые зерновые, рапс, кукуруза на силос) представлена на рис. 1.

Как следует из диаграмм, в фактических затратах на производство наибольший удельный вес по представленным культурам занимают расходы на удобрения и средства защиты растений – 36–44 %. Относительно равномерно распределены затраты на топливо и энергоресурсы, оплату труда и содержание основных средств, вариация которых составляет от 10 до 14 %.

Расчеты, выполненные нами в соответствии с технологическими требованиями на производство вышеуказанных культур, свидетельствуют о несколько ином распределении затрат (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Расчетные соотношения затрат на производство основных видов продукции растениеводства

Вид культуры	Оплата труда	Затраты на семена	Затраты на удобрения и СЗР	Затраты на содержание основных средств	Стоимость работ и услуг	Затраты на ГСМ и энергоресурсы	Прочие прямые затраты
Озимые зерновые	4,1	0,9	39,8	29,4	6,1	14,3	5,4
Яровые зерновые	3,3	1,2	50,4	23,3	4,8	12,5	4,4
Рапс	3,8	2,2	40,0	27,6	5,7	15,6	5,3
Кукуруза на силос	5,9	0,1	25,8	36,8	7,7	16,9	6,7

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена на основании технологических карт на производство продукции.

Удельный вес затрат на удобрения и средства защиты растений в целом соответствует фактически сложившемуся уровню и составляет 40–50 %, на топливо и электроэнергию – 12–15 %. Фактический уровень оплаты труда в затратах на производство сельскохозяйственной продукции, напротив, является завышенным и характеризует низкую его эффективность (10–12 % против 3–6 % по расчету).

Наиболее существенные отличия наблюдаются по затратам на содержание основных средств (25–35 % по расчету против 10–14 % по факту), что свидетельствует о эксплуатации в хозяйствах изношенной техники и недостаточном уровне поддержания ее в работоспособном состоянии.

Таким образом, исследование эффективности технологических процессов в сельском хозяйстве с позиций рациональности использования ресурсов является одной из важных задач управления производством продукции растениеводства.

Эффективность производства продукции является комплексным показателем, который может быть рассмотрен с двух основных позиций: во-первых, сравнение сельскохозяйственных предприятий по степени использования ими своих ресурсов («техническая эффективность»); во-вторых –

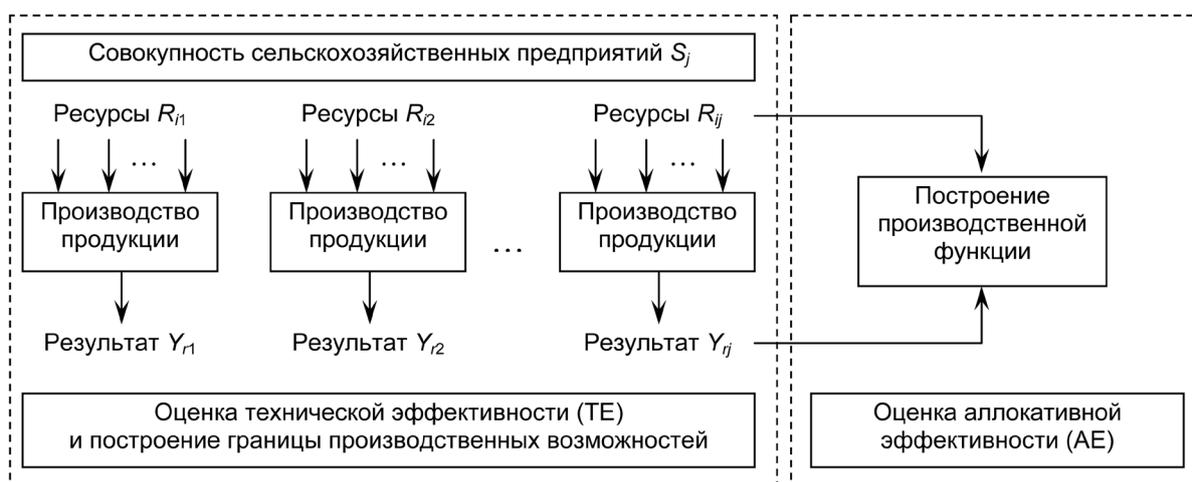


Рис. 2. Принципы оценки технической и аллокативной эффективности

оценка сельскохозяйственных предприятий по уровню соотношений между применяемыми ресурсами («аллокативная эффективность») (рис. 2).

Анализ эффективности производственной деятельности сельскохозяйственных предприятий проводили по следующему алгоритму [2, с. 6–7].

1. Формирование достоверной базы данных за долгосрочный период на основании годовых отчетов сельскохозяйственных предприятий.

2. Ретроспективный анализ деятельности сельскохозяйственных предприятий.

3. Построение и анализ производственной функции в целях оценки взаимосвязи между результатами производства и применяемыми ресурсами.

4. Оценка аллокативной эффективности предприятий с использованием метода определения стоимости предельного продукта на основе эконометрического анализа производственных функций.

Расчет аллокативной эффективности предполагает установление оптимальных соотношений между применяемыми ресурсами в целях обеспечения максимального значения результирующей переменной при заданных ценах на ресурсы. При этом применение определенных видов ресурсов будет являться эффективным, если стоимость предельных продуктов указанных ресурсов равна их действующим ценам.

5. Оценка технической эффективности предприятий с использованием метода анализа оболочки данных (DEA).

Расчет технической эффективности позволяет установить потенциальную способность сельскохозяйственного предприятия обеспечить рациональное применение имеющихся ресурсов с целью достижения максимального значения результирующей переменной либо минимизировать расход ресурсов при фиксированных результатах производства [3–5].

При формировании исходной базы данных для проведения анализа в качестве входных параметров принята совокупность показателей, относительно широкомасштабно отражающих обеспеченность сельскохозяйственных предприятий основными факторами производства: трудовыми и земельными ресурсами, а также основными и оборотными средствами. При этом трудовые ресурсы были определены двумя признаками: затратами труда в растениеводстве и уровнем оплаты труда на производство продукции растениеводства, что позволяет в определенной степени квантифицировать социальную составляющую, поскольку мотивация труда персонала напрямую влияет на эффективность работы организации. В связи со значительной дифференциацией земельных ресурсов по качеству для оценки указанного фактора были использованы следующие признаки: площадь и балл плодородия сельскохозяйственных угодий. Наиболее проблематичной в проводимом исследовании является оценка фактора «капитал» или обеспеченности основными средствами. Руководствуясь практическим опытом и рекомендациями специалистов в области экономического анализа, в качестве основного индикатора приняты амортизационные отчисления на основные средства и нематериальные активы [6, 7]. Учитывая тот факт, что в стоимостной структуре основных средств сельскохозяйственной организации (за исключением

зданий и сооружений) более 70 % составляют машины и механизмы, из которых более половины эксплуатируются за пределами амортизационных сроков службы, отмеченный признак не в состоянии объективно отражать качественную структуру парка техники и оборудования. В этой связи дополнительным признаком, позволяющим оценить тенденции обновления и модернизации производственной базы, может выступить наличие энергетических мощностей. Учет фактора обеспеченности оборотными средствами осуществляется путем охвата всех материальных затрат на приобретение производственных ресурсов и осуществление технико-технологического сервиса: затраты на семена, затраты на минеральные удобрения и средства защиты растений, затраты на горюче-смазочные материалы и электроэнергию, затраты на запасные части, оплата услуг и прочие затраты.

На основании годовых отчетов о производственной деятельности сельскохозяйственных предприятий была сформирована база данных, отражающая вышеуказанные показатели за период 2004–2012 гг., с учетом следующих допущений.

1. Для анализа отобраны предприятия, находящиеся в ведомственной подчиненности Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и имеющие площадь сельскохозяйственных угодий не менее 500 га.

2. Из рассмотрения исключен ряд предприятий, имеющих ярко выраженную индустриальную специализацию, например, птицефабрики, племенные животноводческие комплексы, тепличные комбинаты.

3. В целях сопоставимости исследуемых выборок также исключены организации, которые в течение рассматриваемого периода прекратили свою деятельность.

Таким образом, окончательный массив предприятий представлен 984 организациями, что составляет порядка 80 % от генеральной совокупности (по состоянию на 2012 г.).

В качестве результирующего показателя наиболее целесообразным признаком при проведении аналитических исследований является прибыль от реализации продукции, однако, оценка эффективности методом DEA предъявляет в качестве одного из условий следующее положение – используемые переменные должны быть больше либо равны нулю. Для отобранных предприятий данное условие не выполняется, поскольку до 20 % организаций в 2011–2012 гг. имели убыток от результатов производственной деятельности в отрасли растениеводства. Однако учитывая, что продукция растениеводства анализируемых организаций реализуется в основном для государственных нужд по фиксированным закупочным ценам, вполне правомерным будет использование в качестве результирующего признака выручки от реализации продукции.

Следует отметить, что исследуемый временной период характеризовался не только значительной вариацией цен на ресурсы и конечную продукцию, но и гиперинфляцией, а также финансовым кризисом 2011 г. В этой связи все монетарные показатели в исходной базе данных были пересчитаны в долларах США в соответствии с официальным среднегодовым курсом Национального банка Республики Беларусь [8]. Кроме того, в целях обеспечения возможности прямого сравнения показателей они были приведены к стоимостным индикаторам 2012 г. путем дисконтирования на основе инфляции доллара США [9].

Ретроспективный анализ функционирования отрасли растениеводства в Беларуси за период 2004–2012 гг. позволяет выявить два основных этапа его развития:

I этап (2004–2008 гг.) – резкий рост объемов производства продукции, определяемый в основном масштабной государственной поддержкой сельскохозяйственных предприятий и, соответственно, возможностью освоения и использования передовых технологий. В этот период имеет место восстановительный характер производства, во-первых, за счет вовлечения в оборот материальных ресурсов, которые были выведены в период 1990–2000 гг., во-вторых – за счет сокращения удельных затрат потребляемых ресурсов, т. е. интенсификации производства [10]. При этом темпы роста объемов производства в денежном исчислении составляли от 13–15 % в 2005–2006 гг. до 29–37 % в 2007–2008 гг.;

II этап (2009–2012 гг.) – снижение показателей валового объема производства за счет дестабилизации финансово-экономического состояния республики в целом и аграрного сектора в частности, что привело к уменьшению уровня государственной поддержки, изменению технологий

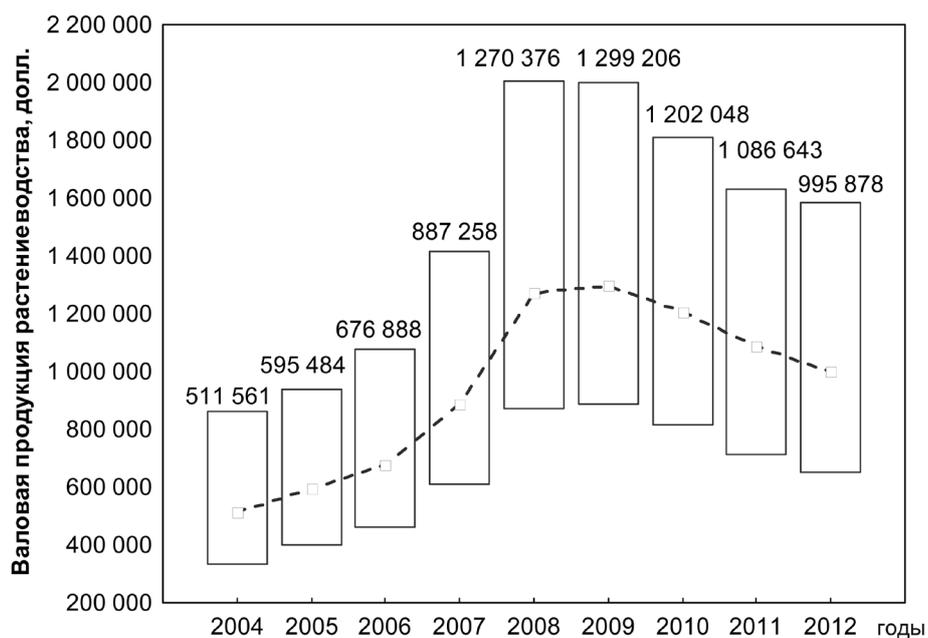


Рис. 3. Динамика объемов валовой продукции растениеводства по анализируемым предприятиям. На диаграмме приведены значения медиан валовой продукции и границы интерквартильных диапазонов (25–75 %)

производства в сторону упрощенных и низкопродуктивных, уменьшению доступности к рынкам производственных ресурсов либо невозможности их полной реализации (рис. 3).

В этой связи анализ деятельности сельскохозяйственных предприятий за указанный временной период рассмотрен нами с позиций использования основных факторов производства продукции в отрасли растениеводства. Метод исследования заключается в сравнении эмпирических распределений затрат основных ресурсов, построенных на основании гистограмм относительных частот [11].

Трудовые ресурсы. Анализируя выборочную совокупность предприятий, можно отметить, что характер распределения численности работников в сельском хозяйстве за рассматриваемый период практически не изменился. Необходимо отметить, что в соответствии с официальными статистическими материалами по отношению к 2004 г. среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, сократилась практически в 2 раза (с 475,7 до 242,8 тыс. чел.) [12]. С другой стороны, данная тенденция верна лишь в масштабах отрасли, которая, как известно, претерпела ряд организационных преобразований, наиболее существенные из которых связаны с ликвидацией и объединением отдельных предприятий.

В рассмотренных организациях наблюдается незначительное увеличение численности работников (от 175 чел. в 2004 г. до 177 чел. в 2012 г.) и, соответственно, затрат труда в отрасли растениеводства (от 124 до 126 тыс. чел.-ч), что отображает достаточно высокую стабильность в части кадрового потенциала, а также социальные гарантии труда.

Данные предположения подтверждает и динамика изменения затрат на оплату труда в растениеводстве, которая увеличилась более чем в 2,5 раза (от 114 до 297 тыс. долл. США). При этом наблюдается также расширение границ интерквартильного диапазона, т. е. рост количества организаций с уровнем оплаты труда, превышающей медианное значение.

Кроме того, анализ производительности труда свидетельствует, что в 2004 г. удельный вес расходов на заработную плату в выручке от реализации продукции растениеводства составлял 51 %. В 2012 г. данное соотношение составляет уже 40 %, что свидетельствует об опережающем росте конечного производственного показателя над увеличением уровня оплаты труда при прочих равных условиях.

Земельные ресурсы. Дифференциация предприятий по площади сельскохозяйственных угодий была наиболее явно выражена в 2004 г., когда подавляющее количество хозяйств использовало в севообороте от 2 до 5 тыс. га.

За период 2004–2012 гг. медианное значение площади увеличилось в 1,4 раза, а коэффициент эксцесса распределения уменьшился практически в 4 раза, что свидетельствует о росте крупнотоварного производства и достаточно высокой равномерности размеров землепользования между различными категориями хозяйств. Так, наибольший удельный вес имеют предприятия с площадью сельскохозяйственных угодий от 3 до 8 тыс. га, которые контролируют свыше 66 % земельных ресурсов в рассмотренной выборке.

Качество земельных угодий за истекший период изменилось незначительно – балл плодородия сельскохозяйственных угодий снизился с 28,7 в 2004 г. до 28,4 в 2012 г. При этом следует отметить, что имеется негативная тенденция роста количества организаций, имеющих балл плодородия на уровне медианного значения (24–32) с одновременным уменьшением числа организаций, имеющих балл плодородия свыше 32.

Основные средства. За период наблюдения состояние материально-технической базы предприятий существенно изменилось, что вызвано, во-первых, реализацией стратегии повышения уровня энергообеспеченности АПК, во-вторых, частичным решением вопросов оптимального оснащения предприятий машинами и оборудованием в соответствии с агротехническими и технологическими требованиями.

С 2004 по 2012 г. затраты на амортизацию основных средств и нематериальных активов в растениеводстве возросли в 2 раза. В основном это увеличение обусловлено периодической переоценкой активов, а также поставками в хозяйство мощной дорогостоящей техники.

Данное заключение подтверждает и характер распределения наличия энергетических мощностей в отрасли растениеводства по анализируемым предприятиям.

Так, медианное значение показателя увеличилось на 21 % (от 6,3 тыс. л.с. в 2004 г. до 7,7 тыс. л.с. в 2012 г.), что вызвано уменьшением количества организаций, имеющих в наличии энергетические мощности в эквиваленте 5–15 тыс. л.с., при этом в 1,6 раза возросло число предприятий с энергетическими мощностями 20–25 тыс. л.с.

Помимо этого имеется ярко выраженная тенденция сокращения количественного состава техники и оборудования, что свидетельствует о замещении малоэффективных машин на технические средства нового поколения, позволяющих выполнять несколько технологических операций, имеющих высокие показатели качества конструкции и степени автоматизации рабочих процессов.

В то же время, согласно официальным статистическим данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, в целом по сельскому хозяйству наличие энергетических мощностей снизилось на 98 тыс. л.с. (с 19 991 до 19 893 тыс. л.с.). Такие различия в динамике показателей в первую очередь обусловлены спецификой анализа выборочной совокупности, которая содержит одинаковый набор организаций и не включает в себя специализированные предприятия, использующие, в частности, стационарное энергоемкое оборудование.

Оборотные средства. Как в 2004 г., так и в 2012 г. затраты на приобретение оборотных средств (семена, минеральные удобрения и средства защиты растений, топливо и смазочные материалы, запасные части и т.д.) не покрывались выручкой от реализации продукции растениеводства, что подтверждает дотационный характер производства. Так, в 2004 г. данные статьи расходов составляли 179 % от полученной выручки, в 2012 г. – 149 %.

Затраты на семена. На приобретение семян высоких репродукций сельскохозяйственные предприятия затрачивали от 72 тыс. долл. в 2004 г. до 133 тыс. долл. в 2012 г. Рост расходов почти в 2 раза определяется в основном удорожанием стоимости элитного семенного фонда.

В выручке от реализации продукции удельный вес затрат на семена по анализируемым предприятиям составлял 31 % в 2004 г. и всего 17 % в 2012 г., что свидетельствует о повышении эффективности их использования или большей отдаче при прочих равных условиях.

Затраты на минеральные удобрения. Несмотря на низкое плодородие сельскохозяйственных угодий, предприятия не в состоянии вносить необходимые дозы минеральных удобрений, хотя в выручке от реализации продукции данная статья имеет наиболее значительный удельный вес – 53,8 % в 2004 г. и 71,2 % в 2012 г. В целом это объясняется тем, что в исследуемый период минеральные удобрения приобретались при значительной поддержке государства на условиях

товарного кредита, поскольку большинство организаций испытывают недостаток денежных средств в период проведения осенних и весенних полевых работ.

Значительные расхождения в распределении затрат по категориям хозяйств, а также рост расходов на удобрения более чем в 4 раза обусловлен в основном удорожанием удобрений и средств защиты растений. Кроме того, во многих предприятиях не уделяется внимания технологической настройке специализированной техники, что приводит не только к перерасходу удобрений и покупке по импорту дорогостоящих средств защиты растений, но и к снижению почвенного плодородия вследствие нерационального их использования.

Затраты на топливо и смазочные материалы. Весомой статьёй затрат являются расходы на приобретение горюче-смазочных материалов, которые составили в 2004 и 2012 гг. в выручке от реализации продукции от 43,6 до 29,9 % соответственно. Рост расходов в 2,3 раза, как и в случае с минеральными удобрениями, обусловлен отрицательной динамикой цен на топливо и энергоресурсы. Также в значительной степени повышенные затраты на ГСМ определяются эксплуатацией изношенной техники и несовершенством ремонтно-обслуживающей базы сельскохозяйственных предприятий.

В то же время сельскохозяйственные предприятия вынуждены идти на дополнительные затраты, поскольку недостаток ГСМ определяет невыполнение в полном объеме всех рекомендуемых технологических операций, что, в конечном итоге, отражается на урожайности сельскохозяйственных культур.

Затраты на запасные части. По отношению к 2004 г. в 2,5 раза возросли расходы на запасные части, что является вполне объяснимым как с учетом высокого уровня износа машинно-тракторного парка, так и с необходимостью технического обслуживания вновь приобретенных машин.

Ранее отмечалось, что в хозяйства поступает новая энергонасыщенная техника, которая требует проведения своевременного и качественного сервиса, что естественным образом сказывается на величине данной статьи затрат. При этом необходимо отметить, что во многих случаях хозяйства обслуживают машины и оборудование собственными силами, неся затраты только по приобретению запасных частей и расходных материалов, за исключением особо сложных случаев (ремонт двигателей и топливной аппаратуры, обслуживание импортной техники).

Затраты на прочие расходы. Распределение затрат на услуги сторонних организаций за анализируемый период практически не изменилось: медианные значения в сопоставимых ценах составляют 45,2 и 61,2 тыс. долл. для 2004 и 2012 гг. соответственно, что связано с определенным ростом цен на услуги и прочие расходы.

Таким образом, ретроспективный анализ деятельности выборочной совокупности сельскохозяйственных организаций позволил установить, что выбранная совокупность факторов производства достаточно корректно и полно отражает их текущий ресурсный потенциал, а также общие тенденции его реализации.

Для построения производственной функции была выполнена редукция исходных показателей, позволяющая сократить количество входных параметров без потери качества оценки эффективности функционирования предприятий. Так, объективная оценка земельных ресурсов проведена на основе совокупного признака, представленного как произведение площади земельных угодий на уровень их почвенного плодородия. Кроме того, из рассмотрения исключены затраты на оплату услуг, как имеющие наименьший удельный вес в выручке от реализации продукции и, соответственно, практически не оказывающие влияния на ее величину.

В целях определения статистической связи факторов производства и результирующей переменной, а также исключения избыточных признаков выполнен многофакторный корреляционный анализ, результаты которого приведены в табл. 3.

Практически все коэффициенты корреляции являются значимыми ($P < 0,05$). Для определения существенности влияния признака на результирующую переменную рассчитано отношение коэффициента корреляции к его средней квадратической ошибке:

$$\Delta = \frac{r\sqrt{m-1}}{1-r^2}, \quad (1)$$

Т а б л и ц а 3. Коэффициенты корреляции между факторами производства и результирующим признаком

№ признака	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,00										
2	0,01	1,00									
3	0,30	0,72	1,00								
4	0,19	0,62	0,67	1,00							
5	0,22	0,57	0,73	0,64	1,00						
6	0,12	0,62	0,67	0,73	0,64	1,00					
7	0,25	0,59	0,72	0,67	0,67	0,62	1,00				
8	0,44	0,57	0,78	0,77	0,74	0,70	0,76	1,00			
9	0,33	0,63	0,79	0,72	0,77	0,69	0,74	0,81	1,00		
10	0,24	0,48	0,59	0,55	0,63	0,57	0,57	0,66	0,66	1,00	
11	0,28	0,62	0,75	0,53	0,64	0,55	0,63	0,70	0,73	0,58	1,00

У слов н ы е о б о з н а ч е н и я: 1 – код года; 2 – затраты труда в растениеводстве, чел.-ч; 3 – оплата труда на производство продукции растениеводства, долл.; 4 – кол-во с.-х. угодий, балло-га; 5 – амортизация ОС и НМА на производство продукции растениеводства, долл.; 6 – наличие энергетических мощностей в растениеводстве, тыс. л.с.; 7 – затраты на семена, долл.; 8 – затраты на минеральные удобрения и СЗР в растениеводстве, долл.; 9 – затраты на ГСМ и энергию на производство продукции растениеводства, долл.; 10 – затраты на запасные части на производство продукции растениеводства, долл.; 11 – выручка от реализации продукции растениеводства, долл.

П р и м е ч а н и е. Рассчитано по выборочной совокупности предприятий за период 2004–2012 гг. в программе Statistica 7.

где r – парный коэффициент корреляции; m – объем выборки (984 организации за 9-летний период = 8856 наблюдений).

В соответствии с зависимостью (1), влияние всех признаков на выручку от реализации сельскохозяйственной продукции является статистически значимым, поскольку расчетные значения Δ принимают значения больше трех (от 28,9 для календарного года до 146,5 для затрат на ГСМ и энергию).

Анализ табл. 3 также указывает на возможную проблему мультиколлинеарности, связанную с высоким уровнем взаимной корреляции признаков. Кроме того, значительное количество переменных затрудняет не только построение, но и оценку производственной функции.

В этой связи для анализа эффективности функционирования предприятий нами приняты следующие переменные: R_1 – затраты труда в растениеводстве, чел.-ч; R_2 – площадь сельскохозяйственных угодий, балло-га; R_3 – наличие энергетических мощностей в растениеводстве, тыс. л.с.; R_4 – затраты на семена, долл.; R_5 – затраты на минеральные удобрения и средства защиты растений, долл.; R_6 – затраты на ГСМ и электроэнергию, долл.; R_7 – затраты на запасные части, долл.; Y – выручка от реализации продукции растениеводства, долл.

Тогда производственная функция представит собой мультипликативно-степенную зависимость следующего вида [13–15]:

$$Y = b_0 \cdot \prod_{i=1}^n R_i^{b_i}, \quad (2)$$

где b_0 , b_i – коэффициенты производственной функции; n – количество признаков, включенных в модель; R_i – значение i -го признака.

Значения коэффициентов функции определены путем логарифмирования выражения (2) и построения модели множественной линейной регрессии. Так, производственная функция, полученная по материалам функционирования предприятий за 2012 г., имеет следующий вид:

$$Y = 8,0R_1^{0,178}R_2^{-0,067}R_3^{0,057}R_4^{0,139}R_5^{0,444}R_6^{0,139}R_7^{0,068}. \quad (3)$$

Отрицательное значение показателя степени переменной R_2 означает, что увеличение площади сельскохозяйственных угодий только ухудшает результирующий показатель, т. е. для улучшения

производственного процесса необходимо либо сокращать объем применяемого ресурса, либо использовать инновационные технологические процессы, позволяющие увеличить ресурсоотдачу [16]. В этой связи функция была рассчитана без учета указанного ресурса и приняла такой вид:

$$Y = 6,3R_1^{0,176} R_3^{0,048} R_4^{0,135} R_5^{0,418} R_6^{0,128} R_7^{0,068}. \quad (4)$$

Коэффициент множественной корреляции полученного уравнения составил 0,743. Расчетное значение критерия Фишера $F_{эмп}(6, 970) = 199,2 > F_{кр} = 2,9$ при уровне значимости 0,01, что позволяет утверждать о существенном совокупном влиянии факторов производства на результирующую переменную. Стандартная ошибка оценки, характеризующая меру рассеяния наблюдаемых значений относительно регрессионной прямой, составила 0,497.

Наиболее эластичным является коэффициент при признаке R_6 (затраты на минеральные удобрения и средства защиты растений), увеличение которого на 1 % приведет к увеличению результирующего показателя на 0,42 %, наименее эластичным – при признаке R_3 (наличие энергетических мощностей в растениеводстве), вариация которого практически не отразится на показателе выручки.

Сумма коэффициентов составляет 0,97, что означает убывающий эффект от масштаба производства.

Для оценки аллокативной эффективности использования ресурсов нами использованы функции предельного продукта, результаты анализа которых приведены в табл. 4.

В рассматриваемом случае размерность двух ресурсов исчисляется в физических единицах – затраты труда в растениеводстве и наличие энергетических мощностей в растениеводстве, что предполагает оценку эффективности их использования на основе сравнения величин предельных продуктов с затратами, связанными с вовлечением данных ресурсов в производственный процесс [2, с. 43–51].

Т а б л и ц а 4. Расчет предельных продуктов факторов производства

Признак (ресурс)	Медианное значение ресурса	Средняя производительность ресурса ¹ , долл. США	Функция предельного продукта ²	Величина предельного продукта (MP_i) при среднем значении ресурса, долл. США
R_1 , чел.-ч	126 000,0	5,6	$15\,755 \cdot R_1^{-0,824}$	0,988
R_3 , тыс. л.с.	7,7	91442,2	$30\,982 \cdot R_3^{-0,952}$	4421,967
R_4 , долл.	132 679,8	5,3	$19\,408 \cdot R_4^{-0,865}$	0,721
R_5 , долл.	515 363,7	1,4	$1\,205 \cdot R_5^{-0,582}$	0,574
R_6 , долл.	223 612,2	3,2	$18\,696 \cdot R_6^{-0,872}$	0,405
R_7 , долл.	103 528,6	6,8	$21\,932 \cdot R_7^{-0,932}$	0,465

Y: значение медианы – 704 426 долл. США, значение по производственной функции – 707 305 долл. США

¹Отношение Y , рассчитанного при медианных значениях признаков, к R_i .

²Рассчитана как частная производная Y по i -му признаку при медианных значениях постоянных признаков.

График изменения предельного продукта в зависимости от изменения затрат труда в растениеводстве представлен на рис. 4.

При медианном значении отработанного времени $R_1 = 126$ тыс. чел.-ч величина функции предельного продукта составляет 0,988 долл/чел.-ч, а выручка от реализации продукции растениеводства – 5,6 долл. США.

Оценка эффективности данного ресурса выполнена на основе стоимости 1 чел.-ч, которая определена по величине средней заработной платы работников сельского хозяйства и среднемесячного фонда рабочего времени: $P_1 = 370$ долл : 170 ч = 2,16 долл /ч [17].

Таким образом, использование этого ресурса следует признать избыточным, поскольку значение предельной функции $P_1 > MP_1$, и эффективным – при такой стоимости труда возможно его использование в объеме до 50 тыс. чел.-ч/год, т. е. в 2,5 раза меньше существующего уровня.

Следует отметить, что показатели затрат труда и расхода прочих ресурсов соответствуют условному предприятию с площадью сельскохозяйственных угодий, равной медиане выборки – 5 100 га.

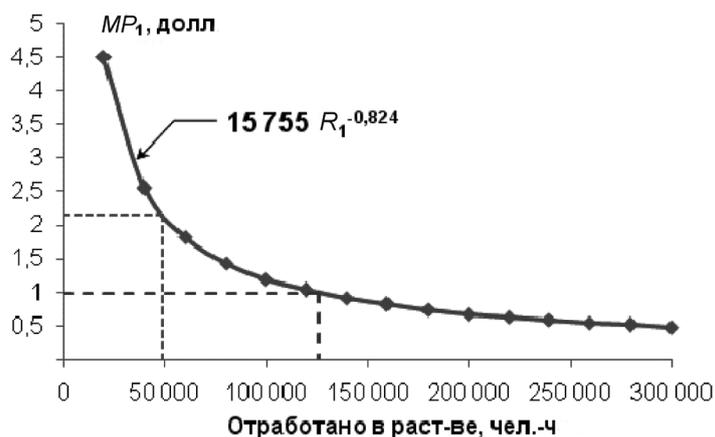


Рис. 4. Зависимость предельного продукта от занятости в растениеводстве

В рамках выполненного исследования особый интерес представляет использование энергетических мощностей в растениеводстве. График изменения предельного продукта в зависимости от наличия указанного ресурса представлен на рис. 5.

Значение медианы наличия энергетических мощностей составляет 7,7 тыс. л.с., а величина функции предельного продукта $MP_2 = 4422$ долл/тыс. л.с. Учитывая, что энергетика растениеводства на 80 % представлена тракторно-комбайновыми двигателями, средняя стоимость 1 л.с. самоходной техники рассчитана на основании конкурсных предложений 2012 г. и составляет порядка 390 долл. США. При сроке амортизации равном 12 годам затраты на привлечение рассматриваемого ресурса за 1 год составят: $P_2 = 390\ 000 : 12 = 32\ 500$ долл/тыс. л.с. [18]. В таких условиях использование энергетических мощностей в растениеводстве следует признать явно избыточным, поскольку при существующем уровне производства эффективным может быть использование не более 1 тыс. л.с.

С одной стороны, это может быть вызвано недостаточной эффективностью и малой продуктивностью применяемых технологий и, соответственно, снижением потенциально возможной выручки от реализации конечной продукции, с другой – диспаритетом цен на продукцию сельскохозяйственного и промышленного назначения. При этом указанные проблемы частично нивелируются путем оказания государственной поддержки в форме кредитования поставок техники и списания задолженностей по лизинговым платежам. В таких условиях затраты на вовлечение в производственный процесс новых энергетических мощностей по сути равны первоначальному лизинговому платежу, который составляет 15–20 % от стоимости оборудования. Тогда величина P_2 принимает значение 4 875 долл. США, что практически соответствует показателю предельного продукта и свидетельствует о сбалансированности применения энергетических мощностей, но только в количественном отношении.

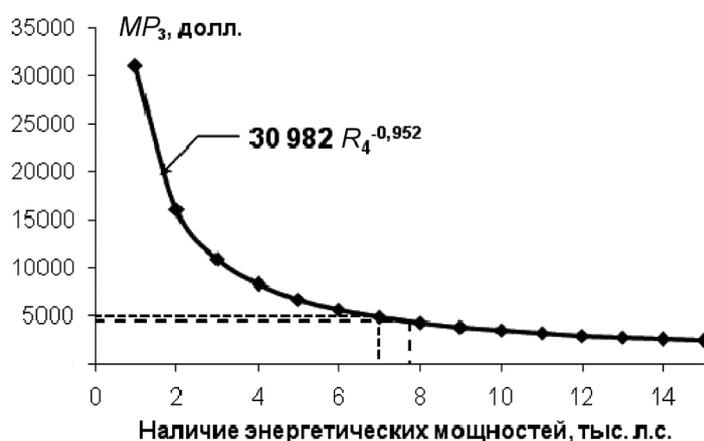


Рис. 5. Зависимость предельного продукта от наличия энергетических мощностей в растениеводстве

Оставшиеся виды ресурсов измеряются в денежном выражении и могут быть оценены следующим образом: оптимальное использование – $MP_i = 1$, недостаточное использование – $MP_i > 1$, избыточное использование – $MP_i < 1$.

На основании данного критерия можно отметить, что ресурсы, представляющие собой основу переменных издержек организации, используются избыточно, т. е. выручку от реализации можно повысить путем уменьшения затрат на семена, удобрения, топливо и запасные части. Так, возможны следующие направления снижения этих затрат: экстенсивный путь – сокращение физических объемов используемых ресурсов, интенсивный путь – повышение эффективности их применения на всех стадиях технологического цикла (приобретение – транспортировка – хранение – использование). Очевидно, что второй вариант является наиболее предпочтительным, поскольку объективных причин сокращения расхода ресурсов в физическом исчислении не имеется, а нерациональное их использование предопределяется слишком большой величиной затрат, связанных в первую очередь с их приобретением.

Применив методику расчета по функциям предельного продукта, получили оптимальные значения затрат на привлечение каждого из ресурсов: $X_4 = 90$ тыс. долл., $X_5 = 199$ тыс. долл., $X_6 = 79$ тыс. долл., $X_7 = 45$ тыс. долл. Следовательно, использование ресурсов будет оптимальным при сложившихся объемах их применения в том случае, если затраты на приобретение и использование семян будут сокращены в 1,5 раза, удобрений и топлива – в 2,6–2,8 раза, запасных частей – в 2,3 раза.

Оптимальное ресурсное обеспечение сельскохозяйственного предприятия в отрасли растениеводства, определенное при системе условий $MP_i = P_i$, приведено в табл. 5.

Проведенные расчеты указывают на аллокативную неэффективность использования всех видов ресурсов в сельскохозяйственных предприятиях, которая вызвана, вероятно, не избыточным их использованием, а завышенными ценами на семена, удобрения, топливо, запасные части и заниженными ценами на конечную сельскохозяйственную продукцию.

Одним из современных способов анализа технической эффективности предприятий является метод оболочки данных (DEA), позволяющий выявить наиболее эффективные предприятия выборочной совокупности. Входные и выходные параметры модели приняты на основании полученной ранее производственной функции. При этом, в связи с ограничениями по количеству используемых объектов в DEA, массив исходной информации был сокращен до 180 предприятий, которые были выбраны из анализируемой группы на основе случайного бесповторного отбора.

Т а б л и ц а 5. Оптимальное потребление производственных ресурсов

Вид ресурса	Значение	
	оптимальное	фактическое
Затраты труда в растениеводстве, чел.-ч.	48 769	126 000
Наличие энергетических мощностей в растениеводстве, тыс. л.с.	6,98	7,70
Затраты на семена, долл. США	90 853	132 680
Затраты на минеральные удобрения и средства защиты растений, долл. США	198 594	515 364
Затраты на ГСМ, долл. США	79 391	223 612
Затраты на запасные части, долл. США	45 476	103 529

¹Для условного предприятия с площадью с.-х. угодий 5 100 га (медианное значение по республике).

В исследовании применены 2 типа моделей, позволяющие либо минимизировать потребление ресурсов при фиксированном объеме выручки от реализации продукции (входо-ориентированная модель), либо максимизировать выручку при заданном уровне потребления ресурсов (выходо-ориентированная модель). Поскольку входные переменные имеют различные размерности, для анализа применены модели с переменной отдачей от масштаба (табл. 6) [19, 20].

Из данных табл. 6 следует, что способом построения границы эффективности является многократное решение задачи линейного программирования. В соответствии с вышеизложенными методическими подходами нами разработаны и формализованы в электронном виде экономико-

Т а б л и ц а 6. Экономико-математические модели DEA с переменной отдачей от масштаба факторов производства

Порядок оценки	DEA модель с переменным эффектом масштаба	
	входо-ориентированная	выходо-ориентированная
I стадия – определение предприятий, формирующих границу эффективности (оболочку)	$\theta = \min \theta$ $\sum_j \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0}, \quad i = 1, \dots, 6$ $\sum_j \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0}, \quad r = 1$ $\sum_j \lambda_j = 1, \quad j = 1, \dots, 180$	$\theta = \max \phi, \quad \theta = 1 / \theta^*$ $\sum_j \lambda_j x_{ij} \leq x_{i0}, \quad i = 1, \dots, 6$ $\sum_j \lambda_j y_{rj} \geq \phi y_{r0}, \quad r = 1$ $\sum_j \lambda_j = 1, \quad j = 1, \dots, 180$
II стадия – оценка возможного резерва для предприятий (выход на границу эффективности)	$\max \left(\sum_i s_i + \sum_r s_r \right)$ $\sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i = \theta x_{i0}$ $\sum_j \lambda_j y_{rj} - s_r = y_{r0}$	$\max \left(\sum_i s_i + \sum_r s_r \right)$ $\sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i = x_{i0}$ $\sum_j \lambda_j y_{rj} - s_r = \theta y_{r0}$

П р и м е ч а н и е. Здесь θ – показатель эффективности; λ – метрика Фаррелла (относительный показатель, отражающий необходимость пропорционального сокращения ресурсов или роста выручки в целях выхода на границу эффективности); j – количество объектов исследования (предприятий); x_{ij} – матрица входных параметров; y_{rj} – матрица выходных параметров; s_i, s_r – показатели необходимого резерва для достижения границы эффективности.

Объект исследования считается эффективным только в случае соблюдения условий: $\theta = 1$ и $s_i = s_r = 0$.

математические модели для оценки технической эффективности сельскохозяйственных предприятий. Гистограмма распределения технической эффективности при переменной отдаче от масштаба для выборки предприятий по результатам 2012 г., полученная в результате расчетов, представлена на рис. 6.

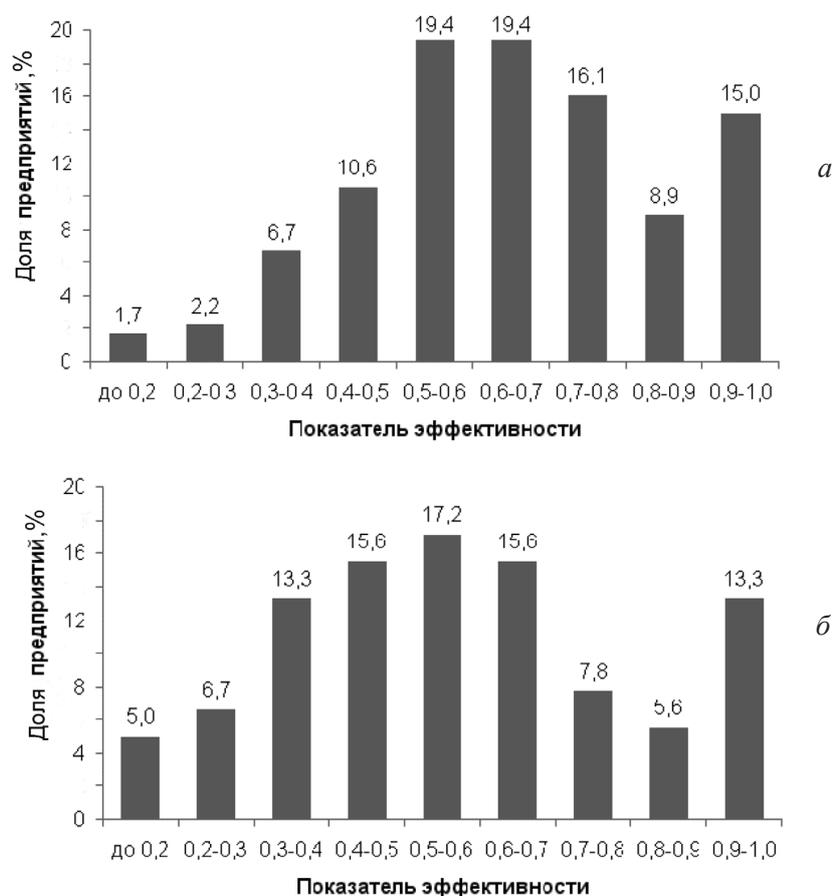


Рис. 6. Распределения предприятий по технической эффективности, ориентированной на минимизацию затрат ресурсов (а) и на максимизацию выручки от реализации (б)

Т а б л и ц а 7. Результаты расчета резервов факторов производства, %

Значение	Отработано в растениеводстве	Наличие энергетических мощностей	Затраты на семена	Затраты на минеральные удобрения	Затраты на ГСМ	Затраты на запасные части	Выручка от реализации продукции растениеводства
<i>Входо-ориентированная модель (возможное снижение затрат)</i>							
Среднее	16	18	20	15	13	27	–
Медиана	14	17	17	10	12	23	–
<i>Выходо-ориентированная модель (возможное увеличение выручки)</i>							
Среднее	–	–	–	–	–	–	221
Медиана	–	–	–	–	–	–	180

П р и м е ч а н и е. Отклонения от границы эффективности рассчитаны на основании разработанных математических моделей.



Рис. 7. Возможные мероприятия по реализации резервов роста технической эффективности

Среднее значение технической эффективности, рассчитанной по входу-ориентированной модели, составило 0,657 (стандартное отклонение – 0,203), по выходо-ориентированной модели – 0,572 (стандартное отклонение – 0,238).

Удельный вес предприятий, сформировавших эффективный фронт («эталонные хозяйства»), в обоих случаях составил 10,5 %. Следовательно, можно полагать, что более 90 % сельскохозяйственных организаций могут улучшить показатели своей деятельности как за счет снижения затрат на ресурсы, так и путем увеличения размера валовой выручки, не привлекая при этом дополнительных инвестиций.

При этом, исходя из рассчитанных показателей эффективности, можно отметить, что в среднем реализация ресурсного потенциала составила от 57 до 65 %. Расчет показателей возможного резерва по входу-ориентированной модели свидетельствует, что выход на границу эффективности возможен при снижении затрат на основные виды ресурсов от 10 до 23 % (табл. 7).

Важно отметить, что речь идет о снижении затрат на ресурсы, но не всегда о снижении их физического потребления. В частности, в ряде случаев этого можно достигнуть путем реализации комплекса ресурсосберегающих мероприятий, режима экономии и повышения культуры производства (рис. 8).

Если ориентироваться на максимизацию выручки, то отклонения от границы эффективности являются более существенными. Так, достижение уровня «эталонных» предприятий возможно лишь при увеличении результирующего показателя примерно в 2 раза. Наиболее вероятно, что это связано как с недостаточно высоким уровнем производства (низкая урожайность и валовый сбор), так и с низкой выручкой от реализации продукции, обусловленной действующей политикой формирования закупочных цен.

Выводы

1. Ретроспективный анализ отрасли растениеводства и сравнение эмпирических распределений затрат факторов производства позволили установить, что реализуемые государственные программы по развитию сельскохозяйственного производства несут в большей степени фрагментарный характер, что, в свою очередь, приводит только к локально выраженному временно-му экономическому эффекту, существенным образом не изменяя условий функционирования АПК. В частности, можно отметить:

– наличие стабильности в части кадрового потенциала, а также социальных гарантий труда, что характеризуется постоянством численности работников и затрат труда в растениеводстве;

– опережающий рост выручки от реализации продукции над уровнем оплаты труда при прочих равных условиях (удельный вес заработной платы в выручке от реализации продукции в 2004 и 2012 гг. составил 51 и 40 % соответственно);

– обновление материально-технической базы, обусловленное поставками в хозяйства республики современной энергонасыщенной техники в соответствии с Государственной программой технического переоснащения.

В то же время выявлены негативные тенденции, связанные с направлением использования оборотных средств предприятий. Так, расходы на семена по отношению к 2004 г. возросли почти в 2 раза, удобрения и средства защиты – более чем в 4 раза, ГСМ и запасные части – в 2,3–2,5 раза.

2. Аналитические исследования эффективности функционирования сельскохозяйственных предприятий выполнены на основе непараметрического метода оболочки данных, позволяющего комплексно оценить организации как по степени использования ими своих ресурсов, так и по уровню соотношения между применяемыми ресурсами.

Так, выполненные расчеты свидетельствуют, что в настоящее время использование всех видов ресурсов аллокативно неэффективно, что вызвано не избыточным их использованием, а завышенными ценами на факторы производства и заниженными ценами на конечную сельскохозяйственную продукцию. Установлено, что использование ресурсов будет оптимальным при сложившихся объемах их применения в том случае, если затраты на приобретение и использование семян, удобрений, топлива, запасных частей будут снижены в 1,5–2,8 раза.

Что касается технической эффективности использования производственных ресурсов, следует отметить, что результирующие показатели в моделях, ориентированных на минимизацию затрат и максимизацию выручки при переменном эффекте масштаба, также недостаточно высоки – 0,657 и 0,572 соответственно. Исходя из ретроспективного анализа функционирования предприятий и вариации затрат ресурсов можно отметить, что это является результатом экстенсивных методов хозяйствования в сочетании с недостаточно эффективными и продуманными формами государственной поддержки.

Литература

1. FaostatDownload, Production / Crops [Electronic resource]. – Mode of access: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>. – Date of access: 16.03.2014.
2. Сазонова, Д. Д. Аллокативная и техническая эффективности фермерских хозяйств / Д. Д. Сазонова, С. Н. Сазонов // Независимый экономический аналитический центр по проблемам деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств – Московский Общественный Научный Фонд. – М., 2010. – 160 с.
3. Гражданинова, М. Оценка аллокативной и технической эффективности сельскохозяйственного производства / М. Гражданинова, Ц. Лерман // Вопросы экономики. – 2005. – № 6. – С. 97–108.
4. Лисситса, А. Теоретические основы анализа продуктивности и эффективности сельскохозяйственных предприятий / А. Лисситса, Т. Бабичева // Discussionpaper. – 2003. – N 49. – S. 10–13.
5. Понькина, Е. В. Практико-ориентированное DEA-моделирование эффективности производства зерна / Е. В. Понькина, Д. В. Курочкин // Вест. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2013. – № 9. – С. 133–139.
6. Штанге, Г. Аграрный сектор России на подъеме?! Анализ технической эффективности аграрных предприятий / Г. Штанге, А. Лисситса // Discussionpaper. – 2004. – N 69. – S. 23–25.
7. Гончарук, А. Г. Стратегические аспекты применения конкурентного бенчмаркинга на промышленном предприятии / А. Г. Гончарук // Экономика промышленности. – 2010. – № 4. – С. 141–144.
8. Национальный банк Республики Беларусь. Раздел: Средневзвешенный курс белорусского рубля по отношению к иностранным валютам на валютном рынке Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/statistics/ForexMarket/AvrExRate/?ur>. – Дата доступа: 06.03.2014.
9. Мировая экономика и мировые рынки. Раздел: инфляция США [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ereport.ru/stat.php?razdel=country&count=usa&table=inecia>. – Дата доступа: 06.03.2014.
10. Родов, Е. Г. Прогнозирование показателей ресурсопотребления и интенсификации производства продукции в растениеводстве / Е. Г. Родов, А. В. Ленский // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2006. – № 2. – С. 95–101.
11. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. – М., 2006. – С. 204–205.
12. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / под ред. В. И. Зиновского. – Минск: Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2014. – 370 с.
13. Винн, Р. Введение в прикладной эконометрический анализ / Р. Винн, К. Холден; пер. с англ. С. А. Николаенко; под ред. Р. М. Энтова. – М., 1981. – С. 64–94.
14. Терехов, Л. Л. Производственные функции / Л. Л. Терехов. – М.: Статистика, 1974. – 127 с.
15. Хеди, Э. Производственные функции в сельском хозяйстве / Э. Хеди, Д. Диллон. – М.: Прогресс, 1965. – 600 с.
16. Светульников, С. Г. Экономическая динамика и производственные функции / С. Г. Светульников, И. С. Абдуллаев // Вест. ОГУ. – 2009. – № 5. – С. 110–114.
17. Новости Беларуси / Средняя зарплата работников сельского хозяйства Беларуси за сентябрь составила \$369,4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.belta.by/ru/all_news/economics/Srednjaja-zarplata-rabotnikov-selskogo-hozjajstva-Belarusi-za-sentjabr-sostavila-3694_i_614477.html. – Дата доступа: 21.03.2014.
18. Техника сельскохозяйственная. Показатели надежности: СТБ 1616–2011 / Гос. стандарт Респ. Беларусь. Разработан НИРУП «Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации». Утвержден постановлением Госстандарта Респ. Беларусь от 22 июня 2011 г. № 35. Взамен СТБ П 1616–2009. – Минск: Госстандарт, 2011. – 14 с.
19. Zhu, J. Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking. Data Envelopment Analysis with Spreadsheets / J. Zhu. – Springer Science+Business Media, LLC, 2009. – P. 5–40.
20. Ампилогов, А. И. Оценка рисков банкротства предприятий-производителей нефтехимического оборудования / А. И. Ампилогов // Сборник лучших выпускных работ [Электронный ресурс] / Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», ф-т экономики; под науч. ред. К. А. Букина. – 2011. – Электрон. текст. дан. (6,9 Мб). – М., 2012. – С. 5–29.

A. S. SAYGANOV, A. V. LENSKI

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF PLANT PRODUCTS PRODUCTION AT AGRICULTURAL ENTERPRISES

Summary

The article presents the retrospective analysis of the efficiency of the plant breeding branch and comparison of the empirical distribution of cost production. The analytical research on the efficiency of functioning of agricultural enterprises is conducted on the basis of nonparametric methods (DEA).

УДК 338.436.33:631.15

А. Г. ЕФИМЕНКО, Е. В. ВОЛКОВА

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

*Могилевский государственный университет продовольствия,
Республика Беларусь, e-mail: efimenko_ag@mail.ru*

(Поступила в редакцию 23.10.2014)

На современном этапе основой обеспечения устойчивого развития Республики Беларусь является рациональное использование экономического потенциала субъектов хозяйствования различных отраслей народного хозяйства, в том числе перерабатывающих предприятий АПК. Необходим переход к высокотехнологичному производству пищевых продуктов с высокой добавленной стоимостью. Повышение эффективности производства напрямую связано с механизмом формирования и развития экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК [1].

В этой связи представляется своевременным и актуальным учитывать условия, критерии и механизмы, влияющие на формирование, оценку и повышение эффективности использования экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК.

Оценка экономического потенциала является комплексной характеристикой, так как потенциал создается множеством факторов (ресурсы, среда, менеджмент и др.), которые выступают в качестве объектов данной оценки. Комплексная оценка позволяет обобщить эффективность использования экономического потенциала, наличие и наращивание которого определяют конкурентоспособность предприятий АПК, и является важным критерием эффективной реализации управленческих решений [2].

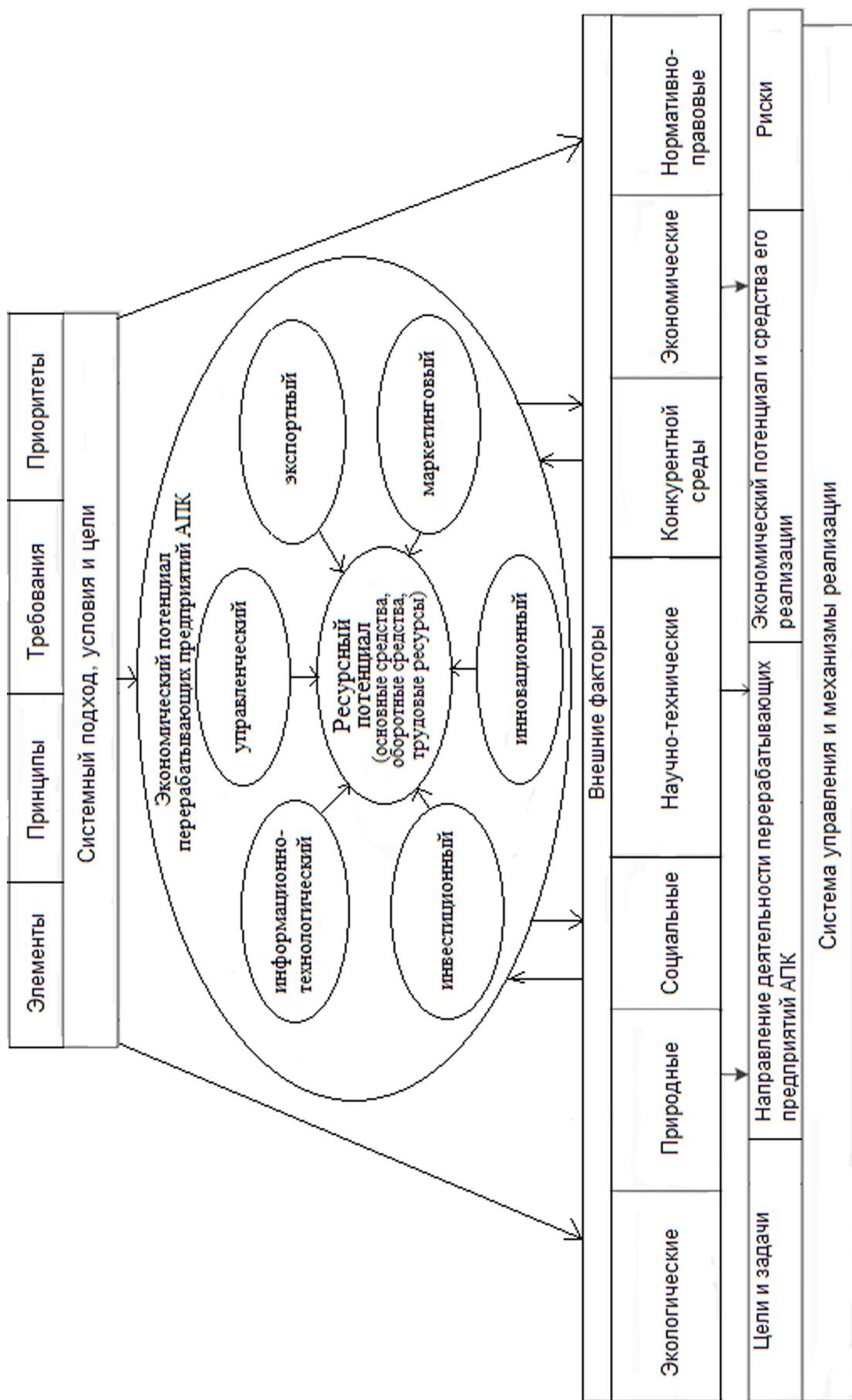
Определенный вклад в развитие теории исследования потенциала внесли И. Ансофф, П. Друкер, Ф. Котлер, П. Самуэльсон, Дж. С. Милль, А. Маршалл и др., которые потенциал предприятий (накопленное богатство) рассматривали через категорию «капитал».

В экономической науке сложилось два подхода к пониманию сущности и видов экономического потенциала предприятий: ресурсный и результативный. Ресурсный подход основан на ресурсной теории фирмы, в основе которой классическая теория факторов производства (Ж. Б. Сэй, Дж. Б. Кларк и др.). При данном подходе исследуют экономический потенциал как совокупность имеющихся в наличии различных видов производственных ресурсов.

При результативном подходе ресурсы исследуются с позиций конечных результатов деятельности предприятий, где видна взаимосвязь экономического потенциала с основными целями их функционирования. Однако при данном подходе нет единой точки зрения относительно факторов, которые влияют на конечные результаты деятельности предприятий, и осуществляется лишь оценка их фактических финансовых результатов. На современном этапе практика менеджмента направлена на поиск возможностей стратегического развития предприятий с учетом разработки системы сбалансированных показателей.

Исходя из многоаспектности категории «экономический потенциал предприятия», правомерно исследовать его сущность с позиций системного подхода, согласно которому потенциал является основополагающим элементом социально-экономической системы и отражает способность предприятий достигать определенных результатов с учетом потребностей рынка.

Для развития теоретических подходов формирования экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК определим его основные элементы: ресурсы, механизм эффективного использования ресурсов, способность удовлетворять потребности рынка с учетом взаимодействия внутренних и внешних факторов.



Концептуальная схема системной модели формирования и развития экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК

На формирование экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК оказывают влияние такие факторы, как цели и стратегии развития, сфера деятельности, размер предприятий, ассортимент и качество выпускаемой продукции, структурные элементы потенциала [3].

Экономический потенциал перерабатывающих предприятий АПК – совокупность максимальных возможностей предприятий, обусловленных имеющимися в его распоряжении ресурсами для эффективного производства товаров (продукции, работ, услуг) с целью удовлетворения потребностей конкретного рынка с учетом факторов внутренней и внешней среды.

На наш взгляд, структура экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК должна характеризовать производственную и обслуживающую сферы их деятельности. В этой связи считаем целесообразным разделить ее на уровни, сгруппированные с учетом степени влияния на деятельность предприятия (производство и его обслуживание).

Оценивая экономический потенциал перерабатывающих предприятий АПК, следует учитывать, что важно не только иметь определенные ресурсы (основные и оборотные средства, трудовые ресурсы), но и грамотно организовать их деятельность, уметь не только произвести, но и реализовать продукцию, а также прогнозировать их дальнейшее развитие.

Поэтому, на наш взгляд, в структуре экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК необходимо выделить два уровня: первый (ресурсный) – совокупность ресурсов, непосредственно используемых для производства продукции (основные и оборотные средства, трудовые ресурсы) и второй (обслуживающий) – это факторы, которые обеспечивают эффективное использование ресурсов предприятий, используемых для производства продукции (первого уровня). К ним можно отнести следующие структурные элементы экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК: управленческий, экспортный, информационно-технологический, маркетинговый, инвестиционный и инновационный потенциалы.

Концептуальная схема системной модели формирования и развития экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК приведена на рисунке.

При интегральном методе для оценки нами предложены «коэффициент экономического потенциала» и «индекс развития экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК», которые наряду с ресурсным учитывают управленческий, маркетинговый, экспортный, информационно-технологический, инновационный и инвестиционный потенциал. Каждый их структурных элементов экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК оценен с помощью системы количественных (экстенсивных) и качественных (интенсивных) показателей (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Методика расчета показателей оценки экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК

Показатель	Методика расчета
<i>Ресурсный потенциал, $K_p = \sqrt[3]{K_1 K_2 K_3}$</i>	
Основные средства (K_1)	Определяется отношением объема производства продукции к среднегодовой стоимости основных средств
Оборотные средства (K_2)	Определяется отношением объема товарной продукции к среднегодовой стоимости оборотных средств
Трудовые ресурсы (K_3)	Определяется отношением объема производства продукции к среднегодовой численности работников
Маркетинговый (K_m)	Определяется отношением объема продаж к затратам на маркетинговую деятельность
Информационно-технологический ($K_{инф}$)	Определяется отношением объема производства продукции к стоимости научно-информационных ресурсов
Экспортный ($K_э$)	Определяется отношением объема продаж экспортной продукции к общему объему продаж
Управленческий (K_y)	Определяется отношением прибыли к затратам на содержание административно-управленческого персонала
Инвестиционный ($K_{инв}$)	Определяется отношением прибыли к инвестициям
Инновационный ($K_{ин}$)	Определяется отношением объема отгруженной инновационной продукции к общему объему продаж
<i>Коэффициент экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК, $K_{эп} = \sqrt[3]{K_p K_m K_{инф} K_э K_y K_{инв} K_{ин}}$</i>	

Индекс развития экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{ЭП} = \frac{X_{\text{факт}} - X_{\text{min}}}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}}, \quad (1)$$

где $X_{\text{факт}}$ – фактическое значение каждого структурного элемента; X_{min} – минимальное значение структурного элемента; X_{max} – максимальное значение структурного элемента.

Выполненная интегральная оценка экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК Могилевской области свидетельствует о том, что индекс развития экономического потенциала «Управляющая компания холдинга «Могилевская молочная компания ОАО «Бабушкина крынка» равен 0,9, при этом у предприятия есть резервы улучшения инвестиционного потенциала. Для ОАО «Могилевхлебопродукт» значение данного индекса равно 0,61, что свидетельствует о возможностях улучшения маркетингового и ресурсного потенциалов. Индекс развития экономического потенциала ОАО «Булочно-кондитерская компания «Домочай» равен 0,60, однако есть пути улучшения маркетингового и экспортного потенциала. Индекс развития экономического потенциала ОАО «Мстиславский маслодельно-сыродельный завод» равен 0,53, при этом у предприятия есть резервы улучшения маркетингового и экспортного потенциала. Для ОАО «Могилевский мясокомбинат» значение данного индекса равно 0,43, что свидетельствует о возможностях улучшения маркетингового, экспортного и инновационного потенциалов; ОАО «Молочные Горки» – 0,42, что указывает на перспективы роста инновационного, информационно-технологического и экспортного потенциалов; УКПП «Завод по переработке масличных культур» и ОАО «Шкловский маслодельный завод» – 0,33, что свидетельствует о том, что у данных предприятий есть резервы улучшения инвестиционного, инновационного и маркетингового потенциалов; ОАО «Быховский консервно-овощесушильный завод» – 0,32, показывает на перспективы роста маркетингового, инновационного, информационно-технологического и инвестиционного потенциалов.

Состояние и оценка экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК Могилевской области приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Состояние и оценка экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК Могилевской области

Показатель	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Темп роста, %
Объем продукции (в фактически действовавших ценах), млрд руб.	3230,3	5602,2	10367,9	12868,9	398,4
Индексы производства продукции (в сопоставимых ценах), %	112,5	109,3	102,3	99,9	–12,6 п. п.
Объем отгруженной инновационной продукции, млн руб.	12383	40440	347111	52762	426,1
Основные средства (по первоначальной стоимости), млрд руб.	1503,1	1864,2	4155,4	5920,8	398,4
Уровень использования среднегодовой мощности предприятий, %	67,1	65,6	68,4	75,4	+8,3 п. п.
Среднесписочная численность работников, тыс. чел.	16,1	15,7	15,4	15,4	95,6
Среднемесячная зарплата работников, тыс. руб.	1166,6	1815,1	3566,6	5143,2	440,8
Отношение среднемесячной зарплаты работников к среднемесячной зарплате работников промышленности, %	97,8	93,9	92,6	101,0	+3,2 п. п.
Выручка от реализации продукции, работ, услуг, млрд руб.	3331,2	6048,0	10504,9	12906,9	387,4
Прибыль от реализации продукции, работ, услуг, млрд руб.	266,1	613,2	644,9	865,5	325,2
Рентабельность продаж, %	8	10,1	6,1	6,7	–1,3 п. п.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что в динамике за 2010–2013 гг. наблюдается рост экономического потенциала предприятий Могилевской области, что позволило увеличить объем производства продукции, в том числе отгруженной инновационной продукции, выручку и прибыль от реализации продукции, рентабельность активов.

Комплексная оценка позволяет определить эффективность использования экономического потенциала, наличие и рост которого определяет конкурентоспособность перерабатывающих

предприятий АПК, является важным критерием реализации управленческих решений. Предложенные интегральные показатели позволяют оценить степень использования структурных элементов и экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК в целом, что позволит принимать управленческие решения исходя из требований рынка.

Данная методика оценки экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК базируется на системном подходе и имеет определенные преимущества: характеризуется простотой и доступностью использования, так как для ее проведения применяется статистическая информация; дает возможность выявить и оценить структурные элементы экономического потенциала, позволяя тем самым учесть особенности функционирования перерабатывающих предприятий АПК; позволяет оценивать экономический потенциал перерабатывающих предприятий отраслевой направленности с целью выявления фактического и прогнозного уровня его развития.

Перечень методологических принципов при формировании оценки экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК:

1) принцип комплексности предполагает соблюдение количественных и качественных закономерностей на перерабатывающих предприятиях АПК, построение такой организации производства, согласно которой процесс выработки и принятия управленческого решения отталкивается от определения общей цели предприятий и подчиняет деятельность всех подсистем достижению конкретной цели. Он позволяет расчленивть экономический потенциал перерабатывающих предприятий АПК на структурные элементы. Принцип предполагает создание системы показателей, методов оценки, моделей, которые соответствуют содержанию и структуре экономического потенциала и позволяют иметь целостную картину его наличия и использования;

2) принцип эффективности предполагает наличие стратегии развития, реализуемой на всех уровнях перерабатывающих предприятий АПК, адаптивность целей, задач и механизмов функционирования экономического потенциала к изменению внутренних и внешних условий, обоснование направлений повышения эффективности использования экономического потенциала. Разработка комплексного показателя позволяет проводить оперативный экспресс-анализ потенциалоэффективности перерабатывающих предприятий АПК и своевременно принимать оптимальные управленческие решения. Принцип предполагает сопоставление ресурсов со спросом с учетом рыночной конъюнктуры, способность поддерживать эффективность использования экономического потенциала с учетом факторов внешней среды, направленных на обеспечение конкурентных преимуществ перерабатывающих предприятий АПК;

3) принцип инновационности означает формирование на перерабатывающих предприятиях АПК эффективных, ориентированных на рынок и обладающих потенциалом саморазвития бизнес-структур. Использование данного принципа включает как внутренние конкурентные преимущества, так и внешние, обусловленные изменяющимися условиями рынка. Решение данных задач позволяет перерабатывающим предприятиям АПК повысить их инновационную и инвестиционную активность с целью разработки стратегии развития.

Выводы

Экономический потенциал перерабатывающих предприятий АПК определен как совокупность максимальных возможностей предприятий, обусловленных имеющимися в его распоряжении ресурсами для эффективного производства товаров (продукции, работ, услуг) с целью удовлетворения потребностей рынка с учетом факторов внутренней и внешней среды.

Обоснована двухуровневая структура экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК: первый (ресурсный) – совокупность ресурсов, непосредственно используемых для производства продукции (основные и оборотные средства, трудовые ресурсы) и второй (обслуживающий) – факторы, которые обеспечивают эффективное использование ресурсов предприятий, используемых для производства продукции (первого уровня). Рекомендуемая структура элементов экономического потенциала наиболее полно характеризует возможности перерабатывающих предприятий АПК и способна обеспечить соответствующую оценку и уровень их развития.

Разработана методика оценки экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК на основе применения интегральных показателей: «коэффициента экономического потенциала»

и «индекса развития экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК», которая наряду с ресурсным учитывает управленческий, маркетинговый, экспортный, информационно-технологический, инновационный и инвестиционный потенциалы. Каждый из структурных элементов экономического потенциала предприятий можно оценить с помощью системы количественных и качественных показателей, что позволит использовать данные результаты при расчете резервов повышения эффективности производства, расширить инструментарий мониторинга и оперативно принимать управленческие решения исходя из требований рынка.

Нами даны определения каждому предложенному структурному элементу экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК.

Ресурсный – совокупность максимальных возможностей предприятий, обусловленных имеющимися в распоряжении трудовыми ресурсами, основными и оборотными средствами для эффективного производства товаров (продукции, работ, услуг) с целью удовлетворения платежеспособного спроса потребителей.

Управленческий – совокупность знаний, опыта, организационных возможностей персонала управления, направленных на развитие экономического потенциала с целью обеспечения их эффективного функционирования в конкурентной среде.

Экспортный – совокупность максимальных возможностей предприятий и ресурсов для производства и сбыта конкурентоспособной продукции на внешних рынках. В предложенном определении реализуется системный подход к его пониманию: ресурсный (внутренний) и результативный (внешний).

Информационно-технологический – совокупность максимальных возможностей предприятий, обусловленных имеющимися в распоряжении информационными ресурсами, автоматизированными информационными системами, технологиями, обеспечивающих повышение эффективности производства и конкурентоспособности на рынке.

Маркетинговый – максимальная возможность маркетинговой системы обеспечивать постоянную конкурентоспособность предприятия.

Инвестиционный – совокупность максимальных возможностей предприятий использовать инвестиции с целью обеспечения процесса модернизации производства.

Инновационный – совокупность максимальных возможностей предприятий осваивать инновации.

Литература

1. Государственная программа развития села на 2011–2015 годы. – Минск: ГИВЦ Минсельхозпрода, 2011. – 84 с.
2. Конкурентный потенциал перерабатывающих предприятий АПК / А. В. Пилипук [и др.]; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 217 с.
3. Продовольственная безопасность Республики Беларусь. Мониторинг–2013: в контексте глобальных проблем в сфере продовольствия / З. М. Ильина [и др.]; под ред. З. М. Ильиной. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2014. – 206 с.

A. G. EFIMENKO, E. V. VOLKOVA

ASSESSMENT OF THE ECONOMIC POTENTIAL OF PROCESSING ENTERPRISES OF AGROINDUSTRIAL COMPLEX

Summary

The paper substantiates the theoretical approaches to the mechanism of formation of the economic potential of processing enterprises of the agroindustrial complex and its structural elements. The methodology of integral estimation of the economic potential of processing enterprises of the agroindustrial complex is developed. The methodological principals of this estimation are substantiated what allows working out the strategy for their development under competitive conditions.

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНаВОДСТВА

УДК 631.416.9

И. М. БОГДЕВИЧ, О. Л. ЛОМОНОС

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПАХОТНЫХ И ЛУГОВЫХ ПОЧВ ПОДВИЖНЫМИ ФОРМАМИ ЦИНКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПО РАЙОНАМ БЕЛАРУСИ

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

(Поступила в редакцию 10.12.2014)

Введение. В условиях интенсивного земледелия возникает необходимость оптимизации минерального питания растений не только в отношении макроэлементов, но также и микроэлементов. Решение этой задачи может осуществляться в первую очередь на основе информации о содержании микроэлементов в почве. Известно, что фоновое содержание ряда микроэлементов в почвах Беларуси не соответствует потребности для нормального роста и развития растений, здоровья человека и животных [1, 2].

Цинк – один из важнейших элементов питания растений, сильно востребуемых современным земледелием по мере повышения уровня плодородия почв. Он является неотъемлемой частью многих ферментов, играет важную роль в регуляции ростовых процессов и определяет качество продукции многих культур. В то же время цинк относится к числу наиболее дефицитных микроэлементов во многих частях мира – Канаде, Китае, Индии, Пакистане, Иране, Турции, странах Северной Африки [3]. В Российской Федерации крайне низкое содержание подвижных форм цинка выявлено на более 90 % площади обследованных пахотных почв [4].

Острый дефицит цинка в рационе человека и домашних животных – явление редкое. Однако умеренный дефицит цинка в биологической цепочке «почва–растение–животное–человек» за последние 40 лет стал одной из мировых экологических проблем здравоохранения. Недостаток цинка в продуктах питания связывают с повышенным риском респираторных заболеваний, диареи и малярии в странах Африки, Азии и Южной Америки. Эксперты ВОЗ считают дефицит цинка одной из главных причин ежегодной смертности 800 тыс. детей в возрасте до пяти лет в проблемных регионах мира [5, 6]. Таким образом, обогащение почв цинком и повышение его содержания в растительной продукции до оптимальных величин является важной задачей глобального характера [7].

Эффективность цинка и других микроэлементов, вносимых с удобрениями, зависит от содержания их подвижных форм в почве, которое может существенно изменяться во времени под влиянием хозяйственной деятельности человека [8–11]. Интенсификация земледелия, применение высоких доз минеральных удобрений сопровождается повышением урожайности сельскохозяйственных культур и снижением обеспеченности пахотных почв подвижными формами микроэлементов, что обуславливает необходимость систематического применения микроудобрений. Эффективность дорогостоящих микроудобрений в значительной степени зависит от концентрации подвижных форм соответствующих микроэлементов в почвах.

Крупномасштабное обследование почв пашни и улучшенных луговых земель по содержанию подвижных форм цинка в Республике Беларусь ведется с 1985 г. За прошедший период содержание микроэлементов в почвах различных районов изменилось как в сторону повышения

их концентрации в почве, так и в сторону снижения. В результате даже средневзвешенное содержание цинка по отдельным районам различается вдвое [12]. Еще большие различия по группам обеспеченности почв микроэлементами наблюдаются по полям севооборотов. Поэтому важно определить направленность происходящих процессов на перспективу в зависимости от природных особенностей районов и от уровня интенсификации земледелия.

Цель настоящей работы – установить параметры и дать прогноз изменения обеспеченности почв подвижными формами цинка по группам административных районов Беларуси в зависимости от сложившегося уровня интенсификации земледелия и вероятных сценариев на перспективу. Актуальность прогноза динамики агрохимических свойств почв обусловлена необходимостью предотвращения деградации плодородия почв, повышения устойчивости производства и качества растениеводческой продукции.

Объекты и методы исследований. Проведен системный анализ динамики содержания подвижных форм цинка в почвах Беларуси на материале результатов крупномасштабного обследования в сопоставлении с показателями интенсификации земледелия (среднегодовые дозы минеральных и органических удобрений, продуктивность всех сельскохозяйственных культур в кормовых единицах с гектара) по статистическим отчетным данным.

Крупномасштабное обследование почв пашни и улучшенных луговых земель по содержанию подвижных форм цинка ведется областными проектно-изыскательскими станциями химизации сельского хозяйства под методическим руководством Института почвоведения и агрохимии. Определение содержания подвижных форм цинка – в вытяжке 1 М HCl по Пейве-Ринькису в модификации БелНИИПА (ОСТ 0147–88).

Объекты исследований – почвы сельскохозяйственных земель Беларуси (пашня, улучшенные сенокосы и пастбища), содержание в них подвижных форм цинка, вносимые органические и минеральные удобрения, урожайность сельскохозяйственных культур.

Метод исследований – системный анализ динамики количественных параметров содержания подвижных форм цинка в почвах сельскохозяйственных земель в зависимости от уровня интенсификации земледелия. Показатели кислотности pH_{KCl} , содержания фосфора и калия определяются в смешанном почвенном образце с каждого элементарного участка. Для определения содержания в почве гумуса и микроэлементов образцы формируются путем объединения исходных смешанных образцов четырех элементарных участков общей площадью не более 50 га [13].

Для подвижных форм цинка установлены градации содержания в почве, которые разделяются на четыре группы (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Градация по содержанию подвижных форм цинка в почвах Беларуси, мг/кг сухой почвы

Тип почвы	Группа по обеспеченности			
	низкая (I)	средняя (II)	высокая (III)	избыточная (IV)
Минеральные	< 3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	> 10,0
Торфяные	< 10,0	10,1–15,0	15,1–30,0	> 30,0

Установленные оптимальные параметры соответствуют в основном верхнему уровню II группы обеспеченности почв, где необходимо компенсирующее вынос внесение цинка в виде некорневых подкормок, обработки семян и поступающих микроэлементов с органическими удобрениями и комплексными минеральными удобрениями. На почвах III группы обеспеченности внесение цинкостержащих микроудобрений не требуется, за исключением обработки семян микроэлементами или некорневых подкормок для повышения качества продукции. Параметры IV группы обеспеченности (более 10 мг/кг для дерново-подзолистых и более 30,0 мг/кг для торфяных почв) предполагают избыточное содержание подвижных форм цинка. Установлены предельно допустимые уровни (ПДУ) содержания подвижного цинка в дерново-подзолистых почвах, дифференцированные по гранулометрическому составу и степени кислотности почв. Для почв с кислой реакцией ($pH_{KCl} < 5,5$) ПДУ для песчаных, супесчаных и суглинистых разновидностей составляют Zn 12,0–14,0–15,0 мг/кг почвы соответственно [14]. Это значит, что небольшое превышение указанных параметров концентрации подвижного цинка в почвах может сопровождаться

накоплением избытка цинка в продукции зерновых культур и многолетних трав, а значительное превышение – признаками фитотоксичности растений. На почвах IV группы содержания подвижных форм цинка исключается применение цинксодержащих удобрений.

Интенсификация земледелия в Беларуси на рубеже XXI века. Система удобрений в Беларуси должна предусматривать компенсацию минерализуемых органических веществ и выноса элементов питания с урожаем и обеспечивать постепенное повышение запасов в почвах гумуса, макро- и микроэлементов до оптимального уровня. В период 80-х годов прошлого века, вплоть до 1992 г., в Беларуси применялись повышенные дозы органических и минеральных удобрений, которые обеспечивали не только формирование высокой продуктивности севооборотов, но и положительный баланс гумуса и элементов питания растений. В годы перехода к рыночной экономике наблюдалось уменьшение количества вносимых минеральных и органических удобрений, определившее отрицательный баланс органических веществ и элементов минерального питания растений в почве. В 1997–2000 гг. продуктивность севооборотов снизилась до уровня 28,4 ц/га к. ед., т. е. на 34 %. Начиная с 2005 г. продуктивность пашни была восстановлена на уровне конца 80-х годов прошлого столетия (41,5–44,3 ц/га) в основном за счет существенного увеличения доз минеральных и небольшого повышения доз органических удобрений (рис. 1).

В результате интенсивного ведения растениеводства в последние годы заметно возросла обеспеченность почв фосфором и калием. По данным последнего тура агрохимического обследования, доля пахотных почв в республике с высоким содержанием подвижных фосфора ($P_2O_5 > 250$ мг/кг) и калия ($K_2O > 300$ мг/кг) составляет 23,7 и 13,1 % соответственно [12]. Уровень применения органических удобрений в определенной степени определяет баланс органических веществ и является важным источником пополнения запаса подвижных форм микроэлементов в пахотных почвах. Пополнение запасов органического вещества дерново-подзолистых почв или поддержание его бездефицитного баланса требует как осуществления мониторинга содержания гумуса, так и учета основных факторов, регулирующих баланс гумуса. Первостепенное влияние на динамику содержания и баланса гумуса в почве оказывает структура севооборота, количество применяемых органических и минеральных удобрений, гранулометрический состав и режим увлажнения почв [15–18].

Несбалансированная интенсификация земледелия сопровождается снижением почвозащитного действия севооборотов. Изменения в структуре посевных площадей заключаются в расширении доли площади пропашных культур от 9,3 % в 1996 г. до 26,2 % в 2012 г., особенно за счет кукурузы и сахарной свеклы (рис. 2).

Одновременно сократилась с 26,1 до 14,2 % доля посевов многолетних трав – главного гумусообразующего и почвозащитного фактора современного земледелия. Если в 1996 г. в среднем по Беларуси на 1 га пропашных культур приходилось 2,8 га многолетних трав, то в настоящее время это соотношение составляет 0,54.

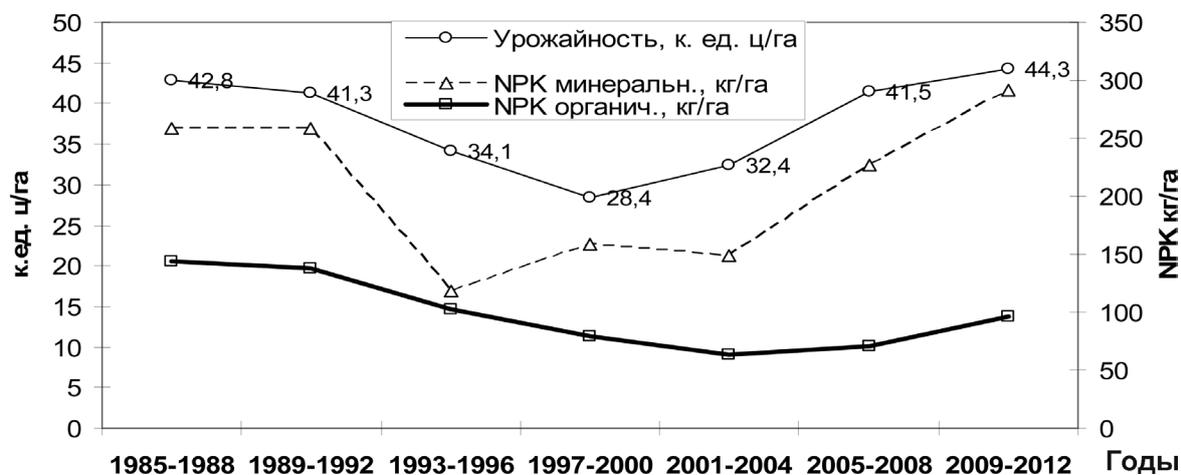


Рис. 1. Динамика применения минеральных и органических удобрений и продуктивность пашни в Беларуси за период 1985–2012 гг.

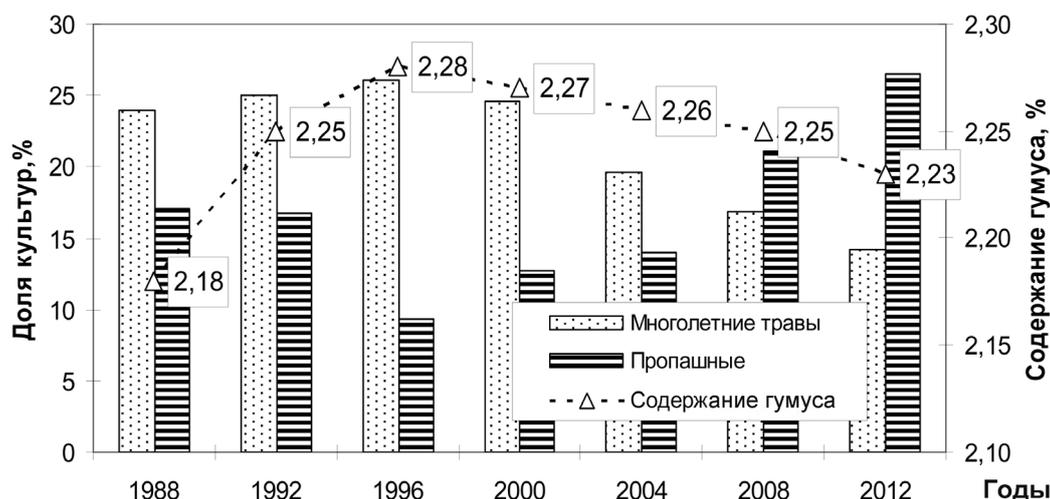


Рис. 2. Динамика структуры посевов и содержания гумуса в пахотных почвах Беларуси

Характер изменения структуры посевов, доз внесения органических удобрений и содержания гумуса в пахотных почвах значительно различается по областям (табл. 2), а еще больше по районам и хозяйствам, в зависимости от сочетания природных и хозяйственных факторов.

Т а б л и ц а 2. Изменение содержания гумуса в пахотных почвах в сопоставлении с внесением навоза и структурой посевов по областям Беларуси за период 1996–2012 гг.

Область	Средневзвешенное содержание гумуса, %		Внесено навоза, т/га		Доля многолетних трав в структуре посевов, %		Соотношение многолетние травы / пропашные	
	2012 г.	+/- к 1996 г.	1996 г.	2012 г.	1996 г.	2012 г.	1996 г.	2012 г.
Брестская	2,46	-0,12	14,7	14,5	18,2	11,5	1,2	0,41
Витебская	2,49	0,06	7,2	6,3	32,6	13,8	8,8	1,12
Гомельская	2,29	-0,18	10,9	8,8	19,3	8,5	1,5	0,25
Гродненская	1,87	-0,03	12,0	12,2	20,0	15,0	2,0	0,64
Минская	2,35	-0,07	11,2	10,2	25,3	13,4	2,8	0,58
Могилевская	1,92	-0,10	7,4	8,5	29,0	14,9	5,5	0,75
Беларусь	2,23	-0,05	10,3	9,9	26,1	14,2	2,8	0,54

Наибольшее снижение содержания гумуса наблюдается на пашне Брестской и Гомельской областей, где доля многолетних трав снизилась до 11,5 и 8,5 % от общей площади посева соответственно. Очевидно, что ведущую роль в достижении бездефицитного баланса гумуса в почвах республики следует отвести комплексу почвозащитных мер, включающему оптимизацию структуры посевов почв и повышение количества вносимых органических удобрений.

Параметры содержания подвижных форм цинка в пахотных и луговых почвах. Содержание валовых форм микроэлементов в почвах определяется минералогическим и гранулометрическим составом почвообразующих пород. Известно, что содержание микроэлементов в почвообразующих породах на территории Беларуси значительно ниже, чем в Нечерноземной зоне Российской Федерации [1, 19]. Валовое содержание цинка в преобладающих флювиогляциальных и древнеаллювиальных песчаных породах Беларуси составляет от 4,0–7,0 до 15,9 мг/кг. В моренных валунных суглинках содержание валовых форм цинка примерно до 2–4 раз выше. И только в редко встречающихся озерно-ледниковых глинах и пылеватых суглинках содержание микроэлементов еще несколько выше. Растения могут поглощать из почвы водорастворимые, растворимые в слабых кислотах и обменносорбированные формы цинка, однако содержание их невелико – 11–18 % [1, 10]. Подвижность микроэлементов в пахотном горизонте определяется типом почв, содержанием органических веществ, степенью кислотности и другими факторами.

Несбалансированная интенсификация земледелия, применение высоких доз азотных удобрений на фоне подкисления почв может сопровождаться усилением дефицита доступных растениям форм цинка [4, 20–21]. Анализ данных мониторинга за все время обследования почв показы-

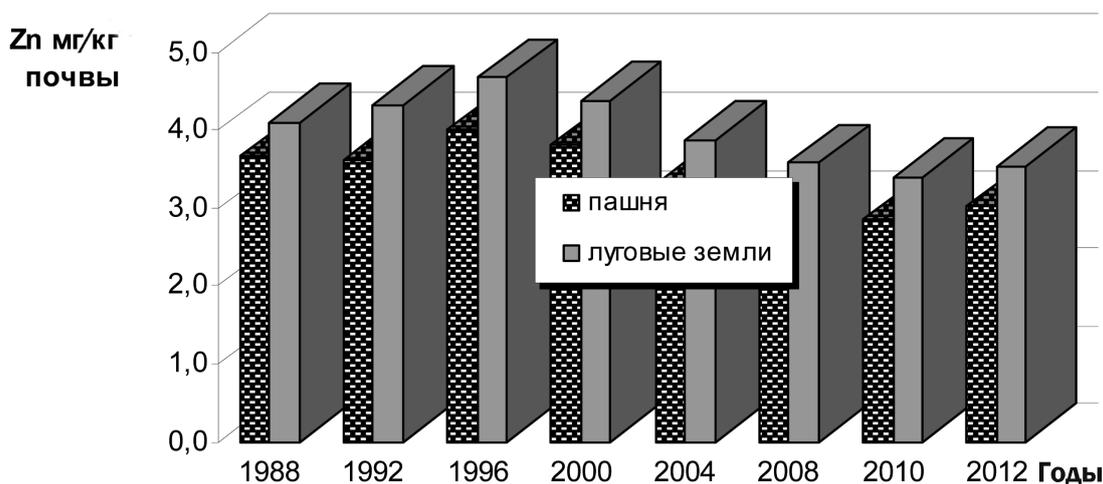


Рис. 3. Динамика средневзвешенного содержания подвижного цинка в пахотных и луговых почвах Беларуси за период 1988–2012 гг.

вает два разнонаправленных периода изменения содержания подвижного цинка в пахотных и луговых почвах (рис. 3).

В первый период (1988–1996 гг.) в целом по Беларуси наблюдался небольшой тренд накопления цинка в почвах. Средневзвешенное содержание цинка на пашне повысилось от 3,67 до 4,01 мг/кг, а в луговых почвах – от 4,11 до 4,68 мг/кг, или на 9 и 14 %. Отметим, что в Брестской, Гомельской и Минской областях уже в этот период проявились признаки снижения концентрации подвижных форм цинка в гумусовых горизонтах почв. В дальнейшем поступление цинка с осадками, удобрениями и мелиорантами было недостаточным, чтобы компенсировать выщелачивание из почвы и вынос элемента с отчуждаемой частью сельскохозяйственных культур.

Пахотные и луговые земли по обеспеченности подвижными формами цинка мало различаются по типам и разновидностям почв (табл. 3): различия по областям небольшие – до 1,3 раза, по районам – до 2 раз, а по полям севооборотов – почти на порядок.

Т а б л и ц а 3. Распределение пахотных почв и улучшенных сенокосов и пастбищ Беларуси по группам обеспеченности подвижными формами цинка, 2009–2012 гг.

Вид почвы	Площадь, тыс. га	По группам содержания Zn, мг/кг, %				Средневзвешенное, Zn мг/кг почвы
		≤ 3,0 < 10,0	3,1–5,0 10,1–15,0	5,1–10,0 15,1–30,0	≥ 10,0 > 30,0	
<i>Пахотные почвы</i>						
Дерново-подзолистые:						
суглинистые	1018	62,3	28,7	8,0	1,0	3,12
супесчаные	2506	67,0	25,5	6,8	0,7	2,94
песчаные	1058	62,7	28,9	7,7	0,8	3,05
Торфяные	220	60,3	24,4	13,6	1,7	10,48
<i>Улучшенные сенокосы и пастбища</i>						
Минеральные	1643	52,7	31,3	13,8	2,2	3,58
Торфяные	470	54,3	26,0	16,8	2,9	11,34

В целом за период 1996–2012 гг. средневзвешенная концентрация подвижного цинка в пахотных и луговых почвах Беларуси снизилась на 25 %. Доля почв с низким содержанием подвижного цинка повысилась от 50,2 до 64,7 % от площади пашни (табл. 4).

Доля почв IV группы обеспеченности, где нельзя применять цинкостойкие удобрения, наоборот, снизилась с 5,2 до 0,8 %. Это говорит о значительных резервах повышения урожайности и качества продукции зерновых и бобовых культур, в особенности кукурузы, за счет применения цинкостойких удобрений.

Т а б л и ц а 4. Изменение обеспеченности пахотных почв подвижными формами цинка по районам Беларуси за период 1996–2010 гг.

Показатель	1996 г.	2012 г.	Разница, %
Средневзвешенное содержание Zn, мг/кг почвы	4,01±1,38	3,02±0,44	-24,7
Размах колебаний содержания Zn, мг/кг почвы	2,54–9,35	2,24–4,26	
Коэффициент вариации, %	34,5	14,4	
Доля площади с низким содержанием Zn, %	50,2	64,7	14,5
Доля площади с избыточным содержанием Zn, %	5,2	0,8	-4,4

Прогноз изменения содержания подвижных форм цинка в пахотных почвах по группам районов. Снижение содержания подвижных форм цинка в пахотных почвах происходит по принципу снижения концентраций и выравнивания на границе между I и II группой обеспеченности. Установлена функциональная линейная зависимость снижения содержания подвижного цинка от величины его исходного содержания в пахотных почвах (рис. 4):

$$y = -0,8356x + 2,37, \quad (1)$$

где y – изменение содержания подвижного цинка в пахотных почвах за период 1996–2012 гг., +/- мг/кг почвы; x – исходное содержание подвижного цинка в пахотных почвах в период 1992–1996 гг.

Приведенная выше функция показывает, что в подавляющем числе районов, где исходное содержание подвижного цинка превышало 2,84 мг/кг почвы, происходило снижение концентрации его подвижных форм тем сильнее, чем выше была исходная концентрация цинка в почве.

Районы ранжированы по степени убывания содержания подвижного цинка в период максимального содержания (1992–1996). Выделены четыре группы районов, где исходное содержание цинка было : 1) > 7,0 ; 2) 5,1–7,0; 3) 3,1–5,0 и 4) 3,0 мг/кг почвы и менее, а потери подвижных форм цинка за период 1996–2012 гг. различались, соответственно, 62 – 44 – 14 – 0 % от исходного содержания (табл. 5).

Основными факторами нарастающего дефицита подвижных форм цинка в пахотных почвах является уменьшение внесения навоза, интенсивная минерализация органических веществ, повышенные дозы азотных удобрений, отрицательный баланс гумуса и возросший вынос цинка с растениеводческой продукцией.

Отрицательный баланс гумуса является главным фактором снижения содержания подвижных форм цинка в пахотных почвах. По данным М. В. Рака [10], 13 % цинка связано с органиче-

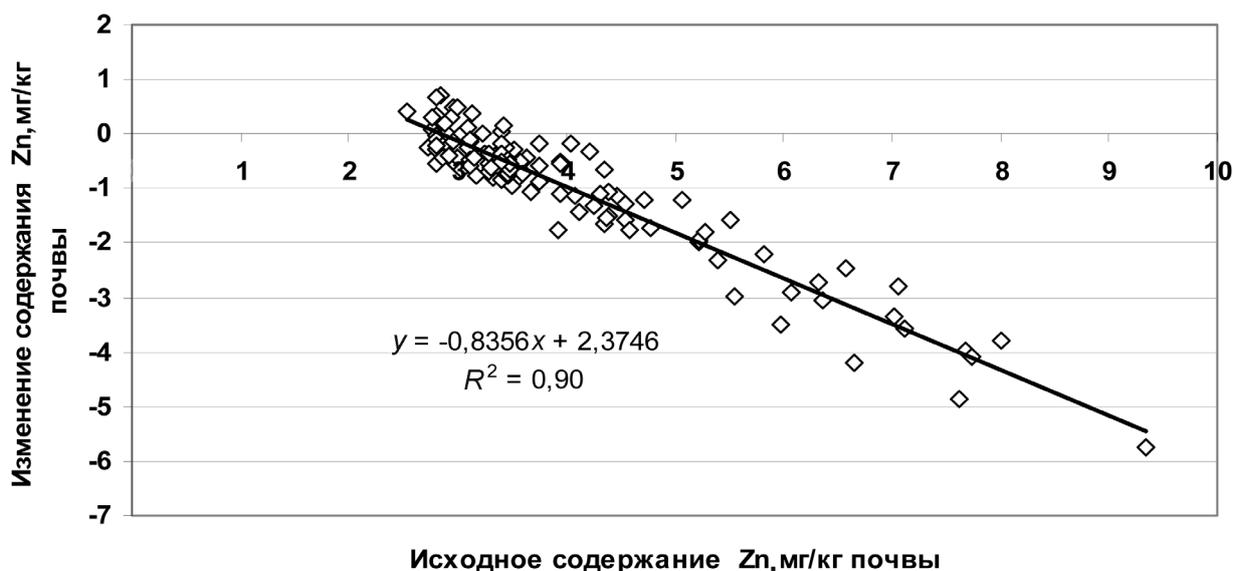


Рис. 4. Изменение средневзвешенных показателей содержания подвижных форм цинка в пахотных почвах по районам Беларуси за период 1996–2012 гг.

Т а б л и ц а 5. Динамика содержания подвижных форм цинка в зависимости от удобрений, баланса гумуса и продуктивности пашни по группам районов Беларуси

Кол-во районов	Содержание Zn, мг/кг почвы		Внесение навоза, т/га в год		Внесено минеральных удобрений, кг/га, 2009–2012 гг.		Содержание гумуса, %		Продуктивность пашни, к. ед. ц/га	
	2009–2012 гг.	+/- к 1996 г.	1997–2012 гг.	+/- к 1991–1996 гг.	NPК	N	2009–2012 гг.	+/- к 1996 г.	2009–2012 гг.	+/- к 1991–1996 гг.
8	3,68	-6,11	5,6	-4,2	279	98	2,02	-0,12	42,9	12,7
14	3,30	-2,55	6,9	-3,6	305	101	2,09	-0,08	44,5	11,6
68	2,98	-0,48	8,5	-4,4	294	99	2,31	-0,05	45,6	10,3
28	2,84	-0,02	6,6	-4,9	287	97	2,29	0,00	40,9	10,2

скими соединениями дерново-подзолистых супесчаных почв, что сопоставимо с общим содержанием его подвижных форм и является важным дополнительным источником питания растений. Влияние органических веществ на подвижность цинка в почве неоднозначно. С одной стороны, органические вещества являются важным резервом подвижного цинка, и по мере снижения в почве запаса гумуса снижается и содержание микроэлемента. С другой стороны, снижение содержания гумуса способствует менее прочной адсорбции ионов цинка, большей их подвижности и доступности для растений [22, 23].

В I группе 8 районов, где содержание гумуса снизилось на 0,12 %, а продуктивность пашни повысилась на 12,7 ц/га к. ед., содержание подвижного цинка снизилось на 62 %, или с 9,79 до 3,68 мг/кг почвы. Во II группе (14 районов), с отрицательным балансом гумуса 0,08 %, прирост продуктивности составил 11,6 ц/га, содержание цинка здесь уменьшилось на 2,55 мг/кг почвы, или на 44%. В III группе из 68 районов потеря гумуса оценивается в 0,05 %, а снижение содержания цинка составляет 0,48 мг/кг, или 14 % от исходного состояния. И только в IV группе (28 районов), где наблюдался бездефицитный баланс гумуса, а исходное содержание подвижного цинка было низким (2,84 мг/кг почвы), установилось его равновесное содержание. В группах районов с большими потерями подвижных форм цинка наблюдалась и повышенная доля сильно- и среднекислых почв с показателями реакции pH менее 5,0 (рис. 5).

Известно, что реакция почвы оказывает непосредственное воздействие на состояние цинка в растворе, а также влияет на другие почвенные факторы, определяющие поведение цинка в почве. В кислой среде (pH 4 и менее) цинк находится в виде двухвалентных катионов, а при повышении показателя pH до 6–8 преобладающей формой становится малорастворимый гидроксид $Zn(OH)_2$. Наименьшая растворимость соединений цинка в почвах наблюдается в интервале pH 5,5–7,5 [22]. При дальнейшем подщелачивании почв цинк может снова переходить в раствор в результате образования растворимых цинкатов. Поэтому систематическое известкование для достижения равновесной оптимальной реакции почв является важной предпосылкой поддержания необходимых запасов доступных растениям форм цинка.

Для прогноза динамики содержания подвижных форм цинка на период до 2020 г. при среднем прогнозируемом уровне внесения минеральных удобрений NPK 240 кг/га, в том числе N 80 кг/га по всем выделенным группам районов, рассматривается три сценария:

1) *реалистичный* – восстановление оптимальной структуры посевов – не менее 1,0 млн га многолетних трав при соотношении многолетних трав : пропашные = 1,4–1,5, согласно рекомендациям Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию, известкование кислых почв по потребности, бездефицитный и положительный баланс гумуса;

2) *оптимистический* – оптимальная структура посевов, бездефицитный и положительный баланс гумуса, сбалансированное применение необходимых

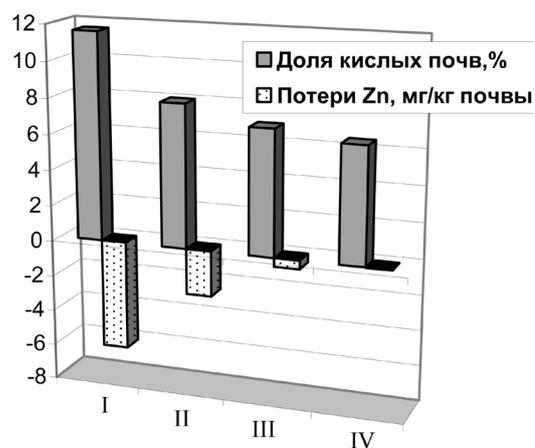


Рис. 5. Потери подвижных форм цинка за период 1996–2012 гг. в зависимости от доли площади кислых пахотных почв (pH < 5,0) по группам районов Беларуси

макро- и микроудобрений под продовольственные и кормовые культуры, расширенное воспроизводство плодородия почв;

3) *пессимистический* – несбалансированная интенсификация земледелия (структура посевов 2013 г.), отрицательный баланс гумуса, недостаточное известкование кислых почв, 50 % от потребности (факт 2013 г.) [25].

В случае реализации сценария 1 по всем районам будет обеспечен положительный или бездефицитный баланс гумуса и повысится выход навоза на 1–2 т/га пашни, что позволит поддерживать нынешнюю продуктивность пашни при внесении NPK 240 кг/га, включая азот N 80 кг/га. В I группе (8 районов – Бельничский, Бобруйский, Осиповичский, Кировский, Кличевский, Кричевский, Мстиславский, Славгородский) произойдет незначительное повышение содержания подвижного цинка в почве на 0,02 мг/кг почвы (табл. 6). Во II группе (14 районов – Брестский, Столинский, Октябрьский, Хойникский, Минский, Глусский, Краснопольский, Костюковичский, Круглянский, Хотимский, Чаусский, Чериковский, Шкловский) ожидается повышение содержания подвижного цинка в почве на 0,05 мг/кг почвы.

Т а б л и ц а 6. Прогноз содержания подвижного цинка в зависимости от удобрений, баланса гумуса и продуктивности пашни по группам районов Беларуси на период до 2020 г.

Кол-во районов	Содержание Zn, мг/кг почвы		Внесение навоза т/га в год		Содержание гумуса, %		Продуктивность пашни, к. ед. ц/га	
	2009–2012 гг.	2020 г.	1997–2012 гг.	2020 г.	2009–2012 гг.	2020 г.	2009–2012 гг.	2020 г.
<i>Реалистичный сценарий 1</i>								
8	3,68	3,70	5,6	6–7	2,02	2,07	42,9	42–43
14	3,30	3,35	6,9	7–8	2,09	2,12	44,5	43–44
68	2,98	3,05	8,5	8–9	2,31	2,32	45,6	44–45
28	2,84	2,92	6,6	7–8	2,29	2,32	40,9	40–41
<i>Оптимистический сценарий 2</i>								
8	3,68	3,90	5,6	6–7	2,02	2,07	42,9	43–44
14	3,30	3,50	6,9	7–8	2,09	2,12	44,5	45–46
68	2,98	3,20	8,5	8–9	2,31	2,32	45,6	46–47
28	2,84	3,10	6,6	7–8	2,29	2,32	40,9	42–44
<i>Пессимистический сценарий 3</i>								
8	3,68	2,90	5,6	5–6	2,02	1,90	42,9	39–41
14	3,30	2,85	6,9	6–7	2,09	2,00	44,5	42–43
68	2,98	2,80	8,5	7–8	2,31	2,25	45,6	43–44
28	2,84	2,75	6,6	6–7	2,29	2,25	40,9	39–40

В самой многочисленной III группе (68 районов) прогнозируется повышение содержания подвижного цинка в почве на 0,07 мг/кг почвы. В последней IV группе (28 районов – Браславский, Витебский, Лепельский, Лиозненский, Миорский, Оршанский, Полоцкий, Сенненский, Толочинский, Ушачский, Шумилинский, Ельский, Наровлянский, Рогачевский, Петриковский, Черчерский, Берестовицкий, Зельвенский, Новогрудский, Кореличский, Островецкий, Березинский, Копыльский, Крупский, Солигорский, Столбцовский, Узденский и Червенский районы) прогнозируется повышение содержания подвижного цинка в почве на 0,08 мг/кг почвы, или на 2,8 %. Главный итог заключается в том, что будет предотвращена дальнейшая потеря запаса подвижных форм цинка и других дефицитных микроэлементов в пахотных почвах республики.

При реализации сценария 2 ожидается положительный баланс гумуса и повышение среднегодовой продуктивности пашни на 2–3 ц к. ед. с гектара вследствие сбалансированного питания растений тех же доз макроудобрений с внесением комплексных удобрений с добавками цинка и других необходимых микроэлементов под наиболее отзывчивые культуры на почвах I группы обеспеченности (см. табл. 6).

Специально спланированные вегетационные и полевые опыты, проведенные профессором Г. П. Дубиковским и сотрудниками [8], показали возможность существенно повысить содержание подвижных форм цинка, меди и бора при системном внесении в почву соответствующих микроудобрений. Дальнейшие исследования под руководством М. В. Рака показали, что некорневые подкормки растворами комплексонов цинка в дозе Zn 150 г/га здесь также весьма эф-

фективны, поскольку позволяют повысить урожайность кукурузы и других зерновых культур на 7–15 %. Однако содержание цинка в продукции повышается недостаточно и не всегда достигает нижней границы оптимума 20–60 мг/кг сухой массы [9–11]. Поэтому на почвах I группы обеспеченности предпочтительно применение комплексных минеральных удобрений с добавками цинка, обеспечивающих внесение в почву Zn 1,0–1,5 кг/га.

На почвах II группы обеспеченности достаточно провести некорневые подкормки растений цинком (и другими микроэлементами), которые позволяют удовлетворить потребности различных культур в полноценном минеральном питании, повысить урожайность и качество продукции без существенного повышения содержания подвижного цинка в почве, который уже находится на уровне, близком к оптимуму.

Таким образом, при реализации сценария 2 ожидается повышение содержания подвижного цинка в почве на 7–9 % и заметное повышение содержания цинка в растениях, что будет способствовать также повышению качества продукции продовольственных и кормовых культур. Эффективность данного сценария согласуется и с опубликованными результатами исследований в Канаде [23].

По сценарию 3 практически во всех районах республики будет наблюдаться отрицательный баланс гумуса, подкисление реакции почв, а содержание подвижного цинка будет менее 3 мг/кг почвы на 80–90 % площади пашни (см. табл. 6). В последние годы в результате недостаточного финансирования снижено количество внесенной извести: в 2008–2010 гг. – на 12 %, 2011–2012 гг. – на 28 %, а в 2013 г. – 50 % от потребности. Анализ материалов агрохимического обследования за 2008–2012 гг. показал признаки подкисления пашни в 83 районах, луговых почв – в 68 районах.

Доля площади сильно- и среднекислых пахотных почв ($pH < 5,0$) увеличилась в целом по республике на 1,8 %, в Минской области – на 3,1 %, а в Могилевской области – на 4,3 % и составила 6,0–5,7–8,2 % соответственно. Если не будет восстановлен требуемый ежегодный объем внесения извести (2,2 млн т $CaCO_3$) и не будет обеспечен бездефицитный баланс гумуса, то выщелачивание цинка и других микроэлементов вглубь профиля почв существенно усилится. При реализации сценария 3 ожидается снижение продуктивности пашни на 1–3 ц к. ед. с гектара, а также снижение качества продукции продовольственных и кормовых культур.

Заключение. Сформирована электронная база данных обеспеченности почв подвижными формами цинка в разрезе районов Беларуси за период 1985–2012 гг. Проведен анализ результатов семи туров обследования почв по содержанию подвижных форм цинка в сопоставлении со структурой посевов, применением органических и минеральных удобрений по областям и районам Беларуси. Выделено два периода с противоположной динамикой обеспеченности почв подвижным цинком.

В первый период (1988–1996 гг.) преобладал положительный тренд накопления подвижного цинка в пахотных и луговых почвах – на 9 и 14 % соответственно. За последующий период (1996–2012 гг.) запасы доступного растениям цинка в почвах снизились на 25 %. Доля пахотных почв Беларуси с низким содержанием подвижного цинка увеличилась от 50,2 до 64,7 % от общей площади.

Нарастающий дефицит подвижных форм цинка в пахотных почвах является следствием несбалансированной интенсификации земледелия и подкисления почв. Сокращение доли многолетних трав с 26,1 до 14,2 % при одновременном повышении доли пропашных культур от 9,3 до 26,2 % на фоне невысоких доз органических удобрений и повышенных доз азота обусловили отрицательный баланс гумуса, а также возросший вынос цинка с растениеводческой продукцией. Выделены четыре группы районов, где потери подвижного цинка за период 1996–2012 гг. различались – 62–44–14–0 % от исходного содержания соответственно. В результате существенно возросла потребность сельскохозяйственных культур в цинксодержащих удобрениях.

Разработан прогноз содержания подвижных форм цинка в пахотных почвах на период до 2020 г. по выделенным группам районов для возможных трех сценариев.

Литература

1. Микроэлементы в почвах БССР и эффективность микроудобрений / И. С. Лупиневич [и др.]. – Минск, 1970. – 196 с.
2. Оптимальные параметры плодородия почв / Т. Н. Кулаковская [и др.]. – М.: Колос, 1984. – 272 с.

3. *Cakmak, I.* Zinc deficiency in wheat in Turkey / I. Cakmak // *Micronutrient deficiencies in global crop production.* – 2008. – P. 181–200.
4. Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами. Приемы управления / В. Г. Сычев [и др.]. – М., 2009. – 520 с.
5. *Black, R. E.* Zinc deficiency, infectious disease and mortality in the developing world / R. E. Black // *Journal Nutr.* – 2003. – Vol. 133. – S. 1485–1489.
6. *Caulfield, L. E.* Zinc Deficiency / L. E. Caulfield, R. E. Black // *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors* / M. Ezzati, A. D. Lopez, A. Rodgers and C. J. L. Murray (Eds.). – Geneva: World Health Organization, 2004. – N 1. – P. 257–259.
7. Biofortification of durum wheat with zinc and iron / I. Cakmak [et al.]. – *Cereal Chem.* – 2010. – Vol. 87. – P. 10–20.
8. *Дубиковский, Г. П.* Изменение содержания бора, меди, цинка в дерново-подзолистой супесчаной почве в зависимости от доз вносимых микроудобрений / Г. П. Дубиковский, З. С. Ковалевич // *Почвенные исследования и применение удобрений.* – 1984. – Вып. 15. – С. 98–107.
9. *Рак, М. В.* Поступление микроэлементов в растения при некорневой подкормке овса, возделываемого на дерново-подзолистой супесчаной почве / М. В. Рак, Г. М. Сафроновская, М. Ф. Дембицкий // *Почвоведение и агрохимия.* – 2006. – №1(36). – С. 181–188.
10. *Рак, М. В.* Параметры потребления микроэлементов зерновыми культурами из дерново-подзолистой супесчаной почвы и микроудобрений / М. В. Рак, Г. М. Сафроновская // *Почвоведение и агрохимия.* – 2006. – №1(36). – С. 181–188.
11. *Кляусова, Ю. В.* Эффективность микроудобрений при возделывании кукурузы на дерново-подзолистой супесчаной почве на разных уровнях минерального питания / Ю. В. Кляусова // *Почвоведение и агрохимия.* – 2009. – №2(43). – С. 216–226.
12. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / под ред. И. М. Богдевича. – Минск, 2012. – 276 с.
13. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: метод. указания / под ред. И. М. Богдевича. – Минск, 2012. – 48 с.
14. Рекомендации по допустимому содержанию меди и цинка в почве при возделывании зерновых культур и многолетних трав / С. Е. Головатый, И. М. Богдевич, З. С. Ковалевич, Г. В. Слободницкая. – Минск. – 2006. – 43 с.
15. *Лапа, В. В.* Влияние органо-минеральной системы удобрения на продуктивность севооборотов и баланс гумуса в дерново-подзолистых почвах / В. В. Лапа, В. Н. Босак, Г. В. Пироговская // *Агрохимия.* – 2009. – № 2. – С. 40–44.
16. *Лапа, В. В.* Параметры изменения агрохимических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы в зависимости от севооборотов и систем удобрения / В. В. Лапа, Н. Н. Ивахненко // *Почвоведение и агрохимия.* – 2009. – №2 (43). – С. 7–22.
17. *Никончик, П. И.* Агроэкономические основы систем использования земли / П. И. Никончик. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 532 с.
18. Влияние систем удобрения на баланс элементов питания и агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы / Т. М. Серая [и др.] // *Почвоведения и агрохимия.* – 2012. – №1 (48). – С. 62–69.
19. *Панасин, В. И.* Содержание микроэлементов в почвах Калининградской области / В. И. Панасин. – Калининград, 1979. – 105 с.
20. *Bergmann, W.* Nutritional disorders of plants / W. Bergmann, G. Fisher. – New York, 1992. – 741 p.
21. *Marchner, H.* Mineral nutrition of higher plants / H. Marchner; 2-nd ed. – London, 2002. – 674 p.
22. *Пейве, Я. В.* Биохимия почв / Я. В. Пейве. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 421 с.
23. *Ермоленко, Н. Ф.* Микроэлементы и коллоиды почв / Н. Ф. Ермоленко. – Минск: Наука и техника, 1966. – 319 с.
24. *Gupta, U. C.* Effect of zinc fertilization on plant zinc concentration of forages and cereals / U. C. Gupta // *Can. J. Soil Sci.* – 1989. – Vol. 69. – P. 473–479.
25. *Богдевич, И. М.* Динамика степени кислотности пахотных и луговых почв в результате известкования / И. М. Богдевич, О. Л. Ломонос, О. М. Таврыкина // *Почвоведение и агрохимия.* – 2014. – № 1 (52). – С. 159–172.

I. M. BOGDEVITCH. O. L. LOMONOS

AVAILABILITY OF ZINC IN ARABLE SOILS AND GRASSLANDS IN RELATION TO THE LEVEL OF INTENSIFICATION OF ARABLE FARMING IN THE REGIONS OF BELARUS

Summary

On the basis of the data of a large agrochemical survey the increasing deficit of mobile Zn in arable soils and grasslands has been determined as a result of unbalanced intensification of arable farming, negative balance of organic matter and soil acidification. Four groups of regions with deferent losses of mobile Zn (62–44–14–0 % of the initial content) for the period 1996–2012 have been identified. It results in the increasing demand of agricultural crops for Zn fertilization. The prognosis of mobile Zn content in arable soils in respect of the identified groups of regions for the period to 2020 is presented.

УДК 551.577(476)

Г. В. ПИРОГОВСКАЯ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

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

(Поступила в редакцию 22.08.2014)

Атмосферные осадки приносят в почву не только влагу, но и различные растворенные химические вещества. Они являются основным фактором очистки атмосферы от различных загрязняющих веществ и, соответственно, одним из источников поступления химических веществ на поверхность суши и Мирового океана.

Изучением химического состава атмосферных осадков занимались многие отечественные и зарубежные ученые, которые установили, что поступление химических элементов с атмосферными осадками не является стабильным во времени и пространстве. На их поступление влияет целый комплекс природных (географические условия, рельеф местности, розы ветров, время года) и антропогенных факторов (наличие промышленных производств, содержание пыли в воздухе, трансграничный перенос и т. д.). Данные литературных источников свидетельствуют о широком диапазоне содержания (мг/л) и количества (кг/га) химических элементов, поступающих с атмосферными осадками в той или другой местности [1–13].

Поступление химических элементов с осадками является одной из приходных статей хозяйственного баланса. Именно поэтому и возникает потребность в изучении и современной оценке химического состава атмосферных осадков как важного звена круговорота химических веществ и определении поступления с ними химических элементов при настоящем уровне антропогенной нагрузки на окружающую среду.

В атмосферных осадках преобладают те же ионы, что и в поверхностных и грунтовых водах: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ и др. Общее количество растворенных веществ в осадках не превышает 100 мг/л, но зачастую меньше 50 мг/л. Иногда минерализация осадков повышается до 500 мг/л и более. Кислотность (рН) осадков обычно находится в пределах 5–7. По Г. А. Максимова, минерализация осадков Русской равнины колеблется от 25 до 206 мг/л, причем морские соли составляют только 3–7 мг/л, а континентальные – 23–200 мг/л. Отмечается, что минерализация осадков зависит от времени года: зимой, весной и во влажный летний период она ниже, чем в сухой [14].

Исследования, проведенные в Литве, свидетельствуют, что химический состав атмосферных осадков зависит от преобладающего переноса воздушных масс и содержания пыли в воздухе. За период апрель–ноябрь выпадает от 388 до 477 мм атмосферных осадков при следующем колебании химических элементов: NH_4 – 0,0–9,0 мг/л, NO_3 – 0,0–5,5, PO_4 – 0,0–0,97, К – 0,0–10,95, Са – 0,0–10,0, Mg – 0,0–3,66, Na – 0,18–1,93, Cl – 2,13–14,45, SO_4 – 1,49–14,94 мг/л, рН – 4,3–7,1, а сумма ионов – от 14,4 до 80,6 мг/л (или 129–888 моль/га) [4].

Основные данные о химическом составе атмосферных выпадений в Беларуси получают на станциях сети мониторинга, проводимого Республиканским центром радиационного контроля и мониторинга окружающей среды Департамента по гидрометеорологии (РЦРКМ). Эта сеть включает 20 станций, расположенных в городах и населенных пунктах страны, а также в Березинском биосферном заповеднике. В пробах атмосферных осадков определяют содержание основных макрокомпонентов – анионов SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , HCO_3^- и катионов NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , показатель кислотности рН, удельную электропроводность. Результаты исследований публикуются

в ежегодных информационно-аналитических изданиях [15]. Данные наблюдений за химическим составом атмосферных осадков в Беларуси за 1990–1999 гг. обобщены С. В. Какарека и Т. Б. Евстафьевой [16]. В последние годы экспериментальные исследования химического состава атмосферных осадков в г. Минске обобщены О. Е. Белькович и др. [17, 18].

По данным Гидрометцентра Республики Беларусь, атмосферные осадки в целом характеризуются небольшой минерализацией (до 27 мг/л) с преобладанием сульфатов (26–40 % от суммы ионов), нитратов и ионов аммония (24–36 %), а также гидрокарбонатов (8–20 %). В промышленных городах сумма ионов может достигать до 91 мг/л. С увеличением общей минерализации осадков в них доминируют сульфаты и гидрокарбонаты 54–65 %, а доля соединений азота составляет 7–13 % [5]. В Республике Беларусь в 2007 г. общая минерализация атмосферных осадков (сумма ионов) изменялась от 8,2 мг/дм³ в Березинском заповеднике (региональный фон для территории Беларуси) до 31,6 мг/дм³ в Полоцке. Низкая минерализация атмосферных осадков отмечалась в Могилеве и Мозыре (10,9 и 12,0 мг/дм³), а в остальных пунктах она находилась в пределах 14,4–29,7 мг/дм³. Также отмечалось увеличение суммы ионов в месяцы с малым количеством осадков. В Березинском заповеднике увеличение содержания ионов отмечено в мае, июле и декабре (10,1–10,5 мг/дм³) с наименьшей минерализацией в октябре и ноябре (3,4–4,1 мг/дм³) [19].

Содержание ионов в атмосферных осадках по Республике Беларусь (среднее по областям) следующее: NH₄ – 0,5–2,02 мг/л, NO₃ – 1,28–2,64, К – 0,56–5,22, Са – 2,0–11,6, Mg – 0,44–1,6, Na – 0,63–2,25, Cl – 1,44–4,57, SO₄ – 4,34–30,3 мг/л, рН – 5,84–6,94, при этом сумма атмосферных осадков за год колеблется от 496 мм до 689 мм [5, 20].

По данным Института почвоведения и агрохимии, поступление химических соединений с атмосферными осадками в год составляло в среднем за период 1981–2002 гг.: N – 21,2 кг/га, P₂O₅ – 0,5, K₂O – 10,4, Са – 22,4, Mg – 3,6, Cl – 23,9, SO₄ – 65,2 кг/га. При этом количество просочившихся осадков через слой почв глубиной 1,0–1,5 м достигало 46,4 % в зависимости от гранулометрического состава почв и года исследования [21, 22].

Цель данной работы – оценка изменения химического состава атмосферных осадков в центральной и юго-восточной части Республики Беларусь (по данным результатов на лизиметрических станциях в период 1981–2012 гг.).

Объекты и методы исследований. Исследования проводили на лизиметрических станциях, расположенных в центральной (г. Минск) и юго-восточной (совхоз «Подолесье» Речицкого района Гомельской области, далее г. Речица) части Республики Беларусь, в 1981–2012 гг.

Лизиметрическая станция Института почвоведения и агрохимии расположена в южной части г. Минска (53°51'03" N, 27°30'26" E), введена в эксплуатацию в 1980 г. и функционирует по настоящее время. Лизиметрическая станция в совхозе «Подолесье» Речицкого района Гомельской области располагалась в юго-восточной части республики (52°21'12.26" N, 30°24'35.68" E), исследования на ней осуществлялись в 1991–2000 гг.

Во время исследований на лизиметрических станциях регулярно проводили учет выпавших атмосферных осадков (осадкомером Третьякова), в которых ежемесячно определяли содержание химических элементов (N–NO₃, N–NH₄, N_{общ}, P₂O₅, K₂O, Са, Mg, Na, Cl, S, водорастворимое органическое вещество (ВОВ), гидрокарбонаты, рН).

Анализ осадков выполняли согласно методикам Е. В. Аринушкиной, О. А. Алекина, и Ю. В. Новикова, К. О. Ласточкиной и З. Н. Болдина [23]. В атмосферных осадках определяли следующие показатели: рН – потенциметрически, ГОСТ 26423–85, п. 4, п. 4.1, п. 4.3; N–NO₃ – потенциметрический, ГОСТ 18826–73; N–NH₄ – ГОСТ 4192–82; фосфор – спектрометрический метод, СТБ ИСО 6878–2005; калий и натрий – на пламенном фотометре, ГОСТ 26427–85; кальций и магний на атомно-абсорбционном спектрофотометре, ГОСТ 26428–85; хлориды – ГОСТ 4245–72; сульфаты – ГОСТ 4389–72; гидрокарбонаты – по ГОСТ Р 52963–2008, ГОСТ Р 31957–2012, ВОВ – по методу Тюрина (бихроматная окисляемость), ГОСТ Р 52991–2008.

Гидротермический коэффициент (ГТК) определяли по формуле Г. Т. Селянинова:

$$\text{ГТК} = \Sigma X / \Sigma T / 10,$$

где ΣX – сумма осадков за период, а ΣT – сумма температур воздуха ($T > 10$ °C) за тот же период.

Результаты и их обсуждение. Известно, что в г. Минске среднемноголетнее годовое количество осадков за 30-летний период (1961–1990 гг.) составило 696 мм, большее количество осадков выпало в летний период (254 мм, или 36,5 % от годового количества) и меньшее – в зимний период (18,0 %), а в юго-восточной части республики – среднемноголетнее количество осадков составило 655 мм, т. е. было несколько ниже (на 41 мм) по сравнению с г. Минском [24, 25].

Результаты исследований на лизиметрической станции (г. Минск) в течение 1981–2012 гг. показали, что среднегодовое количество осадков (январь–декабрь) изменялось в широких пределах – от 453,6 (1984 г.) до 828,1 (2009 г.) мм при среднем за 32-летний период 597,6 мм. За указанный период, по сравнению с 1961–1990 гг., в центральной части Республики Беларусь количество атмосферных осадков уменьшилось в целом за год на 92 мм (на 13,2 %), за весенний период – на 21, летний – 50, осенний – 18, зимний – на 3 мм, в том числе за теплый период (IV–X месяц) – на 16,5 %, за летний период (VI–VIII) – на 19,7 %, холодный период (XI–III) – на 2 %. При оценке количества выпадающих осадков наиболее важным является период (V–IX месяцы), осадки которого оказывают существенное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур, а следовательно, и их продуктивность. За этот период выпадало от 176,8 мм (36,1 % от годового количества, 1983 г.) до 454,5 мм (59,2 % от годового количества, 1998 г.) при среднем за 1981–2012 гг. – 311,1 мм, среднемноголетнем (1961–1990 гг.) – 374 мм [26].

Результаты наблюдений за атмосферными осадками в юго-восточной части Республики Беларусь показывают, что их годовое количество (1981–2012 гг.) изменялось в пределах 335,0 (1992 г.) – 852,3 (2012 г.) мм при среднем за этот период 623,4 мм и среднемноголетнем (1961–1990 гг.) – 655,0 мм. Количество осадков уменьшилось в среднем за год на 30 мм (на 4,8 %), весной – на 15, летом осталось на прежнем уровне, осенью – на 9 и зимой – на 7 мм, за теплый период – на 4,0 %, холодный период – на 6,3 %. Осадки за V–IX месяцы находились в пределах 116,0 (34,6 % от годового количества, 1992 г.) – 467,2 мм (68,2 %, 1985 г.) при среднем (1981–2012 гг.) – 349,6 мм [26].

Установлено, что содержание химических элементов и показатель величины pH в атмосферных осадках значительно различались по годам и по сезонам года (табл. 1–4).

Кислотность осадков. Кислотность осадков (дождь, снег, дождь со снегом) обусловлена распределением вклада основных кислотообразующих ионов (SO_4^{2-} , NO_3^- и HCO_3^-). Незагрязненная дождевая вода имеет pH 5,65. Чистая вода имеет нейтральную реакцию (pH 7,0). Кислотными называют осадки с pH менее 5,65. Возникают они главным образом из-за выбросов оксидов серы и азота в атмосферу при сжигании ископаемого топлива (угля, нефти и природного газа), которые, растворяясь в атмосферной влаге, образуют слабые растворы серной и азотной кислот и выпадают в виде кислотных дождей.

Реакция среды атмосферных осадков в г. Минске за 1981–2012 гг. находилась в пределах от среднекислой (pH 4,92–4,97, октябрь–декабрь 2012 г.) до сильнощелочной (pH 8,36, январь 1994 г.), а в среднем за годы исследований составила 7,14. За период 1981–1990 гг. кислотность осадков составила 7,08, 1991–2000 гг. – 7,28 и за 2001–2010 гг. – 7,09. Экспериментальные данные свидетельствуют, что среднегодовые величины pH в 28,1 % лет (9 из 32 лет) находились в пределах 6,52–6,96, а в 71,9 % лет – 7,01–7,63. Сильнощелочные осадки с pH более 8 зафиксированы только один раз (январь 1994 г.), а кислые с pH менее 5,65 только в октябре–декабре 2012 г.

Оценка показателя кислотности (pH) атмосферных осадков в центральной части Республики Беларусь (г. Минск, 1981–2012 гг.) по сезонам года свидетельствует, что в весенний и зимний период она была нейтральной – 7,08 и 7,09, а в летний и, в большей степени, осенний периоды подщелачивалась – 7,17 и 7,23. Аналогичная закономерность прослеживалась и в 1981–1990 гг. Что касается последних двух десятилетий (1991–2000 и 2001–2010 гг.), то подщелачивание осадков больше всего наблюдалось в осенний период (табл. 1).

Сравнительная оценка величины pH атмосферных осадков в юго-восточной части Республики Беларусь за период 1991–2000 гг. показала, что среднегодовой показатель в целом за этот период, да и по месяцам, был ниже в 1,01–1,05 раза по сравнению с величинами кислотности за аналогичный период на лизиметрической станции (г. Минск). Величина pH в летний и осенний периоды была в 1,03 раза, а в весенний и зимний – в 1,02 раза ниже, чем в г. Минске (см. табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Кислотность атмосферных осадков в зависимости от сезонов года в Республике Беларусь, 1981–2012 гг.

Сезон года	г. Минск				г. Речица
	1981–2012 гг.	1981–1990 гг.	1991–2000 гг.	2001–2010 гг.	1991–2000 гг.
Весенний (март–май)	7,08	7,05	7,24	7,00	7,07
Летний (июнь–август)	7,17	7,17	7,23	7,09	6,99
Осенний (сентябрь–ноябрь)	7,23	7,19	7,33	7,17	7,15
Зимний (декабрь–февраль*)	7,09	6,90	7,31	7,08	7,16
Среднее за год	7,14	7,08	7,28	7,09	7,09

*Январь–февраль последующего года.

Сульфаты. Из основных компонентов химического состава атмосферных осадков в наибольшей степени изучены сульфаты [12, 27–31], однако, анализа изменения их состава за длительный период, в том числе за 30-летний, в литературных источниках не приводится.

В годы исследований в центральной и в юго-восточной части Беларуси не наблюдалось превышения содержания сульфатов выше предельно допустимой концентрации (500 мг/л) (табл. 2). Среднегодовое (1981–2012 гг.) содержание сульфатов в атмосферных осадках в г. Минске составило 11,13 мг/л, за 1981–1990 гг. – 14,40 (при минимальном их содержании 5,4 мг/л (1989 г.) и максимальном (1982 г.) – 24,0 мг/л), за 1991–2000 гг. – 11,03 (от 6,9 (1998 г.) до 13,8 (1995 г.) мг/л) и за 2001–2010 гг. – 8,15 мг/л (от 1,7 (2007 г.) до 20,5 (2010 г.) мг/л). В последнее десятилетие содержание сульфатов в атмосферных осадках снизилось, что, по-видимому, свидетельствует о сокращении выбросов соединений серы в атмосферу, это отмечено и другими исследователями [15, 32–34].

Т а б л и ц а 2. Содержание химических элементов в атмосферных осадках и их распределение по сезонам года в Республике Беларусь, 1981–2012 гг., мг/л

Сезон года	г. Минск				г. Речица
	1981–2012 гг.	1981–1990 гг.	1991–2000 гг.	2001–2010 гг.	1991–2000 гг.
SO₄²⁻					
Весенний (март–май)	13,10	17,80	12,30	8,90	12,40
Летний (июнь–август)	7,70	8,10	9,00	6,00	6,00
Осенний (сентябрь–ноябрь)	9,50	12,00	8,90	8,70	8,70
Зимний (декабрь–февраль)	14,20	19,70	13,90	9,00	18,60
Среднее за год	11,13	14,40	11,03	8,15	11,55
NO₃⁻					
Весенний (март–май)	1,98	1,60	2,55	1,99	4,10
Летний (июнь–август)	2,35	0,94	4,24	2,07	4,31
Осенний (сентябрь–ноябрь)	1,55	1,18	1,92	1,64	3,64
Зимний (декабрь–февраль)	1,50	1,49	1,61	1,57	3,78
Среднее за год	1,84	1,30	2,58	1,82	3,96
NH₄⁺					
Весенний (март–май)	2,73	2,67	2,36	3,12	1,31
Летний (июнь–август)	2,58	1,92	2,12	2,98	1,02
Осенний (сентябрь–ноябрь)	2,70	1,66	2,19	3,39	1,14
Зимний (декабрь–февраль)	2,39	1,35	2,07	3,86	2,33
Среднее за год	2,60	1,90	2,19	3,34	1,45
Фосфаты (PO₄³⁻)					
Весенний (март–май)	0,091	0,07	0,10	0,10	0,17
Летний (июнь–август)	0,144	0,04	0,16	0,18	0,32
Осенний (сентябрь–ноябрь)	0,098	0,06	0,08	0,13	0,17
Зимний (декабрь–февраль)	0,081	0,03	0,08	0,11	0,19
Среднее за год	0,104	0,05	0,10	0,13	0,21

Сезон года (месяцы)	г. Минск				г. Речица
	1981–2012 гг.	1981–1990 гг.	1991–2000 гг.	2001–2010 гг.	1991–2000 гг.
K⁺					
Весенний (март–май)	1,71	2,07	2,23	1,01	1,72
Летний (июнь–август)	1,57	1,44	2,62	0,88	2,43
Осенний (сентябрь–ноябрь)	1,78	1,61	2,64	0,88	1,88
Зимний (декабрь–февраль)	1,34	1,16	2,01	0,84	3,37
Среднее за год	1,60	1,57	2,38	0,90	2,35
Ca²⁺					
Весенний (март–май)	6,25	5,68	3,52	10,28	6,56
Летний (июнь–август)	5,69	3,71	4,24	9,45	4,81
Осенний (сентябрь–ноябрь)	4,72	4,11	2,26	8,34	6,74
Зимний (декабрь–февраль)	5,10	4,84	2,96	8,32	6,49
Среднее за год	5,44	4,59	3,25	9,10	6,15
Mg²⁺					
Весенний (март–май)	0,89	0,93	0,58	1,18	1,40
Летний (июнь–август)	0,69	0,78	0,52	0,72	1,04
Осенний (сентябрь–ноябрь)	0,59	0,57	0,48	0,73	0,76
Зимний (декабрь–февраль)	0,91	1,07	0,70	1,04	0,98
Среднее за год	0,77	0,84	0,57	0,92	1,05
Na⁺					
Весенний (март–май)	1,12	1,20	0,89	1,22	0,96
Летний (июнь–август)	0,84	0,57	1,28	0,79	1,04
Осенний (сентябрь–ноябрь)	0,99	0,61	1,37	0,73	0,76
Зимний (декабрь–февраль)	1,34	1,08	1,27	1,70	1,94
Среднее за год	1,07	0,87	1,15	1,11	1,18
Cl⁻					
Весенний (март–май)	8,55	6,49	5,17	13,91	3,64
Летний (июнь–август)	6,33	3,45	4,04	11,37	3,70
Осенний (сентябрь–ноябрь)	5,00	4,85	3,72	6,43	4,56
Зимний (декабрь–февраль)	7,28	7,29	5,58	8,97	6,82
Среднее за год	6,79	5,52	4,63	10,17	4,68

Концентрация сульфатов в атмосферных осадках в Речицком районе за 1991–2000 гг. в среднем составила 11,55 мг/л, при этом минимальное ее значение (3,8 мг/л) было во влажном 1998 г., а максимальное (20,5 мг/л) – в очень засушливом 1992 г.

Следует также отметить, что как в целом за 1981–2012 гг., так и по десятилетиям на исследуемых объектах наибольшее содержание сульфатов наблюдалось в зимний период, затем в весенний и осенний и меньше всего в летний период.

Не выявлено превышения среднегодового содержания сульфатов в г. Минске за период 1991–2000 гг. по сравнению с юго-восточной частью Беларуси. Их концентрация в осадках была на одном уровне (11,03 и 11,55 мг/л). Разница наблюдалась только в их перераспределении по сезонам года. Так, в юго-восточной части республики в летний период этот показатель был в 1,33 раза ниже, а в зимний период – в 1,34 раза выше по сравнению с аналогичными периодами в г. Минске.

Азот нитратный и аммонийный. В литературных источниках недостаточно внимания уделяется соединениям азота как основным закисляющим компонентам атмосферных осадков. Проблема остается актуальной как для городских условий, так и в целом для окружающей среды, так как постоянно возрастает количество автомобильного транспорта, являющегося главным источником оксидов азота в атмосфере. Определение концентрации ионов NH_4^+ и NO_3^- в атмосферных осадках имеет значение для решения практических задач сельскохозяйственного производства.

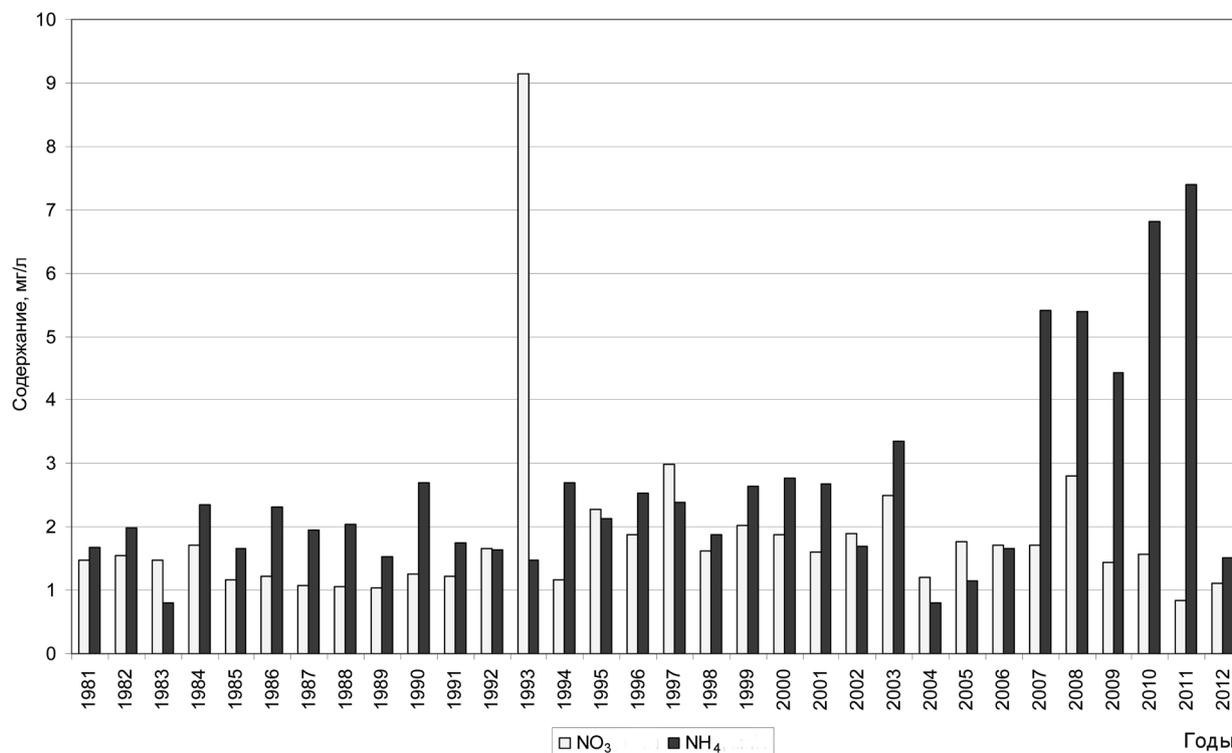
Известно, что предельно допустимая концентрация нитратов в воде водоемов составляет 45 мг/л (или 10 мг/л по азоту), аммиака и ионов аммония – 2 мг/л по азоту (или 2,6 мг/л в виде иона NH_4^+) [23], по азоту аммонийному – 5,0 мг/л [35].

Установлено, что в г. Минске среднегодовое (1981–2012 гг.) содержание нитратного азота в атмосферных осадках составило 1,84 мг/л, за период 1981–1990 гг. – 1,30 мг/л (при минимальном его значении 1,03 мг/л (1989 г.) и максимальном 1,71 в 1984 г.), за 1991–2000 гг. – 2,58 мг/л (от 1,17 (1994 г.) до 9,14 (1993 г.) мг/л) и за 2001–2010 гг. – 1,82 мг/л (от 1,21 (2004 г.) до 2,80 (2008 г.) мг/л). Ни в один год исследований содержание нитратов в атмосферных осадках не превышало 45 мг/л (см. табл. 2).

Среднегодовое (1981–2012 гг.) содержание ионов аммония в атмосферных осадках в центральной части Республики Беларусь составило 2,60 мг/л, за период 1981–1990 гг. – 1,90 мг/л (при минимальном его значении 0,81 мг/л (1983 г.) и максимальном 2,69 (1990 г.)), за 1991–2000 гг. – 2,19 мг/л (от 1,47 (1993 г.) до 2,76 (2000 г.) мг/л) и за 2001–2010 гг. – 3,34 мг/л (от 0,80 (2004 г.) до 6,82 (2010 г.) мг/л). Самые высокие его концентрации отмечались в весенний период (2,73 мг/л), затем в осенний (2,70 мг/л), летний (2,58 мг/л) и зимний (2,39 мг/л) периоды. При этом следует отметить, что превышение содержания ионов аммония в атмосферных осадках выше 5,0 мг/л наблюдалось в 1986 г. (март, май), 1990 г. (май, август), 2000 г. (сентябрь, октябрь), 2003 г. (август), 2006 г. (апрель), 2007 г. (сентябрь–декабрь), 2008 г. (январь–апрель, октябрь–декабрь), 2009 г. (январь–март, май–июнь), 2010 г. (январь–апрель, июль–декабрь), 2011 г. (май–декабрь), 2012 г. (апрель). Если сравнивать поступление аммонийного азота с атмосферными осадками по десятилетиям, то следует отметить, что за последние два десятилетия отмечалось его увеличение (в 1,15–1,76 раза) по сравнению с предыдущим периодом.

Динамика изменения нитратного и аммонийного азота в атмосферных осадках по годам исследований более наглядно представлена на рисунке.

Сравнительная оценка содержания нитратного и аммонийного азота в атмосферных осадках за период 1991–2000 гг. в г. Минске и в Речицком районе (см. табл. 2) свидетельствует, что среднегодовое количество нитратов в атмосферных осадках в юго-восточной части Республики



Среднегодовые концентрации нитратного и аммонийного азота в атмосферных осадках на лизиметрической станции, г. Минск, 1981–2012 гг.

Беларусь за этот период составило 3,96 мг/л, в г. Минске – 2,58 мг/л, аммонийного азота – 1,45 и 2,19 мг/л соответственно. Во все годы исследований в Речицком районе за указанный десятилетний период не наблюдалось превышения содержания нитратов в атмосферных осадках больше допустимых значений (45 мг/л), а по аммонийному азоту – его содержание выше 5,0 мг/л отмечалось только в 1991 г. в сентябре (5,03 мг/л) и в 1993 г. в декабре (5,03 мг/л).

Максимальные концентрации нитратов в атмосферных осадках в среднем за 32-летний период наблюдались в центральной части Республики Беларусь в летний период (2,35 мг/л), далее – в весенний (1,98 мг/л) и осенне-зимний периоды (1,55 и 1,50 мг/л). Аналогичная закономерность по распределению содержания нитратов в атмосферных осадках наблюдалась и за периоды 1991–2000 и 2001–2010 гг., а за период 1981–1990 гг. максимальные концентрации этого показателя (1,60 мг/л) отмечены в весенний период, далее – в зимний (1,49 мг/л), осенний (1,18 мг/л) и летний (0,94 мг/л).

В Речицком районе и в г. Минске (1991–2000 гг.) максимальная среднегодовая концентрация нитратов отмечалась в летний период, далее – в весенний. Близкие значения концентрации нитратов наблюдались в осенний и зимний периоды. Также установлено, что концентрации аммонийного азота в атмосферных осадках, выпадающих в Речицком районе, были в целом за 1991–2000 гг. ниже в 1,51 раза, а в весенний, летний и осенний – в 1,80, 2,08 и 1,92 раза соответственно по сравнению с аналогичным периодом и сезонами года в г. Минске. В зимний период их концентрации на обеих точках наблюдений находились в близких пределах (2,07 и 2,33 мг/л).

Фосфаты (PO_4^{3-}), калий (K^+), кальций (Ca^{++}) и магний (Mg^{++}). Предельно допустимая концентрация (ПДК) фосфатов для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, а также атмосферных осадков не установлена, в них нормируется только содержание полифосфатов. ПДК полифосфатов в воде составляет 3,5 мг/л в пересчете на PO_4^{3-} [23] и 1,1 мг/дм³ в пересчете на фосфор. ПДК веществ в атмосферных осадках по калию составляет 300 мг/л, кальцию – 200 мг/л, по магнию – 50 мг/л.

Наблюдения за содержанием фосфатов в атмосферных осадках в течение 32-летнего периода в г. Минске свидетельствуют, что их среднегодовое содержание было очень низким и находилось в пределах 0,01 (1986 г.) – 0,24 (2011 и 2012 гг.) мг/л. По сравнению с другими химическими элементами их концентрации были минимальными. При этом следует отметить, что в отдельные месяцы их в атмосферных осадках вовсе не отмечалось. В целом за 1981–1990 гг. содержание фосфатов составило 0,05 мг/л, за 1991–2000 гг. – 0,10 и за 2001–2010 гг. – 0,13 мг/л. В последние два года их содержание несколько увеличилось и в 2011–2012 гг. находилось на уровне 0,24 мг/л.

Если сравнивать поступление фосфатов с атмосферными осадками по сезонам года, то по средним данным за 1981–2012 гг. максимальное их количество отмечалось в летний период (0,144 мг/л), далее – в осенний (0,098 мг/л), а в последние два десятилетия – в летний (0,16–0,18 мг/л). Следует также отметить, что в юго-восточной части Республики Беларусь за период 1991–2000 гг. наблюдались более высокие среднегодовые концентрации фосфатов в атмосферных осадках как в целом за год (0,21 мг/л), так и по сезонам года (0,17–0,32 мг/л) по сравнению с аналогичными периодами в г. Минске (0,10 и 0,08–0,16 мг/л) (см. табл. 2).

Основными катионами щелочных и щелочно-земельных металлов, представленными в атмосферных осадках, являются катионы K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^+ . Известно, что источником ионов калия, кальция и магния в осадках являются минеральные компоненты аэрозолей, поступающих из почвы. Кальций может попадать в атмосферу также в виде карбонатной или гипсовой пыли.

Среднегодовая концентрация K^+ в г. Минске за период 1981–2012 гг. составила 1,60 мг/л (при минимальном значении – 0,37 (2007 г.) и максимальном – 7,28 (1997 г.) мг/л), за 1981–1990 гг. – 1,57, 1991–2000 гг. – 2,38 и 2001–2010 гг. – 0,90 мг/л (см. табл. 2).

Концентрация Ca^{2+} в атмосферных осадках в среднем за 1981–2012 гг. была значительно выше, чем концентрация калия, и составляла 5,44 мг/л (при минимальном значении – 0,57 (2000 г.) и максимальном – 21,11 (2003 г.) мг/л), за 1981–1990 гг. – 4,59, 1991–2000 гг. – 3,25 и 2001–2010 гг. – 9,10 мг/л (см. табл. 2).

Концентрация Mg^{2+} в атмосферных осадках в среднем за 1981–2012 гг. составила 0,77 мг/л и была в 2,1 раза ниже калия и в 7,0 раз ниже кальция. Минимальные ее значения находились на уровне 0,04 мг/л (1988 г.), максимальные – 2,55 (1982 г.) мг/л, за 1981–1990 гг. – 0,84, 1991–2000 гг. – 0,57 и 2001–2010 гг. – 0,92 мг/л (см. табл.2).

По средним данным за 1981–2012 гг. в г. Минске максимумы по содержанию калия в атмосферных осадках наблюдались в осенний (1,78 мг/л) и весенний (1,71 мг/л), далее – летний (1,57 мг/л) и зимний (1,34 мг/л) периоды. По кальцию отмечались несколько другие закономерности: максимум – в весенний (6,25 мг/л), далее – летний (5,69 мг/л), зимний (5,10 мг/л) и осенний (4,72 мг/л); по магнию – зимний (0,91 мг/л), весенний (0,89 мг/л), летний (0,69 мг/л) и осенний (0,59 мг/л). Необходимо также отметить, что наибольшие концентрации калия в осадках отмечались за период 1991–2000 гг., кальция и магния – за 2001–2010 гг.

В юго-восточной части Беларуси среднегодовая концентрация калия за период 1991–2000 гг. составила 2,35 мг/л (с максимумом в зимний (3,37 мг/л), далее – летний (2,43 мг/л), осенний (1,88 мг/л) и весенний (1,72 мг/л) периоды; кальция – 6,15 мг/л (максимум – весенний и осенне-зимний); магния – 1,05 мг/л (максимум – весенний, далее – летний и зимний). Сравнительная оценка данных показателей за период 1991–2000 гг. в центральной части и юго-восточной части республики свидетельствует, что концентрация калия в атмосферных осадках на обеих точках исследований находилась в близких пределах (2,38 и 2,35 мг/л), кальция и магния значительно различалась и составила: по кальцию – 3,25 и 6,15, по магнию – 0,57 и 1,05 мг/л соответственно (см. табл. 2).

Натрий и хлориды. Многолетними исследованиями показано, что концентрации хлор-иона в атмосферных осадках изменяются в зависимости от географического положения местности, сезонности года, количества выпавших осадков и других антропогенных факторов. Показано, что зимой наблюдается повышение концентрации натрия и хлоридов в атмосфере, обусловленное ухудшением метеорологических условий рассеяния примесей, увеличением количества промышленных выбросов, замедлением химических процессов трансформации веществ, при низкой температуре воздуха. По этим причинам в снежном покрове городов накапливается основная масса атмосферных поллютантов. Снежный покров обладает высокой сорбционной способностью и является наиболее информативным объектом при выявлении техногенного загрязнения атмосферы. Он аккумулирует и сохраняет в себе все загрязняющие атмосферу компоненты. Химический состав фильтра талого снега формируется в результате поступления с осадками различных химических элементов твердых пылевых частиц, оседающих из атмосферы, поглощения снежным покровом газов, водорастворимых аэрозолей и других элементов [36–37].

Согласно гигиеническим нормативам (2.1.5.10–21–2003), ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, величина ПДК по натрию составляет 200,0 мг/л, по хлоридам – 300 мг/л.

Среднегодовая концентрация натрия на лизиметрической станции г. Минск за период 1981–2012 гг. составила 1,07 мг/л (при минимальном значении – 0,25 (2008 г.) и максимальном – 3,00–2,98 (2010 и 1996 гг.) мг/л), за 1981–1990 гг. – 0,87, 1991–2000 гг. – 1,15 и 2001–2010 гг. – 1,11 мг/л.

Концентрация хлоридов в атмосферных осадках в среднем за 1981–2010 гг. составила 6,79 мг/л и была в 6,3 раза выше натрия. Минимальные его значения находились на уровне 1,34 (2001 г.), максимальные – 11,44 (2006 г.) мг/л, за 1981–1990 гг. – 5,52, 1991–2000 гг. – 4,63 и 2001–2010 гг. – 10,17 мг/л (см. табл. 2).

Сравнительная оценка данных показателей за период 1991–2000 гг. в г. Минске и Речицком районе свидетельствует, что концентрация натрия на первом объекте составила 1,15, на втором – 1,18 мг/л, хлоридов – 4,63 и 4,68 мг/л соответственно.

Проведенный анализ сезонного изменения содержания натрия (1981–2012 гг.) и хлоридов (1981–2010 гг.) в атмосферных осадках позволяет заключить, что максимальное содержание водорастворимых соединений натрия отмечалось в зимний (1,34 мг/л) и в весенний периоды (1,12 мг/л), а хлоридов – в весенний (8,55 мг/л) и зимний (7,28 мг/л). При этом наиболее высокие среднегодовые концентрации натрия в г. Минске характерны для периода 1991–2000 гг. (1,15 мг/л). За этот же период в Речицком районе этот показатель составил 1,18 мг/л с максимумом в зимний период.

Среднегодовые концентрации хлоридов в г. Минске были самые высокие (10,17 мг/л) в 2001–2010 гг., при этом максимальные их значения отмечались в весенний (13,91 мг/л) и летний (11,37 мг/л), далее – в зимний (8,97 мг/л) и осенний (6,43 мг/л) периоды (см. табл. 2).

Общая щелочность (гидрокарбонаты). Под щелочностью понимают способность некоторых компонентов, содержащихся в воде, связывать эквивалентное количество сильной кислоты. В атмосферных осадках щелочность зависит в основном от присутствия гидрокарбонатов щелочноземельных металлов и в меньшей степени от щелочных. Щелочность атмосферных осадков изменяется от количества выпадающих осадков и их интенсивности, сезонности года, географических условий местности, антропогенных факторов и т.д. Известно, например, что максимальные концентрации гидрокарбонатных ионов в атмосферных осадках в России на ст. Ухта (2005 г.) в сентябре составляли 73,77 мг/л, ст. Сыктывкар в январе – 25,38 мг/л, ст. Троицко-Печорск в марте – 24,84 мг/л [38]. В Республике Беларусь в 2007 г. гидрокарбонаты (HCO_3^-) в атмосферных осадках составляли: в Березинском заповеднике – 2,37 мг/дм³ (мг/л), г. Минске – 5,93, Березино – 3,09, Бобруйске – 10,83, Браสลаве – 15,01, Бресте – 4,42, Гомеле – 5,60, Гродно – 7,90, Жлобине – 8,68, Могилеве – 4,71, Мозыре – 2,75, Мстиславле – 5,23, Нарочи – 2,24, Новогрудке – 7,77, Орше – 6,47, Пинске – 7,29, Полоцке – 9,81 и Пружанах – 4,18 мг/дм³ [39].

В наших исследованиях среднегодовое за 12 лет (1989–2000 гг.) содержание гидрокарбонатов (HCO_3^-) в г. Минске на лизиметрической станции изменялось в пределах 2,69 (1996 г.) – 17,67 (1990 г.) мг/л, а в среднем за 1989–2000 гг. составило 10,44 мг/л (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Концентрация HCO_3^- в атмосферных осадках за 1989–2012 гг., лизиметрическая станция «Минск», мг/л

Месяц	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	Среднее
Январь	19,40	24,73	21,30	1,06	19,65	6,17	10,34	1,55	1,55	4,65	1,06	1,25	9,39
Февраль	8,57	29,03	9,59	3,17	4,92	8,76	6,20	0,52	0,89	6,21	3,17	3,08	7,47
Март	13,44	37,63	35,15	6,34	7,06	9,30	8,27	1,55	1,85	1,03	6,34	6,21	12,03
Апрель	7,24	33,33	1,07	11,61	5,61	4,14	12,41	1,46	1,74	5,60	11,61	10,45	9,50
Май	20,09	3,75	6,58	14,77	20,10	2,07	2,56	1,03	1,52	20,10	14,77	14,18	11,63
Июнь	17,92	20,04	13,16	18,28	11,34	3,10	5,17	3,62	3,62	11,32	18,28	17,35	11,93
Июль	19,55	6,34	17,93	17,20	6,91	4,14	9,30	5,69	2,07	6,91	17,20	17,15	10,87
Август	16,83	12,64	24,26	8,27	2,12	6,20	9,1	11,12	5,17	2,12	8,27	8,11	9,52
Сентябрь	4,88	3,70	24,26	33,60	14,84	5,85	12,92	2,58	6,20	14,84	33,60	25,16	15,20
Октябрь	1,09	7,39	14,78	12,41	12,16	6,20	4,14	0,56	2,58	12,21	12,41	10,13	8,01
Ноябрь	33,67	13,72	11,61	16,53	6,36	14,47	1,55	1,55	2,75	6,46	16,53	15,45	12,54
Декабрь	11,94	5,79	6,33	5,17	17,01	6,20	1,03	1,03	3,10	17,00	5,17	6,01	7,15
Среднее	15,10	17,67	15,50	12,37	10,67	6,38	6,92	2,69	3,47	9,04	12,37	11,21	10,44

Водорастворимое органическое вещество. По данным ряда исследователей, водорастворимые комплексы органических веществ обладают высокой миграционной способностью и оказывают существенное влияние на рост и развитие растений. Они способствуют переводу элементов питания в доступное для растений состояние, влияют на молекулярно-массовое распределение химических элементов в почвенных растворах и питательных смесях, регулируют поступление в растения органических и минеральных компонентов, оказывают прямое физиологическое действие на продуктивность растений, влияют на дыхательную активность почв и растений, участвуют в фотосинтезе, осуществляют фиксацию молекулярного азота, выполняют защитные функции почв и растений от загрязнения пестицидами, радиоактивными веществами и тяжелыми металлами [40–43]. Данные по содержанию водорастворимых органических веществ в атмосферных осадках в литературных источниках практически отсутствуют.

Изучение поступления соединений водорастворимых органических веществ (ВОВ) с атмосферными осадками проводили только в центральной части Республики Беларусь на лизиметрической станции Института почвоведения и агрохимии в период 1989–2012 гг. Установлено, что среднегодовое содержание водорастворимого органического вещества за годы исследований изменялось от 2,82 (1996 г.) до 17,60 (1990 г.) мг/л, а в среднем за 1989–2012 гг. составило 9,99 мг/л.

Среднегодовое поступление ВОВ за этот период составило 59,2 кг/га. Анализ сезонного изменения (1989–2012 гг.) содержания ВОВ в атмосферных осадках свидетельствует, что их концентрация в весенний, летний и осенний период была близкой и находилась в пределах 10,13–10,82 мг/л и снижалась в зимний период (8,77 мг/л). Наибольшее количество ВОВ поступало с атмосферными осадками в летний период (21,9 кг/га), далее – в осенний (14,7), а в зимний и весенний периоды его поступление было наименьшим и находилось в пределах 11,2–11,5 кг/га.

Если сравнивать последние два десятилетия (1991–2000 и 2001–2010 гг.), то следует отметить, что за период 2001–2010 гг. среднегодовая концентрация ВОВ была в 1,36 раза ниже (8,36 мг/л) по сравнению с 1991–2000 гг. (11,34 мг/л). Наибольшее количество ВОВ поступало с атмосферными осадками (1991–2000 гг.) в осенний период (18,3 кг/га), далее – летний (17,0), в зимний и весенний периоды – 10,8–10,9 кг/га, а в среднем за год составило 56,9 кг/га. Соответственно, за период 2001–2010 гг. максимальное количество ВОВ поступало с атмосферными осадками в летний период (22,9 кг/га), далее – в осенний (11,9), а в весенний и зимний периоды – 10,2–10,6 кг/га, в сумме составило 55,6 кг/га (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Содержание водорастворимого органического вещества в атмосферных осадках в зависимости от сезонов года в центральной части Республики Беларусь (г. Минск), 1989–2012 гг., мг/л

Сезон года	1989–2012 гг.		1991–2000 гг.		2001–2010 гг.	
	мг/л	кг/га	мг/л	кг/га	мг/л	кг/га
Весенний (март–май)	10,25	11,5	11,23	10,9	8,85	10,2
Летний (июнь–август)	10,82	21,9	11,45	17,0	9,58	22,9
Осенний (сентябрь–ноябрь)	10,13	14,7	12,84	18,3	7,50	11,9
Зимний (декабрь–февраль)	8,77	11,2	9,82	10,8	7,50	10,6
Среднее за год	9,99	59,2	11,34	56,9	8,36	55,6

Выводы

1. Химический состав атмосферных осадков в центральной части Республики Беларусь (г. Минск) значительно различался по годам исследований (1981–2012 гг.), а в среднем за эти годы был следующего состава: кислотность осадков (рН) – 7,14 ед., SO_4 – 11,13 мг/л, NO_3 – 1,84, NH_4 – 2,60, К – 1,60, Са – 5,44, Mg – 0,77, Na – 1,07, PO_4 – 0,104, Cl – 6,79 мг/л, ВОВ (1989–2012 гг.) – 9,99 мг/л.

2. Химический состав атмосферных осадков в юго-восточной части Республики Беларусь (Речицкий район, Гомельской области) в среднем за годы исследований (1991–2000 гг.) был следующего состава: кислотность осадков (рН) – 7,09 ед., SO_4 – 11,55 мг/л, NO_3 – 3,96, NH_4 – 1,45, К – 2,35, Са – 6,15, Mg – 1,05, Na – 1,18, PO_4 – 0,21, Cl – 4,68 мг/л. Для сравнения за этот период в г. Минске: кислотность осадков (рН) – 7,28 ед., SO_4 – 11,03 мг/л, NO_3 – 2,58, NH_4 – 2,19, К – 2,38, Са – 3,25, Mg – 0,57, Na – 1,15, PO_4 – 0,10 и Cl – 4,63 мг/л.

3. Минерализация атмосферных осадков в г. Минске в среднем за 1981–2012 гг. зависит от времени года:

наибольшее содержание сульфатов наблюдалось в зимний период, далее – в весенний и осенний и меньше всего в летний период;

максимальные концентрации нитратов – в летний период, далее – в весенний и осенне-зимний периоды;

аммонийного азота – в весенний период, далее – в осенний, летний и зимний;

калия – максимумы отмечались в осенний и весенний, далее – летний и зимний;

кальция – максимум в весенний, далее – летний, зимний и осенний;

магния – зимний, весенний, летний и осенний;

водорастворимых соединений натрия – максимальное содержание в зимний и весенний, а хлоридов – в весенний и зимний;

наибольшее количество ВОВ поступало с осадками в летний и осенний периоды.

4. В центральной и юго-восточной части Республики Беларусь не отмечено превышения ПДК по содержанию NO_3 , К, Са, Mg, Na, SO_4 , PO_4 , Cl, за исключением NH_4 , концентрация которого в отдельные годы была выше ПДК.

Литература

1. *Джанботаев, Р.* Поступление азота с атмосферными осадками и поливными водами на посевах хлопчатника / Р. Джанботаев // Тез. докл. – Пушино, 1989. – 19 с.
2. *Лопатовская, О. Г.* Химический состав атмосферных осадков г. Иркутска / О. Г. Лопатовская, М. А. Тугарина, О. В. Колтунова // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: тез. докл. Всерос. конф., Москва, 24–25 апр. 2002 г. / Рос. акад. с.-х. наук. – М., 2002. – С. 167–168.
3. *Кондратьев, И. И.* Сихотэ-Алинь как фактор, определяющий химический состав атмосферных выпадений в Сихотэ-алинском биосферном заповеднике / И. И. Кондратьев // 5-я Дальневост. конф. по заповедному делу: материалы конф., Владивосток, 12–15 окт. 2001 г. / ДВО РАН, Тихоокеан. ин-т географии. – Владивосток, 2001. – С. 148.
4. *Гульбинас, З.* Сравнительная характеристика химического состава атмосферных осадков на открытом месте и под лесной растительностью / З. Гульбинас // Regionine hidrometeorologija. – 1991. – N 14. – S. 80–85.
5. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 1992 г. / под общ. ред. В. Ф. Логинова. – Минск, 1994. – С. 30–31.
6. *Ruszkowska, M.* Bilans składników pokarmowych w doswiadczeniu lizymetrycznym (1985–1989). Bilans wapni, magnezu i siarki / M. Ruszkowska, S. Sykut, Z. Rebowska // Pamietnik pulawski. – Pulawy, 1993. – Z. 103. – S. 79–97.
7. *Gregson, S.* Cycling of Atmospheric Sulphur Between Crops and Soil / S. Gregson, D. Crawford // J. Sc. Food Agr. – 1985. – Vol. 36, N 4. – P. 265–266.
8. *Janek, M.* Wplyw drzewostanow iglastych na jakosc wod opadowych. 3. Dplyw depozytu do dna lasu w drzewostanach iglastych puszczy Augustowskiej / M. Janek // Prace inctytutu badawczego lesnictwa, Seria A. – 2002. – N 3. – S. 97–107.
9. *Kissevich, H. K.* Nitrogen migration in soils and water / Horvath K. Kissevich // 14th Intern. Congr. on irrigation and drainage. – 1990. – T. 1-A. – P. 123–136.
10. Interactions of atmospheric deposition with a mixed hardwood and a coniferous forest canopy at the Lake Clair Watershed (Duchesnay, Quebec) / D. Houle [et al.] // Canadian Journal of Forest Research. – 1999. – N 29. – P. 1944–1957.
11. *Сазоненко, О. П.* Состав и поступление химических веществ в почву с атмосферными осадками / О. П. Сазоненко, Г. В. Пироговская // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 1. – С. 89–100.
12. *Санец, Е. В.* Многолетняя динамика содержания сульфатов в атмосферных осадках в Беларуси / Е. В. Санец // Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2009. – Вып. 15. – С. 50–59.
13. *Санец, Е. В.* Химический состав атмосферных осадков и поверхностного стока в Минске / Е. В. Санец, Е. П. Овчарова, О. Е. Белькович // Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2009. – Вып. 16. – С. 39–48.
14. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2012. – Режим доступа: <http://hl.mail.ru.su/gcached>. – Дата доступа : 27.07.2012.
15. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2007 / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск, 2008. – 376 с.
16. *Какарека, С. В.* Химический состав атмосферных осадков / С. В. Какарека, Т. Б. Евстафьева // Природная среда Беларуси / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск, 2002. – С. 118–123.
17. *Белькевич, О. Е.* Исследование динамики атмосферных выпадений в городе Минске / О. Е. Белькович, В. Н. Чудук, Г. М. Бокая // Региональные проблемы экологии: пути решения: материалы IV Междунар. эколог. конф. – Новополоцк, 2007. – Т. 1. – С. 15–18.
18. Изучение динамики химического состава атмосферных осадков и снежного покрова на территории города Минска / С. В. Какарека [и др.] // Сахаровские чтения 2007 года: Экологические проблемы XXI века: материалы 7-й Междунар. науч. конф. – Минск, 2007. – С. 197.
19. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2012. – Режим доступа: <http://hl.mail.ru.su/gcached>. – Дата доступа : 16.08.2012.
20. Состояние природной среды Беларуси: эколог. бюл. 2003 г. / под общ. ред. В. Ф. Логинова. – Минск, 2003. – С. 52–53.
21. Динамика осадков, влагообеспеченность и урожайность сельскохозяйственных культур (на примере лизиметрической станции «Минск») / Г. В. Пироговская [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2004. – Вып. 33. – С. 53–63.
22. Осадки центральной части Республики Беларусь и потери питательных веществ из почв при возделывании сельскохозяйственных культур в севообороте (на примере лизиметрической станции «Минск») / Г. В. Пироговская [и др.] // География в XXI веке: проблемы и перспективы: материалы междунар. науч. конф., посвященной 70-летию географ. фак-та БГУ, Минск, 4–8 окт. 2004 г. – Минск, 2004. – С. 241–243.
23. *Новиков, Ю. В.* Методы исследования качества воды водоемов / Ю. В. Новиков, К. О. Ласточкина, З. Н. Болдина; под ред. А. П. Шицковой. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
24. Климат Беларуси / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Ин-т геол. наук АН Беларуси. – 1996. – 360 с.
25. *Логинов, В. Ф.* Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В. Ф. Логинов. – Минск: ТетраСистемс, 2008. – 495 с.
26. *Пироговская, Г. В.* Изменение климатических условий и их влияние на продуктивность сельхозкультур в Беларуси / Г. В. Пироговская // Наука и инновации. – 2013. – № 12 (130). – С. 61–65.
27. *Лавриненко, Р. Ф.* О содержании серы в атмосферных осадках / Р. Ф. Лавриненко // Труды ГГО. – Минск, 1968. – Вып. 2. – С. 87–91.
28. *Первунина, Р. И.* Кислотность атмосферных осадков и сульфаты / Р. И. Первунина, Т. И. Хромова, С. Г. Малахов // Загрязнение почв и сопредельных сред. – Минск, 1988. – Вып. 16 (133). – С. 20–24.
29. *Санец, Е. В.* Аэротехногенные потоки серы как фактор геохимической трансформации геосистем Беларуси: дис. ... канд. геогр. наук. / Е. В. Санец. – Минск, 2005. – 16 с.

30. Селезнева, Е. С. Вымывание осадками и баланс серы в атмосфере промышленного района / Е. С. Селезнева // Изв. АН СССР. Сер. физика атмосферы и океана. – 1979. – Т. 15. – № 4. – С. 408–417.
31. Kakareka, S. V. Deposition and Emission Fluxes of Acidifying Compounds on the Territory of Belarus / S. V. Kakareka // Water, Air and Soil Pollution. – 2001. – Vol. 130, N 1–4. – P. 523–528.
32. Особенности химического состава снежного покрова в г. Минске в зимний период 2006–2007 гг. / С. В. Какарека [и др.] // Сб. науч. тр. / Природопользование. – Минск, 2008. – Вып. 14: Природопользование и охрана окружающей среды. – С. 57–61.
33. Снежный покров как индикатор состояния атмосферного воздуха в системе социально-гигиенического мониторинга / О. П. Негрбов [и др.] // Вес. ВГУ. Сер. Химия. Биология. Фармация. – 2005. – № 2. – С. 149–153.
34. Хомич, В. С. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси / В. С. Хомич, С. В. Какарека, Т. И. Кухарчик; под ред. В. С. Хомича. – Минск: РУП Минсктиппроект, 2004. – 260 с.
35. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2014. – Режим доступа: <http://hl.mail.ru.su/mcached>. – Дата доступа : 05.05.2014.
36. Пироговская, Г. В. Содержание химических элементов в снежном покрове г. Минска / Г. В. Пироговская, С. С. Хмелевский // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – Вып. № 2 (39). – С. 246–254.
37. Хмелевский, С. С. Оценка загрязнения снежного покрова в городских условиях (на примере г. Минска) / С. С. Хмелевский // Проблемы озеленения крупных городов: материалы междунар. науч. конф., Москва, 28 февр. – 3 марта 2007 г. – Москва, 2007. – С. 205–206.
38. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2014. – Режим доступа: <http://hl.mail.ru.su/mcached>. – Дата доступа : 23.08.2013.
39. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2014. – Режим доступа: <http://hl.mail.ru.su/gcached>. – Дата доступа : 16.08.2012.
40. Карпухин, А. И. Экологические функции водно-растворимых органических веществ фульвокислотной природы / А. И. Карпухин // Гуминовые вещества в биосфере: Труды IV Всерос. конф., Москва, 19–21 дек. 2007. – СПб., 2007. – С. 30–34.
41. Варша, Г. М. Геохимическая роль гумусовых кислот в миграции элементов / Г. М. Варша, Т. К. Велюханова, И. Я. Кошечева // Гуминовые вещества в биосфере. – Москва, 1993. – С. 97–117.
42. Карпухин, А. И. Комплексные соединения органических веществ с ионами металлов / А. И. Карпухин, В. Г. Сычев. – Москва: Изд-во ВНИИА, 2005. – 180 с.
43. Карпухин, А. И. Комплексные соединения гумусовых кислот с ионами металлов в генезисе почв и питании растений / А. И. Карпухин, В. А. Касатиков. – Москва: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2007. – 238 с.

G. V. PIRAHOUSKAYA

CHEMICAL COMPOSITION OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN THE CENTRAL AND SOUTH-EAST REGIONS OF BELARUS

Summary

The paper presents the results of the research on the changes of the indices of the chemical composition of atmospheric precipitation (acidity, content of sulphate, nitrate, ammonium N, phosphate, potassium, calcium, magnesium, sodium, chloride, hydro carbonate and water soluble organic substance) in the Central (Minsk, 1981–2012) and South-east (“Podolesye” farm of Homel region, 1991–2000) parts of Belarus.

It's established that the chemical composition of atmospheric precipitation and its mineralization status change according to the amount of precipitation and seasons of the year.

УДК 635.652/654:631.5:631.8

В. М. БОСАК¹, У. У. СКАРЫНА², В. М. МІНЮК¹

АПТЫМІЗАЦЫЯ АГРАХІМІЧНЫХ ПРЫЁМАЎ ВЫРОШЧВАННЯ ФАСОЛІ АГАРОДНІННАЙ

¹Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт,
г. Мінск, Рэспубліка Беларусь, e-mail: bosak1@tut.by

²Беларуская дзяржаўная сельскагаспадарчая акадэмія,
г. Горкі, Рэспубліка Беларусь, e-mail: skorina@list.ru

(Паступіў у рэдакцыю 02.10.2013)

У Рэспубліцы Беларусь налічваецца больш за 100 відаў агароднінных культур, з якіх найбольш шырока вырошчваецца каля 70. Сярод агароднінных культур важкая роля належыць струкавым агароднінным культурам, у тым ліку фасолі [1–4].

Усяго існуе больш за 250 відаў фасолі, аднак на Беларусі пераважна вырошчваюць толькі два з іх – фасоль звычайную (*Phaseolus vulgaris* L.) і фасоль шматкветкавую (*Phaseolus multiflorus* Willd.).

Струкі і насенне агародніннай фасолі ўтрымліваюць да 30 амінакіслот, у тым ліку незаменныя амінакіслоты, пратэін, вугляводы, арганічныя тлустыя кіслоты, флаваніды, кумарыны і г. д. Агароднінная фасоль адрозніваецца таксама вялікім утрыманнем мінеральных рэчываў (кальцыю, фосфару, магнію, калію, натрыю), мікраэлементаў (медзі, цынка, жалеза, ёду і др.) і вітамінаў (С, Е, В₂, В₆, РР, правітамін А).

Пашырэнне плошчы вырошчвання струкавых агароднінных культур, у прыватнасці агародніннай фасолі, мае важнае значэнне для нашай краіны: харчовае (забеспячэнне жыхароў высакакаснымі прадуктамі харчавання), эканамічнае (забеспячэнне імпартазамышчэння), аграэхнічнае (увядзенне ў агароднінныя севазвароты струкавых культур, што павялічыць эфектыўнасць вырошчвання ўсіх агароднінных культур) і аграхімічнае (абагачэнне глебы сімбіятычна фіксаваным азотам, выкарыстанне ў якасці ўгнаення бацвіння і саломы агародніннай фасолі).

Атрыманне высокіх і ўстойлівых ураджаяў агародніннай фасолі са спрыяльнай якасцю таварнай прадукцыі немагчыма без прымянення навукова абгрунтаванай сістэмы ўгнаення [3–9].

Мэта даследавання – вызначыць уплыў выкарыстання мінеральных угнаенняў і рэгулятараў росту на ўраджайнасць і якасць агародніннай фасолі на дзярнова-падзолістай супясчанай глебе.

Аб'екты і метады даследавання. Даследаванні па вывучэнні ўплыву выкарыстання мінеральных угнаенняў і рэгулятараў росту на ўраджайнасць і якасць агародніннай фасолі сорту Магура праводзілі ў палявым доследзе на дзярнова-падзолістай супясчанай глебе ў Пінскім раёне Брэсцкай вобласці на працягу 2009–2011 гг.

Аграхімічная характарыстыка ворнага гарызонту даследуемай глебы мела наступныя паказчыкі: рН_{KCl} 5,9–6,2, утрыманне Р₂О₅ (0,2 М HCl) – 170–180 мг/кг, К₂О (0,2 М HCl) – 220–240 мг/кг, гумусу – 2,0–2,3 %, бору (Н₂О) – 0,5–0,6 мг/кг, медзі (1 М HCl) – 1,5–1,7 мг/кг, цынку (1 М HCl) – 4,1–4,3 мг/кг, марганцу (1 М KCl) – 0,4–0,6 мг/кг, молібдэну (аксалатны буфер) – 0,08–0,09 мг/кг глебы (індэкс аграхімічнай акультуранасці 0,92).

Схема доследу прадугледжвала кантрольны варыянт без выкарыстання ўгнаенняў, варыянты з прымяненнем перад пасевам пад культывацыю поўнага мінеральнага ўгнаення N_{30–70}P₄₀K₉₀ (карбамід, аманізаваны суперфасфат, хларысты калій), пазакаранёвую апрацоўку пасеваў у фазу бутанізацыі борнай кіслотой Н₃ВО₃ (300 г/га), малібдатам амонію (NH₄)₆Мо₇О₂₄ · 4Н₂О (100 г/га), вадкім комплексным угнаеннем для струкавых (ВКУ) N₅P₇K₁₀В_{0,15}Мо_{0,01} (10 л/га), а таксама рэгулятарами росту стымулюючага дзеяння эпін (50 мл/га), гідрагумат (2 л/га) і мальтамін (2 л/га).

Агрэхніка вырошчвання агародніннай фасолі – агульнапрынятая для Рэспублікі Беларусь. Вызначэнне якасных паказчыкаў ураджаю і разлік эканамічнай эфектыўнасці праводзілі згодна з зацверджанымі метадыкамі [6, 10, 11].

Вынікі і іх абмеркаванне. Як паказалі вынікі нашых даследаванняў, пэўны ўплыў на ўраджайнасць і якасць агародніннай фасолі сорту Магура ў фазу тэхналагічнай спеласці аказалі ўмовы надвор'я: у 2009 г. ураджайнасць струкоў у залежнасці ад доследнага варыянта склала 195,8–236,4 ц/га пры ўтрыманні сырога пратэіну 13,8–16,3 % (ГТК перыяду вегетацыі 1,7 пры сярэднім шматгадовым ГТК = 1,4); у 2010 г. – адпаведна 116,8–202,8 ц/га пры ўтрыманні сырога пратэіну 13,6–15,7 % (ГТК перыяду вегетацыі 1,6); у 2011 г. – 109,5–197,4 ц/га пры ўтрыманні сырога пратэіну 14,0–17,2 % (ГТК перыяду вегетацыі 1,1).

У сярэднім за тры гады даследаванняў прымяненне мінеральных угнаенняў $N_{30-70}P_{40}K_{90}$ павялічыла ўраджайнасць струкоў агародніннай фасолі ў фазу тэхналагічнай спеласці на 46,3–70,8 ц/га, утрыманне сырога пратэіну – на 1,6–2,6 % пры агульнай ураджайнасці струкоў ва ўгноеных варыянтах 190,5–211,5 ц/га, бацвіння – 160,1–181,1 ц/га, утрыманні сырога пратэіну 15,4–16,4 %, зборы сырога пратэіну 586,7–693,7 кг/га і аплаце 1 кг НРК 31,1–35,4 кг струкоў (табл. 1).

Т а б л і ц а 1. Ураджайнасць і якасць фасолі агародніннай у фазу тэхналагічнай спеласці ў залежнасці ад прымянення мінеральных угнаенняў і рэгулятараў росту, сярэдняе за 2009–2011 гг.

Варыянт вопыту	Струкі, ц/га	Прыбаўка, ц/га		Сыры пратэін, %	Збор сырога пратэіну, кг/га	Бацвінне, ц/га
		кантроль	фон			
Кантроль	140,7	–	–	13,8	388,3	118,1
$N_{30}P_{40}K_{90}$	190,5	49,8	–	15,4	586,7	160,2
$N_{30}P_{40}K_{90}+B$	201,2	60,5	10,7	15,6	627,7	169,0
$N_{30}P_{40}K_{90}+Mo$	200,1	59,4	9,6	15,8	632,3	168,1
$N_{30}P_{40}K_{90}+BKU$	204,7	64,0	14,2	15,9	650,9	172,3
$N_{30}P_{40}K_{90}+эпін$	200,9	60,2	10,4	15,6	626,8	169,0
$N_{30}P_{40}K_{90}+гидрагумат$	200,6	59,9	10,1	15,5	621,9	168,6
$N_{30}P_{40}K_{90}+мальтамін$	200,4	59,7	9,9	15,5	621,2	168,6
$N_{30}P_{40}K_{90}+BKU+эпін$	206,1	65,4	15,6	16,1	663,6	175,2
$N_{50}P_{40}K_{90}$	204,4	63,7	–	16,1	658,2	173,7
$N_{50}P_{40}K_{90}+BKU+эпін$	212,2	71,5	7,8	16,3	691,8	179,0
$N_{70}P_{40}K_{90}$	211,5	70,8	–	16,4	693,7	181,1
HR_{05}	7,4			0,5		6,8

Павелічэнне дозы мінеральнага азоту да N_{50} на фоне $P_{40}K_{90}$ забяспечыла істотную прыбаўку ўраджайнасці струкоў 13,9 ц/га; далейшае ўзрастанне дозы мінеральнага азоту да N_{70} садзейнічала толькі тэндэнцыі павелічэння ўраджайнасці струкоў на 7,1 ц/га.

Пазакаранёвая апрацоўка пасеваў агародніннай фасолі ў фазу бутанізацыі борнай кіслотой (H_3BO_3 – 300 г/га) на фоне $N_{30}P_{40}K_{90}$ павялічыла ўраджайнасць струкоў у фазу тэхналагічнай спеласці на 10,7 ц/га, малібдатам амонію ($(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ – 100 г/га) – на 9,6 ц/га, вадкім комплексным угнаеннем для струкавых ($N_5P_7K_{10}B_{0,15}Mo_{0,01}$ – 10 л/га) – на 14,2 ц/га пры агульнай ураджайнасці струкоў у варыянтах з выкарыстаннем мікраўгнаенняў 200,1–204,7 ц/га і ўтрыманні сырога пратэіну 15,6–15,9 %.

Пазакаранёвая апрацоўка пасеваў агародніннай фасолі ў фазу бутанізацыі рэгулятарам росту эпін (50 мл/га) на фоне $N_{30}P_{40}K_{90}$ павялічыла ўраджайнасць струкоў у фазу тэхналагічнай спеласці на 10,4 ц/га, рэгулятарам росту гідрагумат (2 л/га) – на 10,1 ц/га, рэгулятарам росту мальтамін (2 л/га) – на 9,9 ц/га пры агульнай ураджайнасці струкоў у варыянтах з выкарыстаннем рэгуляруючых прэпаратаў 200,4–200,9 ц/га і ўтрыманнем сырога пратэіну 15,8 %.

Комплексная апрацоўка пасеваў агародніннай фасолі ў фазу бутанізацыі вадкім комплексным угнаеннем для струкавых (10 л/га) і рэгулятарам росту эпін (50 мл/га) на фоне $N_{30}P_{40}K_{90}$ павялічыла ўраджайнасць струкоў у фазу тэхналагічнай спеласці на 15,6 ц/га і забяспечыла практычна аднолькавую ўраджайнасць з варыянтам $N_{50}P_{40}K_{90}$; на фоне $N_{50}P_{40}K_{90}$ павялічыла ўраджайнасць адпаведна на 7,8 ц/га і забяспечыла практычна аднолькавую ўраджайнасць з варыянтам $N_{70}P_{40}K_{90}$.

Агульная ўраджайнасць струкоў у фазу тэхналагічнай спеласці ў варыянтах з комплексным выкарыстаннем ВКУ і эпінна склала 206,1–212,2 ц/га пры ўтрыманні сырога пратэіну 16,1–16,3 %.

Здрабненне і заворванне бацвіння агародніннай фасолі (суадносіны струкі : бацвінне = 1 : 0,84–0,86) у якасці арганічнага ўгнаення ў нашых даследаваннях на дзярнова-падзолістай супясчанай глебе дазваляе ўносіць у глебу ў сярэднім за тры гады даследаванняў ад 23,6 да 36,2 ц/га сухога рэчыва, а таксама 28–64 кг/га азоту, 15–34 кг/га фосфару, 87–152 кг/га калію, 16–23 кг/га кальцыю і 13–20 кг/га магнію.

У сярэднім за тры гады даследаванняў утрыманне асноўных элементаў жыўлення ў струках агародніннай фасолі склала 2,21–2,62 % (N), 0,94–1,25 % (P₂O₅), 3,61–4,08 % (K₂O), 0,51–0,57 % (CaO), 0,60–0,62 % (MgO); у бацвінні – 1,19–1,76 % (N), 0,63–0,94 % (P₂O₅), 3,70–4,21 % (K₂O), 0,63–0,67 % (CaO), 0,54–0,56 % (MgO) (табл. 2).

Т а б л і ца 2. Утрыманне асноўных элементаў жыўлення ў струках і бацвінні фасолі агародніннай, % у сухім рэчыве, сярэдняе за 2009–2011 гг.

Варыянт вопыту	Струкі					Бацвінне				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Кантроль	2,21	0,94	3,61	0,57	0,61	1,19	0,63	3,70	0,67	0,56
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀	2,46	1,18	3,97	0,55	0,61	1,60	0,89	4,13	0,67	0,56
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + В	2,49	1,17	4,00	0,55	0,60	1,63	0,89	4,12	0,65	0,56
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + Мо	2,52	1,19	3,99	0,55	0,61	1,66	0,90	4,14	0,65	0,55
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + ВКУ	2,55	1,21	4,04	0,54	0,61	1,68	0,92	4,18	0,64	0,55
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + эпін	2,49	1,17	3,99	0,55	0,62	1,64	0,90	4,15	0,65	0,56
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + гідрагумат	2,48	1,17	3,99	0,55	0,62	1,64	0,90	4,14	0,65	0,56
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + мальтамін	2,48	1,17	3,99	0,54	0,61	1,63	0,90	4,14	0,64	0,55
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + ВКУ + эпін	2,57	1,22	4,05	0,55	0,61	1,71	0,94	4,20	0,64	0,55
N ₅₀ P ₄₀ K ₉₀	2,58	1,24	4,06	0,56	0,62	1,71	0,92	4,19	0,65	0,55
N ₅₀ P ₄₀ K ₉₀ + ВКУ + эпін	2,60	1,24	4,07	0,53	0,61	1,73	0,94	4,20	0,64	0,54
N ₇₀ P ₄₀ K ₉₀	2,62	1,25	4,08	0,51	0,60	1,76	0,94	4,21	0,63	0,54
НІР ₀₅	0,08	0,04	0,12	0,02	0,03	0,05	0,03	0,12	0,03	0,02

Удзельны (нарматыўны) вынас з 1 т струкоў і адпаведнай колькасцю бацвіння агародніннай фасолі, паказчыкі якога выкарыстоўваюцца для разліку доз угнаенняў у вытворчасці [5, 7, 9, 12], склаў 6,4–8,3 кг (N), 2,9–4,1 кг (P₂O₅), 13,4–15,4 кг (K₂O), 2,1–2,3 кг (CaO), 2,1–2,2 кг (MgO).

Выкарыстанне разнастайных аграхімічных прыёмаў у даследаваннях з агародніннай фасоллю забяспечыла атрыманне чыстага прыбытку 58,1–89,5 дал/га з рэнтабельнасцю 19–28 % (табл. 3).

Т а б л і ца 3. Эканамічная эфектыўнасць прымянення мінеральных угнаенняў і рэгуляраў росту пры вырошчванні фасолі агародніннай, сярэдняе за 2009–2011 гг.

Варыянт вопыту	Поўнае ўгнаенне		Мікраўгнаенні і рэгулятары росту	
	чысты прыбытак, дал/га	рэнтабельнасць, %	чысты прыбытак, дал/га	рэнтабельнасць, %
Кантроль	–	–	–	–
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀	58,1	19	–	–
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + В	82,5	29	24,4	61
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + Мо	71,5	25	13,4	30
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + ВКУ	84,6	28	26,5	45
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + эпін	80,1	28	22,0	54
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + гідрагумат	79,3	28	21,2	54
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + мальтамін	78,8	28	20,7	53
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀ + ВКУ + эпін	84,1	27	26,0	38
N ₅₀ P ₄₀ K ₉₀	82,2	27	–	–
N ₅₀ P ₄₀ K ₉₀ + ВКУ + эпін	88,7	26	6,5	16
N ₇₀ P ₄₀ K ₉₀	89,5	27	–	–

Асобнае выкарыстанне мікраўгнаенняў (борнай кіслаты, малібдата амонію) на фоне N₃₀P₄₀K₉₀ садзейнічала атрыманню чыстага прыбытку 13,4–24,4 дал/га з рэнтабельнасцю 30–61 %. У ва-

рыянце з прымяненнем вадкага комплекснага ўгнаення для струкавых чысты прыбытак аказаўся 26,5 дал/га пры рэнтабельнасці 45 %.

Асобнае прымяненне рэгулятараў росту стымулюючага дзеяння (эпіна, гідрагумата, мальтаміна) на фоне $N_{30}P_{40}K_{90}$ забяспечыла чысты прыбытак 20,7–22,0 дал/га з рэнтабельнасцю 53–54 %.

Комплекснае выкарыстанне рэгулятара росту эпін і вадкага комплекснага ўгнаення для струкавых на фоне $N_{30}P_{40}K_{90}$ садзейнічала атрыманню чыстага прыбытку 26,0 дал/га з рэнтабельнасцю 38 %, на фоне $N_{50}P_{40}K_{90}$ – адпаведна 6,5 дал/га і 16 %.

Вывады. У даследаваннях на дзярнова-падзолістай супясчанай глебе прымяненне мінеральных угнаенняў $N_{30-70}P_{40}K_{90}$ павялічыла ўраджайнасць струкоў агародніннай фасолі ў фазу тэхналагічнай спеласці на 49,8–70,8 ц/га, мікраўгнаенняў (борнай кіслаты, малібдата амонію, вадкага комплекснага ўгнаення для струкавых) – на 9,6–14,2 ц/га, рэгулятараў росту (эпіна, гідрагумата, мальтаміна) – на 9,9–10,4 ц/га, вадкага комплекснага ўгнаення для струкавых і эпіну (сумеснае выкарыстанне) – на 7,8–15,6 ц/га пры агульнай ураджайнасці струкоў ва ўгноеных варыянтах 190,5–212,2 ц/га і ўтрыманні сырога пратэіну 15,4–16,4 %.

Аптымізацыя аграхімічных прыёмаў пры вырошчванні агародніннай фасолі забяспечыла атрыманне чыстага прыбытку 6,5–89,5 дал/га з рэнтабельнасцю 16–61 %.

Літаратура

1. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород / отв. ред. В. А. Бейня; Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2012. – 205 с.
2. Лукьянец, В. Н. Овощные бобовые растения / В. Н. Лукьянец, Р. А. Боброва, Е. В. Федоренко. – Алматы: Алейрон, 2005. – 40 с.
3. Попков, В. А. Бобовые овощные культуры / В. А. Попков // Овощеводство. – Минск, 2011. – С. 985–998.
4. Фасоль спаржевая в Беларуси / А. И. Чайковский [и др.]. – Минск: Типография ВЮА, 2009. – 168 с.
5. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 s.
6. Возделывание фасоли овощной: отраслевой регламент // Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посевного материала: сб. отраслевых регламентов / В. Г. Гусаков [и др.]; НАН Беларуси, Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси. – Минск, 2010. – С. 134–145.
7. Применение удобрений при возделывании овощных культур: рекомендации / В. В. Скорина [и др.]. – Минск: БГТУ, 2012. – 16 с.
8. Современные технологии в овощеводстве / А. А. Аутко [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2012. – 490 с.
9. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
10. Агрохимия: практикум / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 368 с.
11. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – 24 с.
12. Методика определения потребности в минеральных удобрениях под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур на уровне района и области / В. И. Бельский [и др.]. – Минск: Ин-т экономики НАН Беларуси, 2006. – 44 с.

V. M. BOSAK, U. U. SKARYNA, V. M. MINYUK

OPTIMIZATION OF AGROCHEMICAL METHODS OF GREEN BEANS CULTIVATION

Summary

In the researches on sod-podzolic sandy loamy soil the application of mineral fertilizers $N_{30-70}P_{40}K_{90}$, microelements (boric acid, ammonium molybdate, liquid complex fertilizer) and growth regulators (epin, hydrohumate, maltamin) increases the yield of green beans by 19.05–21.22 dt/ha and raw protein content by 15.4–16.4%.

The optimization of agrochemical methods while cultivating green beans ensures the net income 6,5–89,5 \$/ha with the profitability 16–61 %.

УДК 633.11«324»:631.524.85(477.52/.54)

А. В. ЧЕРЕНКОВ, Н. С. ПАЛЬЧУК

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ И ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

*Институт сельского хозяйства степной зоны НААН Украины,
г. Днепропетровск, Украина, e-mail: inst_zerna@mail.ru*

(Поступила в редакцию 09.09.2014)

Введение. Погодные условия осенней вегетации являются одним из основных факторов, которые определяют уровень урожайности пшеницы озимой. Как отмечает ряд ученых, способность растений этой культуры развивать высокую зимо- и морозостойкость зависит прежде всего от биологических особенностей сорта и условий произрастания растений в осенний период [1].

В связи с изменениями погодно-климатических условий в степи Украины ежегодное периодическое чередование холодных кратковременных периодов существенно изменилось, характерной особенностью зимовки пшеницы озимой стали затяжные оттепели [2]. В результате этого частые амплитудные колебания температурных показателей приводят к изменениям физиологических процессов в растениях на протяжении зимнего периода, что имеет в отдельные годы отрицательные последствия для пшеницы озимой (*Triticum*). Непредвиденные расходы питательных веществ на поддержание жизнедеятельности во время оттепелей истощают растения, которые в это время начинают интенсивно дышать, возобновляют процессы вегетации и резко теряют закалку. Это приводит к снижению зимостойкости пшеницы озимой и увеличивает опасность ее вымерзания в случае значительного похолодания в дальнейшие периоды зимовки. Одним из решающих факторов сохранения устойчивости растений к низким температурам в зимний период является количество накопленных сахаров во время прохождения закалки. Вопросам зимостойкости пшеницы озимой уделяли внимание как украинские, так и зарубежные ученые [3–5]. По результатам проведенных ими исследований были сделаны обоснованные выводы, касающиеся морфобиологических особенностей растений разных сортов пшеницы озимой в зависимости от предшественников, которые определяют различный питательный режим и влияют на накопление разного количества органических веществ и растворимых углеводов в узлах кущения растений. В зависимости от погодных условий использование пластических веществ происходит достаточно неравномерно, поэтому к моменту возобновления весенней вегетации пшеница озимая, размещенная после непаровых предшественников, может находиться в значительно ослабленном состоянии [6, 7].

Несмотря на то что вопросам разработки системы защиты озимых культур от неблагоприятных условий перезимовки в свое время уделялось много внимания, имеющиеся экспериментальные данные по выращиванию современных сортов пшеницы озимой после различных предшественников на фоне существенных изменений погодно-климатических условий в северной степи Украины нуждаются в существенном дополнении.

Цель работы – изучение влияния предшественников на рост и развитие растений различных сортов пшеницы озимой в осенний период вегетации с последующим определением их зимостойкости.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2010–2013 гг. в опытном хозяйстве «Дніпро» Государственного учреждения «Институт сельского хозяйства степной зоны НААН Украины» в соответствии с общепринятыми методиками [8]. Цель работы заключалась

в изучении влияния погодных условий и предшественников на зимостойкость различных сортов пшеницы озимой. Выясняли влияние предшественников и погодных условий на накопление углеводов в узлах кущения растений различных по уровню интенсивности сортов и сохранность пшеницы озимой в зимний период.

Почвенный покров исследовательских участков представлен черноземами обыкновенными малогумусными полнопрофильными. Содержание гумуса в пахотном слое полнопрофильных черноземов колеблется в пределах 3,1–3,7 %. Содержание валового азота составляет 15–20 мг/кг (по Тюрину), подвижного фосфора – 100–150 мг/кг абсолютно сухой почвы, обменного калия – 60–120 мг/кг (по Чирикову). Реакция почвенного раствора близка к нейтральной, рН составляет 6,75.

В опыте высевали три сорта пшеницы озимой различных селекционных центров – Зира (ИСХСЗ, г. Днепропетровск); Заможність (СГИ, г. Одесса) и Розкишна (Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева, г. Харьков).

Предшественники – черный пар, соя, ячмень яровой. После уборки ячменя ярового и сои обработку почвы проводили в соответствии с методическими рекомендациями. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию в соответствии с существующими зональными рекомендациями. Посев пшеницы озимой проводили сеялкой СН–16 в рекомендованные для зоны оптимальные сроки: по черному пару – 20–25 сентября, после сои и ячменя ярового – 15–20 сентября. Опыты размещали систематическим методом в трёхкратной повторности. Площадь элементарной делянки составляла 60 м², учетной – 40 м². Содержание углеводов в абсолютно сухих растительных пробах определяли по методике (полумикрометодом) Лисицина–Бертрана. Для учета зимостойкости и сохранности растений в опыте по диагонали каждой делянки в двух несмежных повторениях выделяли постоянные фиксированные делянки по 0,25 м² в трёхкратной повторности, на которых учитывали количество растений на момент прекращения осенней вегетации и возобновления весенней вегетации. Статистическую обработку данных проводили на ПК методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [9].

Результаты и их обсуждение. Агрометеорологические условия осеннего периода вегетации за годы проведения исследований отличались значительной изменчивостью, что определенным образом сказалось на росте и развитии растений всех сортов пшеницы озимой. Наибольшая сумма осадков за период «сев – прекращение осенней вегетации» была отмечена, независимо от предшественников, в 2010 г. Так, по черному пару превышение средних многолетних значений составило 33,8 мм, после непаровых предшественников (соя и ячменя ярового) – 34,4 и 24,3 мм соответственно (рис. 1).

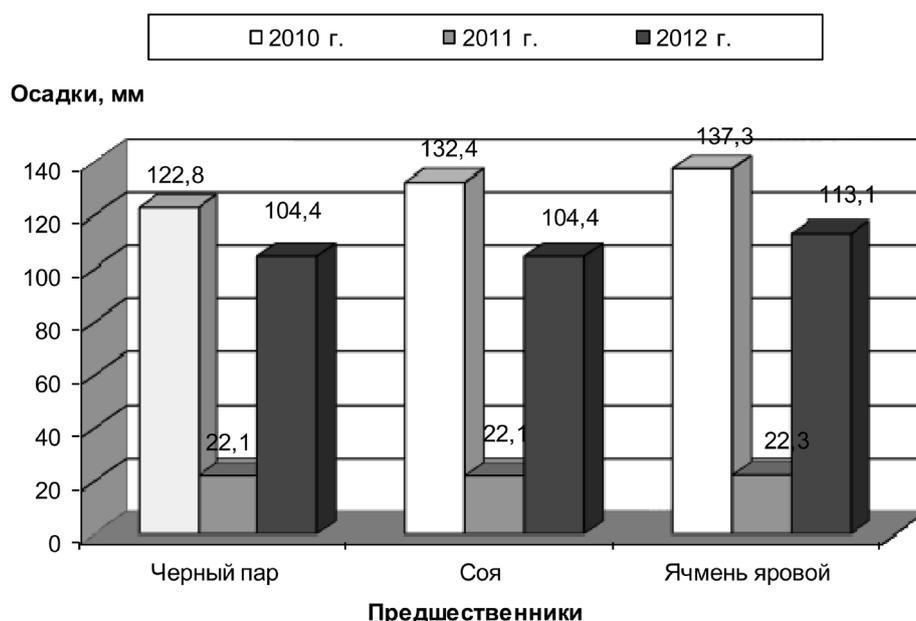


Рис. 1. Сумма осадков за период «сев – прекращение осенней вегетации», 2010–2012 гг.

Наименьшая сумма осадков была отмечена в 2011 г., за период от посева до прекращения осенней вегетации выпало всего лишь 22,1 мм при выращивании пшеницы озимой по черному пару и после сои, а после ячменя ярового – 22,3 мм, что было на 66,9; 75,9 и 90,8 мм соответственно меньше средней многолетней нормы. В 2012 г., наоборот, сумма осадков превышала многолетние показатели по черному пару на 15,4 мм, сое – 6,4 мм, а при посеве пшеницы после ячменя ярового она равнялась средней многолетней норме и составила 113,1 мм.

На рост и развитие растений, а также на накопление сахаров в узлах кущения у разных сортов пшеницы озимой значительно влияла температура воздуха и почвы. Сумма эффективных температур, которую получили растения за период «посев – прекращение осенней вегетации», значительно отличалась по годам в зависимости от предшественников. Так, в условиях 2010 г. наибольшее количество тепла получили растения на участках после ячменя ярового и сои – 308,8 и 275 °С соответственно. Эти показатели превышали средние многолетние значения на 27,8 и 1,3 °С, что объясняется более длительным периодом осенней вегетации пшеницы озимой, возделываемой по этим предшественникам. Для растений, выращенных на участках по черному пару, сумма накопленных эффективных температур (+5 °С) составила 219,1 °С, что на 9,3 °С меньше средней многолетней нормы. Наименьшее количество тепла получили растения пшеницы озимой в 2011 г.: при посеве по черному пару – 175,9 °С, после сои – 215,5 °С, ячменя ярового – 261,2 °С, что было ниже средней многолетней нормы на 52,4; 58,2, и 19,8 °С соответственно (рис. 2).

В 2012 г. пшеница озимая получила достаточное количество тепловых ресурсов, которые превышали средние многолетние показатели при севе по черному пару на 61,7 °С; после сои – на 41 °С и ячменя ярового – на 78 °С. Это свидетельствует о том, что в последние годы все чаще наблюдаются существенные изменения климата в сторону потепления и, следовательно, подтверждается актуальность поставленных на изучение вопросов. На протяжении всего периода исследований наиболее продолжительной осенняя вегетация была у пшеницы озимой, которая высевалась после ячменя ярового, и составляла в среднем 63 дня, после сои – 59 дней, а по черному пару – 55 дней. Наиболее длительным периодом осенней вегетации озимых был в 2010 г., он превышал средние многолетние значения на делянках с черным паром на 18 дней, а после сои и ячменя ярового – на 17 и 20 дней соответственно.

Известно, что морозо- и зимостойкость озимых культур зависит от условий их выращивания в осенний период, а также от степени их закалки при температуре близкой к 0 °С. Снижение интенсивности ростовых процессов в результате действия низких температур дает возможность растениям после завершения осенней вегетации накапливать в тканях определенные запасы углеводов, количество которых является главным условием успешной перезимовки [10, 11].

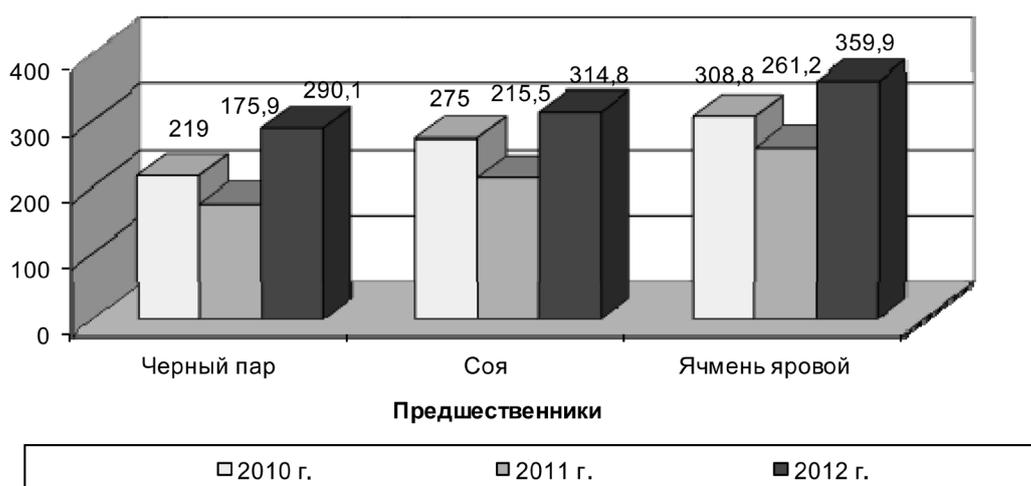


Рис. 2. Сумма эффективных температур (выше 5 °С), накопленных растениями пшеницы озимой за период осенней вегетации в зависимости от предшественников, 2010–2012 гг.

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что показатели динамики изменения количества углеводов в узлах кушения растений пшеницы озимой отличались в зависимости от предшественников, погодных условий и сортовых особенностей (табл. 1).

Так, растения всех сортов на делянках с черным паром на момент прекращения осенней вегетации в среднем накапливали наибольшее суммарное количество углеводов (моно- и дисахаров), их содержание в узлах кушения в зависимости от сорта колебалось в пределах 33,90–36,49 %. Это объясняется, как правило, уровнем влагообеспеченности растений и температурным режимом в позднеосенний период, что в целом и определяло хорошие условия прохождения закалки растений пшеницей озимой.

Т а б л и ц а 1. Динамика расхода углеводов различными сортами пшеницы озимой на протяжении зимнего периода, 2010–2012 гг., %

Предшественник	Сорт пшеницы	Прекращение осенней вегетации	Возобновление весенней вегетации	Расход углеводов за период покоя
Черный пар	Зира	36,49	26,07	10,41
	Заможность	33,90	24,93	8,97
	Розкишна	35,44	25,48	9,96
Соя	Зира	34,75	25,46	9,29
	Заможность	30,18	22,97	7,21
	Розкишна	32,09	23,79	8,30
Ячмень яровой	Зира	31,43	23,95	7,48
	Заможность	27,88	21,92	5,96
	Розкишна	29,34	22,66	6,68

Содержание сахаров в узлах кушения растений после непаровых предшественников (ячменя ярового и сои) у пшеницы озимой разных сортов различалось: Зира – 31,43–34,75 %, Заможность – 27,88–30,18 %, Розкишна – 29,34–32,09 %. Среди сортов пшеницы озимой наибольшее количество углеводов, независимо от предшественника, накапливали растения сортов Зира и Розкишна.

Как показывают исследования, количество растворимых углеводов в узлах кушения и листьях пшеницы озимой постепенно уменьшалось на протяжении зимы до момента возобновления весенней вегетации: чем равномерней был температурный режим в зимний период, тем меньше углеводов расходовали зимующие растения.

В годы проведения исследований на протяжении зимнего периода наибольшие расходы углеводов были отмечены у растений, которые возделывались по черному пару: Зира – 10,41 %, Заможность – 8,97 %, Розкишна – 9,96 %.

Разница в количестве израсходованных за зимний период углеводов существенно уменьшалась при размещении пшеницы озимой после сои и ячменя ярового и была меньшей по сравнению с черным паром: Зира – на 10,7–28,1 %, Заможность – 19,6–33,5 % и Розкишна – 16,6–32,9 %.

Исследованиями установлено, что растения всех изучаемых сортов на делянках с черным паром в период частых оттепелей во время перезимовки интенсивнее использовали углеводы на процессы дыхания.

Зимостойкость озимых зерновых культур обуславливается не только их генетической устойчивостью к низким температурам, но и комплексным действием различных неблагоприятных погодных факторов на растительные организмы. Анализ зимостойкости растений пшеницы озимой за годы проведения исследований показывает, что высокие результаты перезимовки были у всех сортов при размещении их после черного пара (Зира – 98 %, Заможность – 96 %, Розкишна – 97 %). Аналогичная тенденция наблюдалась и в отношении выживаемости побегов кушения: их сохранность у растений сорта Зира составляла 98 %, Заможность – 96 % и Розкишна – 97 % (табл. 2).

При размещении пшеницы озимой после сои зимостойкость растений сортов составляла: Зира – 96 %, Заможность и Розкишна – по 95 %, сохранность побегов – 94, 91, 95 % соответственно. При размещении пшеницы озимой после ячменя ярового количество сохранившихся растений по сравнению с черным паром в зависимости от сорта снижалось на 1,0–2,1 %. Это объясня-

Т а б л и ц а 2. Зимостойкость различных сортов пшеницы озимой в зависимости от предшественников, 2010–2012 гг.

Сорт пшеницы (фактор В)	Прекращение осенней вегетации		Возобновление весенней вегетации		Сохранность, %	
	Количество, шт/м ²				растений	побегов
	растений	побегов	растений	побегов		
<i>Предшественник – черный пар (фактор А)</i>						
Зира	420	1693	409	1625	98	96
Заможность	416	2211	401	2064	96	93
Розкишна	422	2436	411	2334	97	96
<i>Предшественник – соя</i>						
Зира	405	1489	387	1400	96	94
Заможность	401	1971	380	1792	95	91
Розкишна	411	2168	391	2053	95	95
<i>Предшественник – ячмень яровой</i>						
Зира	376	1269	354	1174	94	92
Заможность	372	1601	348	1467	93	91
Розкишна	380	1853	359	1728	94	93
НСР ₀₅ , %	Для предшественников (А)				1,0–2,1	1,1–2,4
	Для сортов (В)				1,2–2,2	1,4–2,3
	Для взаимодействия (АВ)				1,4–2,5	1,7–2,7

ется тем, что растения изучаемых сортов входили в зиму с меньшим количеством накопленных углеводов, поэтому в дальнейшем происходило снижение их зимостойкости и, следовательно, возрастала степень повреждения в зимний период.

Выводы

1. Гидротермические условия осеннего периода вегетации, предшественники и биологические особенности сортов пшеницы озимой оказывают существенное влияние на процессы закладки и зимостойкость растений. Так, в условиях северной степи Украины наиболее высоким уровнем выживания после перезимовки отличались растения всех изучаемых сортов пшеницы озимой при выращивании их после черного пара.

2. Количество сохранившихся растений и побегов после зимнего периода, особенно в неблагоприятные зимы, свидетельствует о разных уровнях зимостойкости исследуемых сортов. Наилучшими по зимостойкости оказались сорта Зира и Розкишна: гибель растений зимой в зависимости от предшественников составляла 4–8 и 4–9 % соответственно, тогда как у сорта Заможность – 7–9 %.

Литература

1. Адаменко Т. І. Агрокліматичні умови осінньої вегетації озимих зернових в Україні та їх вплив на стан і структуру посівів / Т. І. Адаменко // Агроном. – 2007. – № 3. – С. 13–21.
2. Адаменко, Т. І. Зміна агрокліматичних умов холодного періоду в Україні при глобальному потеплінні клімату / Т. І. Адаменко // Агроном. – 2006. – № 4. – С. 12–13.
3. Бондаренко, В. І. Зимовка озимих хлебов: метод. рекомендації о діагностуванні стану озимих посевов / В. І. Бондаренко, Н. І. Пистунов, В. В. Хмара. – Днепропетровск, 1972. – 81 с.
4. Кононенко, Л. А. Параметры адаптивности сортов и биотипов озимой мягкой пшеницы в условиях северо-востока Республики Беларусь / Л. А. Кононенко, С. В. Егоров, Н. А. Дуктова // Вест. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2012. – № 2. – С. 22–29.
5. Janmohammadi, M. Impact of cold acclimation, de-acclimation and re-acclimation on carbohydrate content and anti-oxidant enzyme activities in spring and winter wheat / M. Janmohammadi, V. Enayati, N. Sabaghnia // Icelandic Agricultural Sciences. – 2012. – N 25. – P. 3–11.
6. Стаценко, А. П. Влияние предшественников и сроков посева на морозостойкость озимой пшеницы / А. П. Стаценко, Г. Е. Гришин, В. В. Кошеляев // Нива Поволжья. – 2012. – № 1. – С. 55–57.
7. Бирюков, К. Н. Агротехнологические особенности возделывания новых сортов озимой пшеницы / К. Н. Бирюков, М. А. Фоменко, О. В. Беседина // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2013. – № 4. – С. 56–57.
8. Циков, В. С. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с зерновыми, зернобобовыми и кормовыми культурами / В. С. Циков; под ред.: В. С. Цикова, Г. Р. Пикуша. – Днепропетровск, 1983. – 46 с.

9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

10. Четверик, А. Н. Влияние сроков посева на морозостойкость, продуктивность и урожайность растений озимой пшеницы / А. Н. Четверик // Молодежь и инновации: материалы XI Междунар. науч. конф. студентов и магистрантов «Научный поиск молодежи XXI века», посвященной 170-летию БГСХА, Горки, 3–5 июня 2009 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. – 2009. – Ч. 1. – С. 240–241.

11. Задонцев, А. І. Зимостійкість, вологозабезпеченість та продуктивність озимої пшениці в Степу УРСР / А. І. Задонцев, В. І. Бондаренко, М. М. Повзик // Озима пшениця на Україні / за ред. С. М. Бугая. – К., 1965. – С. 12–14.

A. V. CHERENKOV, N. S. PALCHUK

**INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS AND FORE-CROPS
ON WINTER RESISTANCE OF DIFFERENT VARIETIES OF WINTER WHEAT
IN NORTHERN STEPPE OF UKRAINE**

Summary

The article presents the experimental data on the influence of weather conditions and fore-crops on winter resistance of different varieties of winter wheat in northern Steppe of Ukraine. It is noted that when the land was fallow the safety index of all the plants under study was the lowest: 98 % for Zira, 96% for Zamojnist, and 97 % for Rozkishna. It's explained by the optimal ratio of the vegetative mass and economical consumption of organic substances during the winter period. The significant influence of weather conditions and fore-crops on the growth of crops is established.

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА

УДК 636.2.082.2

М. П. ГРИНЬ

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ С ПОРОДОЙ МОЛОЧНОГО СКОТА

*Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству,
г. Жодино, Республика Беларусь, e-mail: nb_belniig@mail.ru*

(Поступила в редакцию 26.11.2014)

В молочном скотоводстве нашей страны белорусская черно-пестрая порода КРС является в настоящее время и сохранится в обозримом будущем практически единственным источником получения молока и мяса – говядины. Она была создана методом воспроизводительного скрещивания местного черно-пестрого скота с черно-пестрыми породами западно-европейской селекции и голштинской породой, апробирована и утверждена в качестве самостоятельной породы в 2001 г. В приказе № 534 Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь «Об утверждении белорусской черно-пестрой породы крупного рогатого скота» записано, что для дальнейшего совершенствования породы необходимо «...продолжить использование лучшего генофонда голштинской породы и черно-пестрых пород западно-европейской селекции» [1].

Разведение сельскохозяйственных животных, в том числе и молочного скота, опирается на достижения целого ряда теоретических дисциплин. Селекционеру необходимо учитывать данные о морфологии и физиологии животных, закономерностях онтогенеза, их воспроизводительной способности, а также разработки в области экономики и организации производства, однако ведущее значение для селекции имеет генетика. Из существующих методов изменения наследственности практическое значение имеет лишь использование комбинативной изменчивости как при чистопородном разведении, так и при межпородных скрещиваниях. Познание закономерностей комбинативной изменчивости возможно с помощью методов математической статистики, их используют в работе с популяциями сельскохозяйственных животных (породы, внутривидовые зональные типы, крупные стада) [2].

Для оценки состояния популяции молочного скота, как и других видов сельскохозяйственных животных, используют такие константы популяционной генетики, как изменчивость, повторяемость, наследуемость и корреляция признаков. Их широко применяют для прогнозирования эффекта племенной работы, разработки оптимальных вариантов программы крупномасштабной селекции на основе генетико-математического моделирования [3].

Цель исследования – оценка результатов использования генофонда голштинской породы для повышения продуктивных качеств скота белорусской черно-пестрой породы и разработка научно обоснованных методов дальнейшего ее совершенствования.

Объекты и методы исследования. Объект исследования – животные белорусской черно-пестрой породы и их «помеси», полученные от скрещивания с голштинской породой и выращенные в племхозах Беларуси, молочная продуктивность коров и мясные качества бычков различных генотипов. Методы исследования – экспериментальный (научно-хозяйственные опыты), популяционно-аналитический и генетико-математическое моделирование селекционного процесса.

Результаты и их обсуждение. Крупномасштабная селекция базируется на явлении аддитивного наследования, при котором свойства потомков определяются суммой доминантных генов,

полученных от родителей. В отличие от индивидуальной крупномасштабная селекция проводится в больших массивах скота. По отношению к отдельным животным и результатам отдельных спариваний методы крупномасштабной селекции неприменимы, но по отношению ко всей популяции они дают гарантированный эффект. Для повышения эффективности племенной работы с породной или зональной популяцией скота разрабатывают научно обоснованные программы селекции, моделируя с помощью ЭВМ множество вариантов, из которых выбирают оптимальный для внедрения в производство [3].

На основе результатов собственных исследований, отечественного и зарубежного опыта нами совместно с О. В. Саяновой разработана оптимальная программа крупномасштабной селекции скота белорусской черно-пестрой породы. Процессу оптимизации программы предшествовала оценка факторов, влияющих на эффективность племенной работы, также учитывали биологические особенности породной популяции, структуру организации селекции и экономические условия использования животных. Были учтены 32 селекционно-генетических и 9 экономических факторов. В качестве переменных факторов при моделировании различных вариантов программы принимали следующие: 1) количество отцов ремонтных бычков; 2) количество «эффективных» дочерей, используемых для оценки быка по качеству потомства; 3) банк долговременного хранения спермы от проверяемых быков; 4) период использования спермы отобранных быков для осеменения коров и телок.

Путем варьирования одним или двумя переменными факторами при фиксированном значении остальных разработан оптимальный вариант программы крупномасштабной селекции скота белорусской черно-пестрой породы, реализация которого обеспечивает высокий темп генетического прогресса популяции по продуктивности животных и существенный экономический эффект (табл. 1). Согласно этому варианту программы, необходимо ежегодно отбирать на госплемпредприятиях республики по 6 быков-улучшателей и проводить заказные спаривания с 1200 потенциальными матерями будущих быков, по результатам этой работы получать 478 лучших по происхождению бычков для ремонта стад быков-производителей на ГПП.

Т а б л и ц а 1. Основные показатели и их значения оптимального варианта программы крупномасштабной селекции скота белорусской черно-пестрой породы

Показатель	Значение
Число отцов-быков в популяции, гол.	6
Количество ремонтных бычков, гол.	478
Браковка бычков по развитию, %	10
Браковка бычков по воспроизводительным качествам, %	10
Количество проверяемых по потомству бычков, гол. в год	378
Количество «эффективных» дочерей в расчете на одного проверяемого быка, гол.	50
Банк спермы от одного быка, тыс. доз	40
Число быков, отобранных по результатам оценки по качеству потомства, гол.	128
Доля популяции коров и телок, осемененных спермой быков-улучшателей, %	95
Генетический прогресс по удою (на корову в год), кг	41,8
Темп генетического улучшения популяции по удою, %	1,7
Рентабельность программы, %	37,8

После поэтапной оценки по развитию и воспроизводительной способности 387 лучших быков ставят на проверку по качеству потомства. Спермой проверяемых быков осеменяют 90 тыс. коров (20 % активной части популяции), что позволит провести оценку их племенной ценности по 50 «эффективным» дочерям. За время проверки быков по качеству потомства от каждого из них заготавливают по 40 тыс. доз глубокозамороженного семени. По результатам проверки отбирают 128 лучших быков для массового осеменения коров и телок в хозяйствах республики. Реализация программы обеспечивает ежегодный генетический прогресс породной популяции по удою на уровне 42 кг молока от коровы в год. Темпы генетического ее улучшения по удою составляют 1,7 % в год, что соответствует параметрам генетического тренда в европейских популяциях молочного скота.

Такая система организации племенной работы с породой обеспечивает гарантированное улучшение наследственных качеств животных всей популяции. Однако для ее реализации необходимы два основных условия. Первое – выращивание ремонтного молодняка на высоком уровне, живая масса к 16–18-месячному возрасту: телок – 410 кг, бычков – 550 кг. Можно использовать самых ценных производителей, применять самый строгий отбор животных, но если ремонтные телки будут недоразвиты, поздно осеменены, то все остальные мероприятия будут лишь пустой тратой средств и времени. Второе – хорошо налаженный племенной учет, без которого невозможны ни правильная оценка племенной ценности, ни отбор животных.

Важнейшей задачей селекционно-племенной работы с породой молочного скота является формирование типа животных, способных в оптимальных технологических условиях оплачивать потребляемые корма наибольшим выходом молока при сохранении здоровья и воспроизводительных качеств на протяжении 4–5 лактаций и более. Эта работа сосредоточена в специализированных племенных хозяйствах, которые по своему назначению аналогичны инструментальному цеху завода. Их обязанность – производить высококлассный племенной молодняк с устойчивой наследственностью. Молоко или мясо для них второстепенная, хотя и важная, продукция, которую проще и дешевле можно производить в специализированных товарных хозяйствах. Игнорирование этого принципа, загрузка племенных хозяйств производством товарной продукции и чрезмерное расширение их за счет присоединения соседних товарных хозяйств нередко приносило большой ущерб племенной работе. Надо помнить, что без эффективной работы племенных хозяйств невозможно улучшение всего массива породы в товарных хозяйствах.

Основной метод работы в племхозах заключается в индивидуальной селекции, базирующейся на выявлении племенной ценности каждого животного и достижении прогрессивных сдвигов в потомстве за счет запланированных спариваний. При углубленной индивидуальной селекции, наряду с аддитивным наследованием признаков, используется и неаддитивное, зависящее от неаллельных взаимосвязей в геноме, а также от некоторых других явлений, нарушающих промежуточный характер наследования признаков. Наряду с отбором большое значение имеет подбор родительских пар, т. е. научно обоснованная система спариваний, рассчитанная на получение потомства, приближающегося к заранее намеченным требованиям [2].

Известно много случаев, когда производители оказывали влияние на формирование не только высокопродуктивных стад, но и пород. Умелым подбором влияние таких производителей удается поддерживать на протяжении нескольких поколений, создавая родственные группы и заводские линии высокопродуктивного скота. К таким производителям можно отнести, например, родоначальника заводской линии Банга Рейндера БЧП-464 в белорусской черно-пестрой породе. Подтверждением сказанному являются данные о молочной продуктивности коров-первотелок этой линии в племзаводе «Красная звезда» Клецкого района (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Молочная продуктивность коров-первотелок заводской линии Банга Рейндера БЧП–464 по поколениям отбора в племзаводе «Красная звезда»

Поколение отбора быков	Количество		Удой за 305 дней или укороченную лактацию, кг		по стаду первотелок	Превышение средней по стаду первотелок	
	быков	их дочерей	дочерей			кг	стандартное отклонение
			$M \pm m$	σ			
Сыновья	3	39	4175±143	894	4051	124	0,14
Внуки	4	35	4707±134	795	4444	263	0,33
Правнуки	2	20	4436±187	838	4126	310	0,37
Праправнуки	3	56	5119±138	1031	4647	472	0,46

Удои коров линии Б. Рейндера по отношению к средним по стаду сверстниц с увеличением дистанции от родоначальника возрастают от первого до четвертого поколения отбора быков. Это достигнуто за счет использования системы целенаправленного подбора при инбридингах и кроссах, позволившей не только сохранить, но и усилить положительные качества родоначальника линии. В каждом поколении отбора коэффициенты генетического сходства быков с Б. Рендером выше теоретически ожидаемых на 5,0–10,6 %.

Специализация скотоводства требует и определенной специализации пород. Если в мясном скотоводстве высокий уровень специализации не вызывает сомнений, так как никакой другой продукции, кроме мяса, от животных не получают, то в молочном скотоводстве дело обстоит иначе. Ведь в любом стаде ежегодно получают от каждых 100 коров по 40–45 бычков, которых затем выращивают на мясо. Кроме того, из стада ежегодно выбраковывают в расчете на 100 коров до 10 худших по развитию телок и 23–25 старых, яловых или низкопродуктивных коров. Значит уровень развития мясной продуктивности скота молочной породы не может быть безразличным для специалистов, работающих с данной породой.

Этим положением мы руководствовались при разработке методики выведения белорусской черно-пестрой породы. На первом этапе работы в научно-хозяйственных опытах было установлено, что с увеличением кровности по голштинской породе при полноценном кормлении животных молочная продуктивность повышается, а мясная – снижается. В опыте, проведенном на первотелках различных генотипов при уровне их кормления, составляющем 5,4–5,8 тыс. к. ед. в расчете на одно животное за год, выявлено, что удой коров черно-пестрой породы по первой лактации составил 4516 кг молока с содержанием жира 3,75 % и белка 3,2 %, полукровных по голштинской породе – 5081 кг, 3,81 и 3,16 %, а 3/4-кровных – 5421 кг, 3,74 и 3,08 % соответственно. От чистопородных голштинских первотелок было получено по 5654 кг молока жирностью 3,77 % и содержанием белка 3,15 %.

Экспериментальные данные о том, что с повышением кровности по голштинской породе увеличивается молочная продуктивность коров подтверждаются и аналитическими исследованиями, выполненными по материалам зоотехнического учета госплемзавода «Красная звезда» Клецкого района. Для анализа использованы данные о продуктивности коров-первотелок, лактировавших в 2008–2010 гг. на ферме «Центр», т. е. находившихся в сходных условиях кормления и содержания.

Т а б л и ц а 3. Молочная продуктивность коров различной кровности по голштинской породе в ГПЗ «Красная звезда» (первая лактация)

Кровность по голштинам, %	Кол-во коров	Удой, кг	Содержание жира		Содержание белка		Жир + белок, кг	Сервис-период, дней
			%	кг	%	кг		
1/2	38	7850	4,43	348	3,19	249	597	134
3/4	29	8268	4,29	353	3,20	265	618	138
7/8	43	8419	4,33	365	3,13	264	629	126
15/16	130	8411	4,30	362	3,16	266	628	149

Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что в условиях кормления, обеспечивающих высокую продуктивность коров уже по первой лактации, наилучшие показатели получены от животных, 7/8-кровных по голштинской породе (доля крови – 87,5 %). По продукции молочного жира и белка они превосходят полукровных на 32 кг, или на 5,4 %, 3/4-кровных – на 11 кг, или на 1,8 %. Однако при этой продуктивности продолжительность сервис-периода у коров всех четырех групп высокая (126–149 дней).

Сходная закономерность в изменении молочной продуктивности коров под влиянием голштинизации выявлена и в САО «Нива» Шкловского района, где уровень их кормления колебался по годам от 48 до 62 ц к. ед. на корову в год. На примере этого хозяйства установлено, что высококровные по голштинской породе животные в большей мере реагируют на снижение уровня кормления (табл. 4). Так, при снижении уровня кормления коров на 12,8 % (2000 г. к 1999 г.) удои полукровных коров снизились на 7,8 % (343 кг), а 7/8- и 15/16-кровных – на 10,6 и 12 % (508 и 574 кг) соответственно. Разница в удоях высококровных коров за лучший год (1999 г.) и худший (2000 г.) статистически достоверна ($P < 0,05$).

Использование быков голштинской породы оказывает негативное влияние на мясную продуктивность потомства. В научно-хозяйственном опыте, проведенном на четырех группах бычков, установлено, что животные голштинской породы уступают сверстникам черно-пестрой по выходу туши, убойному выходу и выходу мяса в туше (табл. 5). С увеличением кровности по голштинам показатели названных признаков приближаются к животным голштинской породы.

Т а б л и ц а 4. Изменение показателей молочной продуктивности коров различной кровности по голштинам под влиянием снижения уровня кормления

Кровность по голштинам	Кол-во коров	1999 г. (5480 к. ед.)			2000 г. (4778 к. ед.)		
		удой, кг	жир, %	жир, кг	удой, кг	жир, %	жир, кг
1/2	25	4374	3,76	164	4031	3,84	155
3/4	81	4793	3,77	181	4285	3,83	164
7/8	64	4728	3,76	178	4168	3,80	158
15/16	37	4800	3,80	182	4226	3,79	160

Т а б л и ц а 5. Результаты контрольного выращивания и убоя подопытных бычков

Показатель	Порода			
	черно-пестрая	голштинская	1/2-кровные	3/4-кровные
Живая масса, кг:				
при рождении	29,8	34,2	29,2	30,5
в 17 мес	433	435	448	446
Масса туши, кг	251	233	242	261
Выход туши, %	57,2	54,6	55,6	55,3
Убойный выход, %	59,4	56,9	58,1	57,7
Выход мяса в туше, %	78,9	76,4	78,0	77,3

Аналогичные результаты были получены и в работе станции по контрольному выращиванию бычков на базе ОПХ «Будагово». По потомкам ($n = 62$) 9 бычков черно-пестрой породы убойный выход составил 54,0 %, выход мяса – 80,4 %, а по потомкам ($n = 58$) 8 бычков голштинской породы – 52,9 и 79,8 % соответственно.

В последние 10–15 лет сперма бычков голштинской породы широко используется для искусственного осеменения коров и телок в хозяйствах всех категорий. Осуществляется по существу поглотительное скрещивание с белорусской черно-пестрой породой. Повсеместно формируется узкоспециализированный молочный тип скота, более требовательный к условиям жизни.

Использование генофонда голштинской породы в активной части популяции скота белорусской черно-пестрой породы способствовало увеличению генетического потенциала молочной продуктивности коров в племхозах до 9–10 тыс. кг молока за лактацию. За счет этого и комплекса общехозяйственных мероприятий во многих хозяйствах нашей страны созданы стада коров со средней продуктивностью на уровне 7–8 тыс. кг молока от коровы в год. Вместе с этим возникли новые проблемы, тормозящие дальнейшее развитие молочного скотоводства как на уровне хозяйства, так и в целом по республике: сокращение сроков производственного использования коров; болезни, из-за которых осуществляется более 50 % выбраковки коров и ограничивается реализация племенного молодняка; снижение воспроизводительной способности животных, тормозящее расширенное воспроизводство стада. По данным отчетов о бонитировке скота, средний срок использования коров в базовых хозяйствах равен лишь 2,3 лактации.

В расчете на 100 коров выход телят за 2012 г. по хозяйствам республики составил 78 % с колебаниями по областям от 74 % по Брестской до 83 % по Гродненской. Сходное положение с выходом телят имеет место и в хозяйствах Российской Федерации, где широко и давно (25–30 лет) используется генофонд голштинской породы [4]. Так, за 2010 г. в хозяйствах Ленинградской области получено в расчете на 100 коров по 71, Московской – по 70 телят.

Заключение. Для генетического улучшения скота белорусской черно-пестрой породы используется генофонд (быки, их сперма, телки, эмбрионы) голштинской породы. Анализ результатов использования показывает, что при полноценном кормлении с увеличением кровности по голштинской породе молочная продуктивность животных повышается, а мясная – снижается. При высоком уровне кормления животных во все периоды выращивания и использования коровы с кровностью по голштинам в пределах 75,0–87,5 % уже по первой лактации способны к продуктивности 8,2–8,4 тыс. кг молока. При несбалансированном кормлении животных молочная

продуктивность существенно не увеличивается, снижается воспроизводительная способность коров (возрастает продолжительность сервис-периода и межотельного периода, уменьшается выход телят в расчете на 100 коров) и, как следствие, сокращается срок их использования.

В активной части популяции скота белорусской черно-пестрой породы необходимо создавать свои заводские линии и на их основе формировать специализированный молочный тип скота, хорошо адаптированного к природно-климатическим и хозяйственным условиям республики. Нежелательно при этом проводить поглотительное скрещивание, достаточно получать животных с кровностью по гоштинам в пределах 75,0–87,5 %. В связи с тем, что в процессе голштинизации мясная продуктивность животных снижается, а специализированное мясное скотоводство до сих пор не получило широкого распространения, целесообразно в белорусской черно-пестрой породе формировать внутривидовый тип скота с хорошей молочной и мясной продуктивностью. Это означает, что в породе необходимо иметь два внутривидовых типа: молочный и молочно-мясной.

Литература

1. Об утверждении белорусской черно-пестрой породы крупного рогатого скота : Приказ М-ва сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь, 27 дек. 2001 г., № 534. – Минск, 2001. – 13 с.
2. Улучшение породных и продуктивных качеств скота / Ф. Ф. Эйсер [и др.] ; под ред. Ф. Ф. Эйснера. – Киев, 1979. – 216 с.
3. Крупномасштабная селекция в животноводстве / Н. З. Басовский [и др.] ; под ред. Н. З. Басовского. – Киев, 1994. – 374 с.
4. Кузнецов, В. М. Разведение по линиям и голштинизация: методы оценки, состояние и перспективы / В. М. Кузнецов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2013. – № 3. – С. 25–73.

M. P. GRIN

METHODICAL BASES OF SELECTION AND BREEDING WORK WITH THE BREED OF DAIRY CATTLE

Summary

The paper deals with the main results of different methods of using Holstein breed to improve the genetic potential of the productivity of animals of the Belarusian black and white breed on breeding farms and at the population level. The best variant of a large-scale selection with the Belarusian breed and possible efficiency of its use are presented. The directions and methods for further improvement of the breed are identified.

УДК 636.2.082.265

И. Г. ЗУБКО¹, Л. А. ТАНАНА², И. С. ПЕТРУШКО¹

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА,
ПОЛУЧЕННОГО ПРИ СКРЕЩИВАНИИ КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ
С БЫКАМИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПОРОД**

¹*Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству,
г. Жодино, Республика Беларусь, e-mail: belniig@tut.by*

²*Гродненский государственный аграрный университет,
Республика Беларусь*

(Поступила в редакцию 09.09.2014)

В развитых странах мира развитие мясного скотоводства является наглядным примером того, что производство говядины от специализированных мясных пород скота – не просто выгодный, но и перспективный путь развития животноводства. Высокая конкурентноспособность мясной отрасли обусловлена несколькими экономическими факторами: дифференцированными ценами на мясо различного качества и преимуществом говядины перед другими видами мясного сырья, которое заключается в простых технологиях содержания мясного скота, дешевых кормах и низких затратах труда [1, 2].

Одним из путей решения проблемы увеличения производства говядины в Республике Беларусь является развитие мясного скотоводства. В соответствии с поручением Президента Республики Беларусь проводится крупномасштабная работа по развитию мясного скотоводства во всех регионах республики. Беларусь располагает благоприятными природно-климатическими, географическими условиями, наличием достаточного количества лугов и пастбищ, окультуренных кормовых угодий, способствующих интенсивному развитию в нашей стране мясного скотоводства [3, 4].

Качество и пищевая ценность говядины во многом определяются породой, разводимой для этой цели [5]. Говядина имеет высокие вкусовые, питательные и кулинарные свойства и относится к наиболее ценным диетическим продуктам питания [6, 7].

В Республике Беларусь плановыми специализированными породами крупного рогатого скота являются герефордская, абердин-ангусская, лимузинская и шароле. Наибольший интерес, с нашей точки зрения, для использования в сельскохозяйственном производстве представляют животные герефордской и абердин-ангусской пород, поскольку скороспелость и высокие мясные качества являются основными достоинствами этих животных. Мясо у них «мраморное», тонковолокнистое, сочное, обладает хорошими пищевыми и кулинарными достоинствами. В странах с развитым мясным скотоводством выращивание быков мясных пород и их помесей является экономически выгодным, поскольку имеется спрос на высококачественную говядину [2, 5].

Цель исследований – определение эффективности выращивания молодняка черно-пестрой породы и ее помесей с быками герефордской и абердин-ангусской пород.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2012–2013 гг. в СПК «Русь-Агро» Дятловского района Гродненской области. Нами был поставлен научно-хозяйственный опыт, для которого были отобраны три группы животных (по 10 гол. в каждой): быки черно-пестрой породы (I группа, контроль), герефорд × черно-пестрые (II группа, опытная) и абердин-ангусс × черно-пестрые (III группа, опытная). Животные от рождения до убоя содержались и выращивались по технологии, принятой в молочном скотоводстве. Содержание животных было беспривязным, кормление всех групп быков осуществлялось одинаково и соответствовало тех-

нологии, принятой в хозяйстве. Контрольный убой подопытных быков проводили на ОАО «Сло- нимский мясокомбинат» в 18-месячном возрасте. Для убоя было отобрано по 5 животных из каждой группы. Мясную продуктивность оценивали по съёмной, предубойной живой массе, убойной массе и убойному выходу, морфологическому составу полутуш и соотношению есте- ственно-анатомических частей полутуш подопытных быков. Расчет экономической эффек- тивности выращивания молодняка различных генотипов был осуществлен на основе получения продукции выращивания от помесных быков по сравнению с животными контрольной группы. Цифровой материал обработан методом вариационной статистики по П. Ф. Рокицкому [8].

Результаты и их обсуждение. Убойные качества животных определяются комплексом коли- чественных признаков, каждый из которых имеет свои селекционно-генетические особенности. Основными характеристиками убойных показателей животных являются: масса парной туши, выход туши, выход и масса внутреннего сала, убойные масса и выход.

Полученные в результате убоя данные (табл. 1) свидетельствуют о том, что туши герефорд × черно-пестрых и абердин-ангусс × черно-пестрых быков имели более хорошо выполненную та- зобедренную, мускулистую поясничную, спинную и прекрасно развитую грудную части, чем туши быков черно-пестрой породы. Так, при убое подопытных животных значительное преиму- щество по вышеобозначенным показателям наблюдалось у герефорд × черно-пестрых помесей: они превосходили сверстников черно-пестрой породы по предубойной живой массе на 27,2 кг, или 5,0 %, а абердин-ангусс × черно-пестрых – на 19,3 кг, или 3,5 %. Так, герефорд- и абердин-ангусс × черно-пестрые помеси превышали своих чистопородных сверстников по массе парной туши на 11,1 ($P < 0,01$) – 6,5 % ($P < 0,05$), по выходу туши – на 3,0 – 2,5 п.п. ($P < 0,01$), по убойному выходу – на 3,2–2,8 п.п. ($P < 0,001$) соответственно.

Т а б л и ц а 1. Убойные показатели подопытных быков

Показатель	Черно-пестрая порода	Герефорд × черно-пестрые	Абердин-ангусс × черно-пестрые
Предубойная масса, кг	542,9±10,41	570,1±14,26	550,8±7,86
Масса парной туши, кг	276,7±6,20	307,4±8,91**	294,7±5,60*
Выход туши, %	50,9±0,23	53,9±0,48**	53,4±0,37**
Масса внутреннего сала, кг	6,5±0,56	8,4±0,72**	8,0±0,59
Выход внутреннего сала, %	1,21±0,09	1,47±0,11	1,45±0,1
Убойная масса, кг	283,3±6,51	315,9±9,41***	302,7±5,75**
Убойный выход, %	52,1±0,24	55,3±0,53***	54,9±0,33***

При изучении показателей мясной продуктивности определенный интерес представляет морфологический состав полутуш животных, показывающий соотношение в туше отдельных отрубов и содержание в них мякоти и костей: чем больше в туше мышечной и жировой и меньше соединительной и костной тканей, тем выше пищевая ценность говядины.

Анализ литературных данных свидетельствует о том, что по мнению мировых гуру гастро- номии и всевозможных экспертных групп королем среди всего мясного великолепия несомнен- но является стейк, для получения которого подходит далеко не всякое сырье, а только мясо мо- лодых бычков (от года до полутора лет) пород Hereford и Angus, причем наибольшее предпочте- ние отдается животным породы Black Angus. Мясо для стейков вырезают из поясничной части туши, т.е. из участка, который был наименее задействован в движении животного [9]. Поэтому большой интерес представляет анализ полученных нами данных по изучению морфологическо- го состава поясничных отрубов животных различных генотипов.

Изучение морфологического состава полутуш черно-пестрых, герефорд- и абердин-ангусс × черно-пестрых быков проводили путем обвалки левых полутуш после 24-часового охлаждения при температуре 0–4 °С. Затем проводили разрубку на пять естественно-анатомических частей: шейную, плечелопаточную, спинно-реберную, поясничную и тазобедренную. Морфологический состав полутуш подопытных быков разных генотипов представлен в табл. 2.

Изучение соотношения естественно-анатомических частей полутуш подопытных животных сви- детельствует о том, что помесные быки отличались более высоким удельным весом поясничного

Т а б л и ц а 2. Соотношение естественно-анатомических частей в полутушах подопытных быков

Анатомическая часть	Черно-пестрая порода		Герефорд × черно-пестрые		Абердин-ангусс × черно-пестрые	
	кг	%	кг	%	кг	%
Полутуша	145,3±4,41	100	153,9±7,37	100	142,3±3,55	100
Шейная	19,3±0,63**	13,3	19,4±1,90	12,6	15,9±0,41**	11,1
Плечелопаточная	25,5±0,82	17,5	26,6±1,31	17,3	24,4±0,47	17,2
Спиннореберная	41,1±2,05	28,3	41,4±2,54	26,9	40,5±2,22	28,5
Поясничная	13,3±0,76	9,2	15,3±0,76	9,9	13,6±0,61	9,6
Тазобедренная	46,1±1,51	31,7	51,2±1,65*	33,3	47,9±0,96	33,6

и тазобедренного отрубов по сравнению с черно-пестрыми сверстниками. Так, герефорд черно-пестрые быки превосходили абердин-ангусс × черно-пестрых и чистопородных черно-пестрых сверстников по удельному весу поясничного отруба на 0,3 и 0,7 п.п. соответственно ($P > 0,05$). Наибольший удельный вес тазобедренного отруба был у абердин-ангусс × черно-пестрых быков, что на 0,3–1,9 п.п. ($P < 0,05$) выше по сравнению с герефорд × черно-пестрыми и чистопородными черно-пестрыми сверстниками соответственно. Удельный вес шейной части у чистопородных черно-пестрых быков был на 0,7–1,8 п.п. ($P < 0,01$) выше по сравнению с герефорд- и абердин-ангусс × черно-пестрыми сверстниками, а плечелопаточной части у всех животных был практически одинаковым – 17,3–17,5 %. В целом анализ массы полутуши у подопытных животных свидетельствует о том, что наибольший показатель наблюдался у герефорд × черно-пестрых животных – 153,9±7,37 кг, что на 5,8–7,3 % выше по сравнению с черно-пестрыми и абердин-ангусс × черно-пестрыми сверстниками.

Проведя исследования по изучению показателей мясной продуктивности черно-пестрых, герефорд- и абердин-ангусс × черно-пестрых быков была определена экономическая эффективность выращивания молодняка, полученного при скрещивании коров черно-пестрой породы с быками специализированных мясных пород (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Экономическая эффективность производства говядины от быков различных генотипов

Показатель	Черно-пестрая	Герефорд × черно-пестрая	Абердин-ангусс × черно-пестрая
Средняя живая масса 1 головы при сдаче на мясокомбинат, кг	543	570	551
Цена реализации 1 кг живой массы, руб.	21587	28912	28912
Прирост живой массы на 1 голову за период выращивания, кг	511	543	523
Дополнительно полученный прирост живой массы на 1 голову, кг	–	32	12
Выход валовой продукции на 1 работника, ц	51,1	54,3	52,3
Затраты кормов на 1 ц прироста живой массы, ц к.ед.	8,4	8,1	8,3
Экономия корма на выращивание 1 ц живой массы, ц к.ед.	–	0,3	0,1
Себестоимость 1 головы полученного приплода, тыс. руб.	662	1485	1540
Себестоимость 1 головы в живом весе	11448	14905	14498
Выручка от реализации 1 головы, тыс. руб.	11722	16480	15931
Дополнительно полученный доход на 1 голову, тыс. руб.	–	4758	4209
Прибыль от реализации 1 головы, тыс. руб.	274	1575	1433
Рентабельность выращивания 1 головы, %	2,4	10,6	9,9
Рентабельность продаж, %	2,3	9,6	9,0

П р и м е ч а н и е. Расчеты произведены в ценах на 01.12.2013 г.

Результаты исследований показали, что эффективность выращивания герефорд- и абердин-ангусс × черно-пестрых быков была выше по сравнению с черно-пестрыми сверстниками. Помесный молодняк отличался более высокой оплатой корма приростами живой массы. Так, расход кормов на 1 ц прироста живой массы у герефорд × черно-пестрых и абердин-ангусс × черно-пестрых быков был на 0,3 и 0,1 ц к.ед. меньше по сравнению с чистопородными сверстниками. При этом от животных – помесей мясных генотипов – за одинаковый период выращивания дополнительно получено прироста живой массы на одну голову 32 и 12 кг соответственно, что на 6,3 и 2,3 % выше по сравнению с животными контрольной группы. Следует отметить, что

самыми высокими приростами живой массы отличались герефорд × черно-пестрые быки, которые превосходили абердин-ангусс × черно-пестрых сверстников на 20 кг и отличались более низким расходом кормов на 1 ц прироста живой массы на 0,2 ц к.ед.

В результате более высокой средней живой массы головы помесных быков на мясокомбинат на 27 и 8 кг и более высокой цены реализации 1 кг их живой массы на 7325 руб., или 33,9 %, по сравнению с черно-пестрыми быками, выручка от реализации одной головы увеличивается на 40,6 и 35,9 % соответственно. Это позволяет получить дополнительный денежный доход в сумме 4758 и 4209 тыс. руб. на одну голову.

Прибыль от реализации одной головы помесного молодняка, полученного при скрещивании коров черно-пестрой породы с быками герефордской и абердин-ангусской пород, составила 1575 и 1433 тыс. руб. соответственно, что в 5,7 и 5,2 раза выше по сравнению с аналогами из контрольной группы. Уровень рентабельности выращивания 1 головы помесного молодняка составил 10,6 и 9,9 %, что на 8,2 и 7,3 п.п. выше по сравнению с черно-пестрыми быками.

Выводы

1. Изучение убойных показателей подопытных животных свидетельствует о том, что герефорд × черно-пестрые быки превосходили сверстников черно-пестрой породы по предубойной живой массе на 27,2 кг, или 5,0 %, а абердин-ангусс × черно-пестрых – на 19,3 кг, или 3,5 %. Герефорд- и абердин-ангусс × черно-пестрые помеси превышали своих чистопородных сверстников по массе парной туши на 11,1 ($P < 0,01$) – 6,5 % ($P < 0,05$), по выходу туши – на 3,0–2,5 п.п. ($P < 0,01$), по убойному выходу – на 3,2–2,8 п.п. ($P < 0,001$) соответственно.

2. Наибольший показатель массы полутуши наблюдался у герефорд × черно-пестрых животных – 153,9±7,37 кг, что на 5,8–7,3 % выше по сравнению с черно-пестрыми и абердин-ангусс × черно-пестрыми сверстниками. Так, герефорд черно-пестрые быки превосходили абердин-ангусс × черно-пестрых и чистопородных черно-пестрых сверстников по удельному весу поясничного отруба на 0,3 и 0,7 п.п. соответственно ($P > 0,05$). Наибольший удельный вес тазобедренного отруба был у абердин-ангусс × черно-пестрых быков, что на 0,3–1,9 п.п. ($P < 0,05$) выше по сравнению с герефорд × черно-пестрыми и чистопородными черно-пестрыми сверстниками соответственно.

3. Анализ экономической эффективности выращивания подопытных животных свидетельствует о том, что прибыль от реализации одной головы помесного молодняка, полученного от скрещивания коров черно-пестрой породы с быками герефордской и абердин-ангусской, была в 5,7 и 5,2 раза выше по сравнению с черно-пестрыми животными.

Литература

1. Попков, А. А. Проблемы АПК республики на фоне глобализации мировой аграрной экономики / А. А. Попков // Белорус. сел. хоз-во. – 2002. – № 8. – С. 4–11.
2. Петрушко, С. Мясному скотоводству – быть! / С. Петрушко, И. Петрушко, В. Сидорович // Аграрная экономика. – 2009. – № 10. – С. 63–67.
3. О Республиканской программе по племенному делу в животноводстве на 2011–2015 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 31 дек. 2010 г., № 1917 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 4.
4. Рекомендации по ведению мясного скотоводства в Беларуси / Н. А. Попков [и др.]. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2009. – 80 с.
5. Шляхтунов, В. И. Скотоводство и технология производства молока и говядины : учебник для с.-х. вузов / В. И. Шляхтунов, В. С. Антонюк, Д. И. Бубен. – Минск: Уражай, 1997. – 464 с.
6. Вертинская, О. В. Мясная продуктивность и эффективность выращивания бычков герефордской породы и ее помесей / О. В. Вертинская, Л. А. Танана, И. С. Петрушко // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2013. – № 1. – С. 78–84.
7. Танана, Л. А. Мясная продуктивность чистопородного черно-пестрого и герефорд × черно-пестрого молодняка / Л. А. Танана, И. С. Петрушко, О. В. Вертинская // Повышение интенсивности и конкурентоспособности отраслей животноводства : тез. докл. междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 4–15 сент. 2011 г. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2011. – Ч. 1. – С. 212–214.
8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика : учеб. пособие / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.
9. Лебедько, Е. Я. Мраморная говядина / Е. Я. Лебедько. – Брянск: Изд-во ГСХА, 2010. – 24 с.

ZUBKO I. G., TANANA L. A., PETRUSHKO I. S.

**EFFICIENCY OF REARING YOUNG ANIMALS OBTAINED AS A RESULT OF CROSSING THE COWS
OF BLACK AND WHITE BREEDS WITH THE BULLS OF SPECIALIZED MEAT BREEDS**

Summary

The conducted research shows that the carcasses of Hereford x black and white and Aberdeen Angus x black and white bulls have a muscular lumber part, back part, a well developed chest part, a better coxofemoral part than the carcasses of black and white bulls. It's established that Hereford x black and white cows surpass the cows of black and white breeds in respect of body weight by 27,7 kg or 5,0 % and Aberdeen Angus x black and white by 19,3 kg or 3,5 %.

УДК 636.2.082.4

В. К. ПЕСТИС, Л. В. ГОЛУБЕЦ, А. С. ДЕШКО, И. С. КЫССА, М. В. ПОПОВ, Ю. А. ЯКУБЕЦ

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ПОЛУЧЕНИЯ ЭМБРИОНОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА *IN VITRO* В СИСТЕМЕ ТРАНСВАГИНАЛЬНОЙ АСПИРАЦИИ ООЦИТОВ (ТАО)

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

(Поступила в редакцию 23.09.2014)

Введение. Основой разработки технологии получения эмбрионов вне организма матери, или *in vitro*, послужило становление того факта, что ооциты, извлеченные из фолликула и помещенные в соответствующие условия, возобновляют мейоз, созревают до стадии оплодотворения, а полученные после оплодотворения зародыши способны развиваться до предимплантационных стадий. Сегодня это один из наиболее динамично развивающихся и занимающих все более прочное положение биотехнологических методов интенсификации использования репродуктивного и генетического потенциала племенных животных.

Технология *in vitro* не только расширила рамки использования животных с выдающимися селекционными признаками, но и способна в ближайшем будущем стать если не альтернативой, то сильным конкурентом обычной трансплантации эмбрионов, в отличие от которой может успешно использоваться независимо от физиологического и репродуктивного статуса донора. Например, ооциты могут извлекаться до двух раз в неделю независимо от стадии полового цикла, их можно получать у стельных (до 3 мес) животных, животных с патологиями репродуктивного тракта (за исключением яичников), а также у животных, не отвечающих реакцией суперовуляции на гормональную обработку. Для получения ооцитов нет необходимости в гормональной стимуляции множественного роста фолликулов и, что самое главное, в пересчете на месячную эмбриопродуктивность давать большее количество зародышей по сравнению с трансплантацией эмбрионов.

Получение компетентных к развитию ооцитов является одним из критических факторов, обуславливающих успех метода. На начальных этапах основным источником ооцитов являлись яичники, полученные после убоя животного на мясокомбинате, что уже само по себе являлось сдерживающим фактором широкого внедрения данной технологии в производство, поскольку ооциты у донора можно было получить только один раз после его убоя. Решить эту проблему могло только получение ооцитов при жизни животного.

Впервые трансвагинальная аспирация ооцитов (ТАО), по международной классификации ОРУ (Ovum Pick-Up), у крупного рогатого скота была проведена командой датских исследователей во главе с Callesen Н. в 1987 г., по результатам которой после пункции 38 фолликулов у 7 суперовулировавших (стимулированных на суперовуляцию) телок было получено 16 ооцитов [1].

Прижизненная пункция фолликулов у животных открыла новые перспективы в технологии *in vitro*, поскольку, с одной стороны, предоставила возможность получения ооцитов у одних и тех же животных на протяжении длительного времени, а с другой стороны, появилась возможность получения ооцитов, вовлеченных в половой цикл и в фолликулярную волну роста, а значит имеющих большую компетенцию к качественному росту и развитию.

В связи с тем, что технология *in vitro* является достаточно сложной и многофакторной системой, ее эффективность зависит от множества слагаемых, носящих как механический, так и биологический характер. К механическим составляющим системы, обуславливающим извлекаемость ооцитов и их качество (в основном целостность кумулюса) в первую очередь можно отнести

величину вакуума, диаметр и остроту иглы. Величина вакуума на кончике иглы во многом зависит от конструкции помпы, диаметра иглы, длины и диаметра соединительных трубок. При оценке влияния данных факторов на количество и качество получаемых ОКК группой ученых в главе с P. Vols установлено, что уровень извлекаемости был наивысшим при достаточно большом диаметре иглы (18G) и высоком вакууме, однако процент интактных клеток (75 %) был выше при более низком вакууме (36 мл/мин). С увеличением вакуума количество интактных ооцитов снижалось, а количество ооцитов без кумулюса увеличивалось [2]. В последующем это было подтверждено работами F. Ward et al. Влияние процедуры аспирации на извлекаемость ооцитов была дополнительно проверена путем аспирации *in vitro* ранее полученных ооцит кумулюсных комплексов, при этом на выходе было получено 80 % ооцитов от числа забранных, т. е. 20 % ооцитов, или каждый пятый терялся в самой системе «игла–трубка». Кроме этого от 10 до 20 % клеток в процессе аспирации и по пути в пробирку получали микроповреждения кумулюса [3].

Другим аспектом оптимизации ТАО и повышения ее эффективности является частота аспираций. Переход от одноразовой аспирации в неделю к двухразовой сопровождалось значительным увеличением ее эффективности [4]. Более детальное сравнение этих двух подходов к получению ОКК подтвердило, что двукратная аспирация достоверно повышала как выход ооцитов, так и выход качественных эмбрионов, что связано, по всей видимости, с тем, что 2-кратная в неделю аспирация стимулирует и синхронизирует новые волны роста фолликулов [5]. Более частые аспирации (каждые два дня) снижали как количество аспирированных фолликулов, так и количество полученных ооцитов [6]. И, тем не менее, многие специалисты предпочитают проводить аспирации с интервалом в 7 дней [7].

Еще одним вопросом, потребовавшим своего решения, стал вопрос гормональной стимуляции яичников перед ТАО с целью вызывания роста большого количества фолликулов. В этом контексте ряд исследователей отмечает положительное влияние ФСГ на количество фолликулов, в особенности диаметром свыше 6 мм, и выход бластоцист [8, 9]. J. Paul с соавт. обращают внимание на взаимосвязь эффективности гормональной стимуляции с фазой полового цикла [10]. В то же время R. Stubings et al. не установили никаких различий ни по количеству фолликулов, ни по выходу ооцитов между донорами без стимуляции при режиме аспирации два раза в неделю и донорами, стимулированными при аспирации раз в неделю [11]. Однако главным в этом плане, по всей видимости, являются индивидуальные особенности доноров и непредсказуемость их реакции на гормон, что характерно и для обычной трансплантации эмбрионов. Подтверждением правомочности этого тезиса может служить то, что даже у одних и тех же специалистов получают противоречивые результаты. Так, по итогам своих первых исследований M. Pieterse et al. установили, что выход ооцитов был выше у стимулированных доноров нежели у интактных, однако уже в 1991 г. он отмечает, что ТАО можно и нужно проводить у нестимулированных доноров, поскольку фолликулы диаметром более 2 мм присутствуют в яичниках всегда и в любой момент времени, а небольшая гормональная стимуляция необходима только для небольшого числа доноров с недостаточной активностью яичников. Но уже в 1992 г. они же отмечают, что хотя количество фолликулов у стимулированных доноров было больше, но выход ооцитов оказался меньше [12–14].

L. Ruigh отметил, что сочетание гормональной стимуляции яичников перед ТАО с последующей аспирацией один раз в две недели дает более высокий результат в пересчете на одну процедуру по сравнению с аспирацией два раза в неделю без стимуляции. Однако при таком режиме работы ооциты можно получать один раз в две недели, в то время как у доноров без стимуляции мы за это же время можем провести 4 аспирации и в целом получается, что общее количество эмбрионов, полученных за двухнедельный период во втором случае (4 аспирации без стимуляции) оказывается выше по сравнению с первым (1 аспирация в две недели в сочетании со стимуляцией) [15].

Интересным является и вопрос влияния многократных ТАО на последующее здоровье и репродуктивные способности доноров. M. Pieterse, проведя 36 операций и пункцию 197 фолликулов у 10 доноров, не установил негативного влияния многократных аспираций у одних и тех же

животных на их репродуктивную активность. Этой же командой ученых был проведен опыт по еженедельной аспирации ооцитов у одних и тех же доноров в течение 3 и 6 мес а также в начале, середине и в конце полового цикла в течение 3 мес, по результатам которого также не было установлено влияния аспираций на проявление и течение полового цикла [12, 13]. Как отмечают Т. Kruip и R. Boni, двукратная аспирация в неделю, с одной стороны, увеличивает частоту фолликулярных волн, а с другой приостанавливает течение полового цикла, блокируя созревание фолликулов и их овуляцию. Животные, используемые в таком режиме, входят в так называемое парафизиологическое состояние, при котором фолликулярная волна отделяется от полового цикла, что приводит к некоторой ацикличности животных. При этом животные изредка показывали некоторые признаки охоты и развитие структур, похожих на желтое тело, развивающихся на месте аспирированных фолликулов, что подтверждалось профилем прогестерона в сыворотке крови. Однако уже через 6 дней после прекращения ТАО у коров наступала овуляция и половой цикл приходил в норму, в связи с чем авторы заключают, что ТАО не оказывает значительного влияния на яичниковые структуры и их функциональную активность [16–18].

Кроме того, что ТАО не оказывает негативного влияния на репродуктивную систему, она может быть использована при получении эмбрионов у животных с нарушенной воспроизводительной функцией и у тех, которые не дают эмбрионов при трансплантации. Так, P. Bols et al. получил от таких доноров 56 эмбрионов и 12 стельностей [4]. J. Hasler et al. провели аспирацию у 155 доноров голштинской породы, которых не смогли осеменить. В результате на каждую аспирацию было получено по 4,1 жизнеспособному ооциту, проведено 2268 эмбриопересадок и получено 1220 стельностей (53,8 %) [19].

При обычной трансплантации донор может быть использован примерно 4 раза в год и дать в итоге 20 качественных эмбрионов. Использование ТАО позволяет проводить аспирацию два раза в неделю и при этом получать по 2 эмбриона, или 8 эмбрионов за месяц, или 96 эмбрионов за год, что в 4–5 раз больше количества эмбрионов, полученных от донора за год при обычной трансплантации [18].

Таким образом, к настоящему времени трансвагинальная аспирация ооцитов превратилась в хорошо зарекомендовавший себя метод получения высокоценного генетического материала в виде ооцитов и эмбрионов. Однако, несмотря на явные успехи и множество исследований, проведенных с целью повышения эффективности метода, количество получаемых ооцитов по-прежнему остается ограниченным и не превышает в среднем 5–7 на одну аспирацию, по-прежнему значительное число клеток повреждается и теряется в процессе самой аспирации и во время прохождения по системе «игла–трубка». Небольшое количество (а иногда и единичные) получаемых ооцитов оставляет открытыми многие вопросы условий их созревания, поскольку достоверно установлено, что культивирование ооцитов в группах проходит значительно эффективней, а выход эмбрионов на предимплантационных стадиях после оплодотворения достоверно выше. Поэтому исследования, направленные на повышение эффективности метода и его еще более широкое внедрение в производство, продолжаются.

Учитывая вышеизложенное, нами впервые в Республике Беларусь на базе учебно-практического центра биотехнологий (УПЦ) ОАО «Почапово» Пинского района Брестской области начата разработка метода получения племенного молодняка в системе трансвагинальной аспирации ооцитов (ТАО) с целью повышения интенсивности использования репродуктивного и генетического потенциала коров-доноров.

Материалы и методы исследования. Для решения поставленной задачи в 2012–2013 гг. на базе биотехнологического центра по репродукции сельскохозяйственных животных УО «Гродненский государственный аграрный университет» и в УПЦ биотехнологий ОАО «Почапово» Пинского района Брестской области была проведена серия опытов.

В качестве доноров ооцит-кумулясных комплексов (ОКК) использовали 18 постоянных (выбраванных) коров-доноров живой массой 650–800 кг в возрасте от 4 до 8 лет с удоем по высшей лактации 10,0–12,5 тыс. кг молока жирностью 3,8 % и более.

Пункцию фолликулов проводили с использованием ультразвуковой системы AlokaSSD 500, включающей в себя ультразвуковой сканер AlokaProsound 2, ультразвуковой излучатель с частотой

7,5 MHz, вакуумную помпу Craft suction unit, держатель ультразвукового излучателя, иглы длиной 55 см и диаметром 18G. Скорость аспирации фолликулярной жидкости составляла 25 мл/мин. В качестве промывной жидкости использовали фосфатно-солевой буфер Дюльбекко с добавлением 100 ед/мл гентамицина и 1 % BSA. Локализацию ооцит-кумулясных комплексов проводили с помощью эмбрионального фильтра EMCON, поиск и оценку качества полученных ооцитов осуществляли под микроскопом Olympus при 16- и 90-кратным увеличением соответственно. Дозревание ооцитов, капацитация спермы, оплодотворение и культивирование ранних зародышей проходило по ранее разработанным нами методикам с некоторыми модификациями. В качестве основной среды созревания использовали TCM-199 с добавлением 10 мкг/мл ФСГ, 5 мкг/мл эстрадиола и 5 мкг/мл ЛН, а также 5 %-ной эстральной сыворотки. Капацитацию спермы проводили в среде SpermTalp, оплодотворение – в среде FertTalp. Совместное инкубирование продолжалось в течение 18–20 ч. Культивирование ранних зародышей проходило на монослое клеток кумулюса в течение 7–9 дней.

Качество ооцит-кумулясных комплексов оценивали по 4-балльной шкале, при этом основным критерием являлось наличие кумулюса и его качество. Ооциты отличного качества имели более трех слоев кумулюса, хорошего – 2–3 слоя, удовлетворительного – 1 слой кумулюса или его фрагменты на отдельных участках зоны пеллюциды. Неудовлетворительные ооциты – это ооциты без кумулюса.

Полученные результаты исследований были обработаны биометрически с использованием компьютерной программы M. Excel. В работе приняты следующие обозначения уровня P : * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Результаты и их обсуждение. Результаты изучения эффективности трансвагинальной аспирации ооцитов представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Эффективность аспирации ооцит-кумулясных комплексов, n

Показатель	Номер аспирации					Итого на одного донора (в среднем на одну аспирацию)
	1 ($n = 18$)	2 ($n = 17$)	3 ($n = 16$)	4 ($n = 11$)	5 ($n = 4$)	
Аспирировано фолликулов всего	46	70	58	54	28	256
Аспирировано фолликулов в среднем на одного донора	2,56±0,372	4,12±0,606	3,63±0,706	4,91±1,631	9,00±3,027	14,2 (3,88±0,418)
Получено ОКК всего	28	49	42	38	19	176
Получено ОКК в среднем на одного донора	1,56±0,364	2,88±0,587	2,63±0,561	3,45±1,436	4,75±2,839	9,8 (2,67±0,368)
Получено пригодных ОКК всего	24	40	34	28	8	134
Получено пригодных ОКК в среднем на одного донора	1,33±0,371	2,35±0,514	2,13±0,446	2,55±1,115	2,00±1,225	7,4 (2,03±0,277)

Всего было проведено 66 аспираций, или 3,7 на одного донора. Из 66 аспираций положительных по извлечению оказалось 53 (80,3 %). Всего аспирировано 256 фолликулов (14,2 на одного донора, или 3,9 на одну аспирацию), получено 176 ооцитов (9,8 на донора, 2,7 на одну аспирацию, в том числе 3,3 на одну аспирацию положительную по извлечению). Как видно из полученных результатов, извлекаемость при этом составила 68,7 %.

Из 176 полученных ооцитов 134, или 76,1 % (7,4 на донора, 2,0 на одну аспирацию, в том числе 2,5 на одну положительную по извлечению), оказались пригодными для культивирования.

Что касается выхода и качества полученных ооцитов в разрезе доноров в зависимости от количества аспираций и ее порядкового номера, здесь какой-то определенной закономерности не отмечено.

Изучение влияния кратности аспираций на выход и качество ооцитов (табл. 2) показало, что среди жизнеспособных ооцит кумулюсных комплексов ооциты отличного качества занимают 19 % (34 ОКК), хорошие – 38 % (67 ОКК), удовлетворительные – 18,7 % (33 ОКК), неудовлетворительных оказалось 23,9 % (42 ОКК). При этом на одну аспирацию получено: отличных – 0,52; хороших – 1,02; удовлетворительных – 0,50; неудовлетворительных – 0,64, в том числе на одну аспирацию, положительную по извлечению, – 0,64; 1,26; 0,62 и 0,79 соответственно.

Т а б л и ц а 2. Влияние кратности аспираций на выход и качество ооцитов

Порядковый номер аспирации	Значение	Порядковый номер аспирации	Значение
<i>Отличное</i>		<i>Удовлетворительное</i>	
1	0,22±0,101	1	0,22±0,129
2	1,00±0,411	2	0,47±0,194
3	0,81±0,245	3	0,38±0,202
4	1,20±0,152	4	0,56±0,242
5	1,09±0,406	5	2,00±1,378
Итого	1,89±0,471	Итого	1,94±0,609
<i>Хорошее</i>		<i>Неудовлетворительное</i>	
1	0,89±0,370	1	0,22±0,101
2	0,88±0,301	2	0,53±0,212
3	0,94±0,281	3	0,50±0,183
4	1,67±1,247	4	1,00±0,441
5	1,20±0,970	5	2,40±0,503
Итого	3,72±0,928	Итого	2,33±0,566

Из 101 ооцита, оплодотворенного после созревания, дробление отмечено у 42 (41,6 %). Выход эмбрионов на стадии бластоциста составил 8,9 % от числа клеток, поставленных на созревание, или 21,4 % от числа дробящихся зародышей. Исследования продолжаются.

Заключение. Впервые в Республике Беларусь начаты исследования по разработке метода получения эмбрионов крупного рогатого скота *in vitro* в системе трансвагинальной аспирации ооцитов, открывающие новые перспективы и расширяющие возможности технологии *in vitro* в рамках ускоренного создания и качественного обновления племенных стад. Получены первые положительные результаты. Так, на одну аспирацию получено 2,7 ооцит-кумулюсных комплекса (ОКК), в том числе 3,3 ОКК на одну положительную по извлечению. Выход жизнеспособных ооцитов на одну аспирацию в целом составил 2,0, а на одну положительную по извлечению – 2,5. При этом уровень извлекаемости ооцит-кумулюсных комплексов составила 68,7 %, выход эмбрионов на стадии бластоциста от числа клеток, поставленных на созревание, – 8,9 %, а от числа дробящихся зародышей – 21,4 %.

Литература

1. Callesen, H. Ultrasonically guided aspiration of bovine follicular oocytes / H. Callesen, T. Greve, F. Christensen // *Theriogenology*. – 1987. – Vol. 27. – P. 217.
2. Effects of aspiration vacuum and needle diameter on cumulus oocyte complex morphology and developmental capacity of bovine oocytes / P. Bols [et al.] // *Theriogenology*. – 1996. – Vol. 45. – P. 1001–1014.
3. Factors affecting recovery and quality of oocytes for bovine embryo production *in vitro* using ovum pickup technology / F. A. Ward [et al.] // *Theriogenology*. – 2000. – Vol. 54. – P. 433–446.
4. Bols, P. Gebruik van de transvaginale Ovum Pick-Up (OPU) techniek: geboorte van de eerste OPU kalveren in België. (Use of transvaginal oocyte pick-up: first OPU calves born in Belgium) / P. Bols, A. Soom Van, A. de Kruif // *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*. – 1996. – Vol. 65. – P. 86–91.
5. Boni, R. Impact of Ovum Pick-Up (OPU) technique for research and animal breeding / R. Boni, L. Zicarelli, TAM. Kruip // *Reproduction and Animal Breeding: Advances and Strategy / AETE*. – Amsterdam: Elsevier, 1995. – P. 211–221.
6. Follicular dynamics, repeatability and predictability of follicular recruitment in cows submitted to repeated follicular puncture / R. Boni [et al.] // *Theriogenology*. – 1997. – Vol. 48. – P. 277–289.
7. Effect of the frequency of ovum pick-up intervals on follicle number, oocyte recovery and embryo production rates in cattle / K. Imai [et al.] // *Theriogenology*. – 2000. – Vol. 53. – P. 359.
8. Effect of follicle size on bovine oocyte quality and developmental competence following maturation, fertilization and culture *in vitro* / P. Lonergan [et al.] // *Mol. Reprod. Dev.* – 1994. – Vol. 37. – P. 48–53.
9. Van Soom, A. Improved results in IVF-treatment of sterility patients by careful selection of bulls and by stimulation of cows with FSH before slaughter / A. Van Soom, P. E. J. Bols, A. de Kruif // *Reprod. Dom. Anim.* – 1995. – Suppl. 3. – P. 67.
10. Gonadotropin stimulation of cattle donors at estrus for transvaginal oocyte collection // J. B. Paul [et al.] // *Theriogenology*. – 1995. – Vol. 43. – P. 294.
11. Stubbings, R.B. Effect of ultrasonically-guided follicle aspiration on estrous cycle and follicular dynamics in Holstein cows / R. B. Stubbings, J. S. Walton // *Theriogenology*. – 1995. – Vol. 43. – P. 705–712.
12. Aspiration of bovine oocytes during transvaginal ultrasound scanning of the ovaries / M. C. Pieterse [et al.] // *Theriogenology*. – 1988. – Vol. 30. – P. 751–762.

13. Transvaginal ultrasound guided follicular aspiration of bovine oocytes / M. C. Pieterse [et al.] // *Theriogenology*. – 1991. – Vol. 35. – P. 19–24.
14. Repeated transvaginal ultrasound-guided ovum pick-up in ECG-treated cows / M. C. Pieterse [et al.] // *Theriogenology*. – 1992. – Vol. 37. – P. 273.
15. *De Ruigh, L.* The effect of FSH stimulation prior to ovum pick-up on oocyte and embryo yield / L. De Ruigh, E. Mul-laart, A.M. van Wagtendonk-de Leeuw // *Theriogenology*. – 2000. – Vol. 53. – P. 349.
16. Ovum Pick-Up and embryo production in vitro: an established procedure in cattle / R. Boni [et al.] // In: Proceedings of the VIII Congress. European Embryo Transfer Association / AETE. – France. Lyon, 1992. – P. 128.
17. Health and some blood parameters in cows punctured twice weekly during three months to collect immature oocytes / R. Boni [et al.] // In: Proceedings of the IX Congress. European Embryo Transfer Association / AETE. – France. Lyon, 1993. – P. 136.
18. Potential use of Ovum Pick-Up for embryo production and breeding in cattle // T. Kruip [et al.] // *Theriogenology*. – 1994. – Vol. 42. – P. 675–683.
19. Production, freezing and transfer of bovine IVF embryos and subsequent calving results / J. F. Hasler [et al.] // *Theriogenology*. – 1995. – Vol. 43. – P. 141–152.

V. K. PESTIS, L. V. GOLUBETS, A. S. DESHKO, I. S. KYSSA, M. V. POPOV, YU. A. YAKUBETS

**THE FIRST EXPERIENCE OF *IN VITRO* CATTLE EMBRYO PRODUCTION
IN THE SYSTEM OF TRANSVAGINAL OOCYTE ASPIRATION (TOA)**

Summary

The results of the first experience of in vitro cattle embryo production in the system of transvaginal oocyte aspiration (TOA) are represented in this article. It's established that the method of transvaginal oocyte aspiration allows getting 2,7 oocytes per session and 3,3 oocytes per operation. The output of oocytes per session is 2,0 in general. The output of oocytes at blastocyst stage is 8,9 % of the number of matured cells and 21,4 % of the number of divided embryos.

УДК 636.2.053.2.087.7

В. Ф. РАДЧИКОВ, О. Ф. ГАНУЩЕНКО, В. К. ГУРИН, С. Л. ШИНКАРЕВА, В. А. ЛЮНДЫШЕВ

ЭКСТРУДИРОВАННЫЙ ОБОГАТИТЕЛЬ НА ОСНОВЕ ЛЬНОСЕМЕНИ И ЯЧМЕННОЙ КРУПКИ В РАЦИОНАХ ТЕЛЯТ

*Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству,
г. Жодино, Республика Беларусь, e-mail: labkrs@mail.ru*

(Поступила в редакцию 03.01.2013)

Полноценное кормление оказывает решающее влияние на рост, развитие, здоровье и продуктивность сельскохозяйственных животных. Главная задача в ведении интенсивного животноводства – оптимальное использование питательных веществ кормов. Решающая роль в выполнении программ и получении запланированных объемов животноводческой продукции принадлежит комбикормовой промышленности, поскольку сбалансированные комбикорма позволяют наиболее полно использовать генетический потенциал животных, повышать продуктивность, сокращать расход кормов [1–7].

Для того чтобы правильно и наиболее точно сбалансировать комбикорма для сельскохозяйственных животных, необходимо наличие разнообразных ингредиентов, в том числе и наиболее ценных и дорогостоящих импортных, таких как шрот подсолнечный и соевый. В настоящее время недостаток белкового и энергетического сырья в Республике Беларусь – самая актуальная проблема, решением которой заняты многие структуры. Перед Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь поставлена задача – максимальное использование в кормопроизводстве отечественного импортозамещающего сырья. К этой категории сырья можно отнести семена рапса, льна и продукты их переработки.

Семена рапса и льна для Беларуси являются стратегическими культурами, и их использование является экономически выгодным. Высокий уровень жиров обуславливает максимальную энергетическую ценность льносемени масличных сортов по сравнению с зерном всех остальных культур. Льняное масло обладает широким спектром лечебно-профилактического действия, что обусловлено особенностями его химического состава. Так, например, в 1 кг льносемян содержится от 15,5 до 19,0 МДж обменной энергии. По уровню лизина белок льносемени уступает соевому, по уровню остальных незаменимых аминокислот близок к одному из самых полноценных протеинов – белку куриного яйца [8].

Учитывая вышесказанное, сотрудниками Витебского зонального института сельского хозяйства НАН Беларуси совместно с РДУПП «Осиповичский хлебозавод» разработана технология получения экструдированного пищевого концентрата (ЭПК) на основе льносемени, который представляет высокотехнологический сыпучий продукт, содержащий до 28 % жира, 16–18 % белка, 5 и 10 % клетчатки и крахмала соответственно. В 1 кг ЭПК содержится 1,54 к. ед. и 15,6 МДж обменной энергии, 266 г жира, 70 г сахара. В состав ЭПК были включены льносемя и ячменная крупка.

Однако исследования по определению оптимальных норм ввода ЭПК в состав комбикормов КР-1 и эффективности их скармливания в рационах крупного рогатого скота при выращивании на мясо в Республике Беларусь не проводились.

Цель работы – изучение эффективности скармливания комбикормов КР-1 с разными нормами ввода ЭПК в рационах телят.

Материалы и методы исследований. Экспериментальная часть работы выполнена в условиях УСПКС «Надеждино» Толочинского р-на Витебской области, опытные комбикорма КР-1 приготовлены в ОАО «Оршанский комбинат хлебопродуктов».

Для проведения физиологических и научно-хозяйственных опытов были отобраны бычки черно-пестрой породы по принципу пар-аналогов с учетом возраста и живой массы. Условия проведения опытов были одинаковыми: кормление двукратное, поение из автопоилок, содержание беспривязное. Исследования проведены по схеме (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. *Схема опытов*

Вариант опыта	Количество животных, гол.	Живая масса в начале опыта, кг	Продолжительность опыта, дни	Особенности кормления
<i>Физиологический опыт</i>				
I контрольная группа	3	51	30	Основной рацион (ОР): ЗЦМ, сено + комбикорм КР-1
II опытная группа	3	52	30	ОР + КР-1 с 10 % вводом ЭПК
III опытная группа	3	50	30	ОР + КР-1 с 15 % вводом ЭПК
IV опытная группа	3	51	30	ОР + КР-1 с 20 % вводом ЭПК
<i>Научно-хозяйственный опыт</i>				
I контрольная группа	18	50	45	ОР – ЗЦМ, сено + комбикорм КР-1
II опытная группа	18	51	45	ОР + КР-1 с 10 % вводом ЭПК
III опытная группа	18	52	45	ОР + КР-1 с 15 % вводом ЭПК
IV опытная группа	18	50	45	ОР + КР-1 с 20 % вводом ЭПК

Опыты проведены в соответствии с методиками А. И. Овсянникова [9] и Н. И. Викторова, В. К. Менькина [10].

Цель проведения физиологического опыта – определение влияния комбикормов с разными нормами ввода ЭПК на показатели рубцового пищеварения, переваримость питательных веществ, баланс азота и минеральных элементов, биохимический состав крови.

В процессе научно-хозяйственного опыта изучали: общий зоотехнический анализ кормов – по общепринятым методикам; поедаемость кормов рациона бычками – методом учета заданных кормов и их остатков, проведением контрольных кормлений один раз в декаду в два смежных дня; переваримость и использование питательных и минеральных веществ – по разнице между их количеством, поступившим с кормом и выделенным с продуктами обмена; состав рубцовой жидкости (величина рН, ЛЖК, численность инфузорий, аммиак, азотистые фракции) – по общепринятым методикам; морфологический состав крови: эритроциты, лейкоциты, гемоглобин – прибором Medonic SA 620; макро- и микроэлементы в крови (калий, натрий, магний, железо, цинк, марганец и медь) – на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-3 (Германия); биохимический состав сыворотки крови (общий белок, альбумины, глобулины, мочевины, глюкоза, кальций, фосфор, магний, железо) – прибором CORMAY LUMEN; резервная щелочность крови – по Неводову; живая масса и среднесуточные приросты – путем индивидуального взвешивания животных в начале и в конце опыта.

Отбор проб кормов проводили по ГОСТ 27262–87. Химический анализ кормов проводили в лаборатории биохимических анализов Научно-практического центра НАН Беларуси по животноводству по схеме общего зоотехнического анализа: первоначальная, гигроскопическая и общая влага (ГОСТ 13496.3–92); общий азот, сырая клетчатка, сырой жир, сырая зола (ГОСТ 13496.4–93; 13496.2–91; 13496.15–97; 26226–95); кальций, фосфор (ГОСТ 26570–95; 26657–97); каротин (ГОСТ 13496.17–95); сухое и органическое вещество, БЭВ (Е. Н. Мальчевская, Г. С. Миленья, 1981; В. Н. Петухова и др., 1989).

Пробы рубцового содержимого от телят брали путем введения пищеводного зонда, изготовленного из полиэтиленового шланга диаметром 1,5–2,0 см.

Цифровой материал научно-хозяйственных и физиологических опытов обработан методом вариационной статистики. Статистическая обработка результатов анализа проведена по методу Стьюдента, на персональном компьютере, с использованием пакета статистики Microsoft Office Excel, 2007.

Вероятность различий считалась достоверной при уровне значимости $P < 0,05$.

Кроме того, в процессе проведения опытов осуществляли контроль клинических показателей за подопытными животными в начале и в конце опытов: частота пульса, количество дыхательных движений и температура тела.

Результаты и их обсуждение. Состав и питательная ценность комбикормов КР-1, которые использованы в научно-хозяйственном опыте, приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Состав и питательность комбикормов КР-1, %

Компонент	Рецепт			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Ячмень	25,1	18,1	15,1	11,1
Пшеница	20,0	20,0	20,0	20,0
Тритикале	10,0	10,0	10,0	10,0
Шрот соевый	16,0	16,0	16,0	16,0
Шрот подсолнечный	15,0	15,0	15,0	15,0
ЗЦМ «Биолак»	10,0	7,0	5,0	4,0
ЭПК	–	10	15	20
Фосфат дефторированный	1,0	1,0	1,0	1,0
Мел	1,4	1,4	1,4	1,4
Соль	0,5	0,5	0,5	0,5
Премикс ПКР-1	1,0	1,0	1,0	1,0
В 1 кг содержится:				
обменной энергии, МДж	11,3	11,7	12,1	12,5
кормовых единиц	1,13	1,23	1,33	1,43
сухого вещества, г	888	891	894	896
сырого протеина, г	216,6	215,3	214,1	210,2
сырого жира, г	20,7	46,2	71,8	97,3
сырой клетчатки, г	54,9	52,9	51,0	49,3
кальция, г	10,2	10,2	10,2	10,2
фосфора, г	6,8	6,9	7,0	7,0

Различия в составе комбикормов заключаются в том, что в рецепты № 2, № 3, № 4 введен экструдированный пищевой концентрат в количестве 10, 15 и 20 % по массе взамен части ячменя и ЗЦМ.

Изучение поедаемости кормов в научно-хозяйственном опыте показало, что использование в составе рационов бычков опытных комбикормов с включением разных норм ЭПК оказало определенное влияние на потребление корма.

Потребление комбикорма КР-1 в опытных группах составило 1,2–1,3 кг, сена – 0,6–0,65 кг, ЗЦМ – 0,36–0,38 кг. В суточном рационе содержание сухого вещества составило 2,35–2,52 кг, обменной энергии – 29,2–30,7 МДж, кормовых единиц – 2,8–2,91, сырого протеина – 538–556 г, сахара – 318–348 г, кальция – 23,1–23,9 г, фосфора – 15,8–16,3 г (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Характеристика рубцового содержимого

Показатель	I группа	II группа	III группа	IV группа
pH	6,98±0,06	6,93±0,19	6,65±0,13	6,88±0,09
Общий азот, мг%	144,6±5,2	162,9±7,1	189,4±15,1	175,0±10,4
Аммиак, мг%	27,8±0,3	26,0±0,4	25,0±0,4*	26,4±0,5
ЛЖК, ммоль/100 мл	8,67±0,27	8,79±0,62	9,93±0,19*	8,97±0,18
Инфузории, тыс. мл	349,7±12,3	362,3±4,3	391,3±19,2	387,5±14,4

Изучение процессов рубцового пищеварения показало, что во всех группах реакция среды содержимого рубца (pH) находилась практически на одинаковом уровне с колебаниями в пределах 6,65–6,98.

В рубцовой жидкости бычков опытных групп, потреблявших в составе комбикормов ЭПК в количестве 10, 15 и 20 % по массе, отмечено увеличение содержания азота на 10,5, 25 и 11 % соответственно.

Обогащение комбикорма КР-1 ЭПК в разном количестве способствовало снижению количества аммиака в рубце опытных животных на 5,0–10,0 %, что свидетельствует о снижении расщепления протеина и улучшении его использования микроорганизмами для синтеза белка, причем в III группе разница оказалась достоверной.

Повышение уровня ЛЖК в рубцовой жидкости животных опытных групп до 3,5–14,5 % свидетельствует о более интенсивном течении гидролиза углеводов кормов под влиянием экструдированного пищевого концентрата (ЭПК).

В физиологическом опыте наилучшей переваримостью практически всех питательных веществ отличались животные, получавшие с комбикормом КР-1 экструдированный пищевой концентрат в количестве 15 % по массе (табл. 4)

Т а б л и ц а 4. Переваримость питательных веществ, %

Показатель	I группа	II группа	III группа	IV группа
Сухое вещество	51,3+1,4	55,0+2,2	61,0+2,1*	56,0+1,1*
Органическое вещество	55,6+2,0	55,6+2,0	62,3+0,5*	58,7+1,3
Протеин	55,0+1,4	57,9+2,5	61,8+1,3*	57,8+1,2
Жир	53,7+0,8	57,6+0,4*	58,9+0,6	54,9+1,6
Клетчатка	54+0,6	52,3+1,5	58,5+0,7*	52,8+0,6
БЭВ	68,0+1,4	70,4+1,3	71,2+0,7	75,2+2,0

Так, использование в упомянутой норме ЭПК позволило повысить переваримость сухого вещества на 9,7 п.п., органического вещества – 6,7, протеина – 6,8, жира – на 5,2, клетчатки – на 4,5 п.п.

При использовании ЭПК в количестве 10 и 20 % по массе в составе комбикорма переваримость питательных веществ увеличилась в меньшей степени.

Изучение баланса азота показало, что он был положительным у животных всех групп.

В физиологическом опыте животные съедали разное количество кормов, в связи с чем поступление азота в организм оказалось различным. Так, молодняк II, III и IV опытных групп потреблял его соответственно на 0,5, 2,5 и 2,3 % больше, чем контрольной. Отмеченное увеличение поступления азота с кормом и меньшее выделение с калом способствовало повышению обеспеченности молодняка III группы переваренным азотом на 7,9 г ($P < 0,05$) и бычков II и IV групп – на 3,3 и 3,9 г соответственно.

Большее выделение азота с мочой молодняком опытных групп привело к увеличению различий по отложению азота в теле во II, III и IV группах – до 0,8; 3,3 и 1,2 г соответственно, причем разница между бычками III группы и контролем оказалась достоверной.

Полученные различия определенным образом сказались и на использовании азота организмом животных. Так, молодняк III группы использовал его на 29,1 % от принятого, что на 2,8 % лучше, чем в контрольной группе ($P < 0,05$). Бычки II и IV групп лучше использовали азот от принятого – на 0,8 и 0,5 % соответственно ($P > 0,05$).

Для изучения влияния разных норм ЭПК на физиологическое состояние животных были изучены гематологические показатели.

Исследованиями установлено, что ЭПК, вводимые в комбикорма опытных животных, не оказали значительного влияния на морфо-биохимические показатели крови – все они находились в пределах физиологической нормы. Вместе с тем установлены определенные межгрупповые различия по некоторым из них. Так, в крови телят, получавших ЭПК в количестве 10 % по массе в составе комбикорма, отмечено повышение содержания белка на 7,5 %, чем в контрольной группе ($P < 0,05$).

В крови животных, получавших добавку в количестве 5 и 15 % по массе в составе комбикорма, выявлено повышение концентрации эритроцитов относительно молодняка I группы на 2,5 %. Введение в рацион бычков ЭПК способствовало снижению уровня мочевины в крови опытных животных на 7,7–16,2 % ($P < 0,05$). В содержании остальных изучаемых компонентов крови каких-либо значительных межгрупповых различий не установлено.

Как показывают результаты опытов по изучению интенсивности роста животных (табл. 5), в связи с применением в их рационах комбикормов, содержащих разное количество ЭПК, наиболее целесообразно использовать его в норме 10 % по массе.

Введение добавки ЭПК в количестве 10 % по массе в состав комбикорма КР-1 позволило получить среднесуточный прирост 826 г, что на 8 % выше, чем в контроле ($P < 0,05$). Введение

в состав комбикорма КР-1 ЭПК в количестве 10 и 20 % оказало меньшее ростостимулирующее действие на животных. Животные, получавшие комбикорма с ЭПК в количестве 15 % по массе, затрачивали кормов меньше на 8 %.

Т а б л и ц а 5. **Живая масса и затраты кормов**

Показатель	I группа	II группа	III группа	IV группа
Живая масса, кг:				
в начале опыта	50	51	52	50
в конце опыта	84,4	86,8	89,2	86,2
Валовый прирост, кг	34,4	35,8	37,2	36,2
Среднесуточный прирост, г	764,0+12,2	796,0+16,4	826,0+9,9	804,0+20,5
Затраты кормов на 1 ц прироста, ц к. ед.	3,89	3,77	3,50	3,68

Себестоимость 1 ц прироста снизилась в III опытной группе на 11 %. При использовании иных норм добавки этот показатель снижался в меньшей степени. Снижение себестоимости прироста бычков, в состав комбикорма которых вводилась добавка в количестве 10 % по массе, позволило получить дополнительную прибыль в расчете на голову за опыт на 12 % больше, чем в контрольном варианте.

Выводы

1. Установлено положительное влияние разных норм ввода экструдированного пищевого концентрата в состав комбикормов на поедаемость кормов, рубцовое пищеварение, переваримость и использование питательных веществ, биохимический состав крови, продуктивность и экономическую эффективность.

2. Использование оптимальной нормы ввода ЭПК в кормлении молодняка крупного рогатого скота способствует активизации микробиологических процессов в рубце, что приводит к снижению на 11,5 % количества аммиака, увеличению на 25 % уровня общего азота, повышению на 5,0–9,5 % переваримости сухих, органических веществ, протеина, жира и клетчатки, улучшению использования азота – на 3,3 % от принятого.

3. Включение ЭПК в рационы бычков оказывает положительное влияние на окислительно-восстановительные процессы в организме животных, о чем свидетельствует морфо-биохимический состав крови, при этом наблюдается повышение концентрации общего белка в сыворотке крови на 7,5 %, снижение содержания мочевины – на 16,2 % ($P < 0,05$).

4. Скармливание молодняку крупного рогатого скота комбикорма, обогащенного ЭПК в количестве 15 % по массе, позволяет повысить среднесуточные приросты бычков на 8 % и снизить затраты кормов на 1 ц прироста на 9 %, получить дополнительную прибыль в размере 80,5 тыс. руб. за опыт.

Литература

1. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / В. К. Пестис [и др.]; под ред. В. К. Пестиса. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 540 с.
2. Дурст, Л. Кормление сельскохозяйственных животных / Л. Дурст, М. Виттман; пер. с нем.; под ред. Г. В. Провагорова. – Винница: Новая книга, 1983. – 480 с.
3. Макаревич, Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / Н. Г. Макаревич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Калуга: Изд-во науч. лит-ры Н.Ф. Бочкаревой, 2007. – 405 с.
4. Попков, Н. А. Корма и биологически активные вещества: справочник / Н. А. Попков, В. И. Фисинин, Н. А. Егоров. – Минск: Белорус. наука, 2005. – 881 с.
5. Физиология пищеварения и кормления молодняка крупного рогатого скота / А. М. Лапотко [и др.]. – Минск, 2005. – 220 с.
6. Хохрин, С. Н. Кормление крупного рогатого скота, овец, коз и лошадей / С. Н. Хохрин. – СПб.: Профиткс, 2003. – 456 с.
7. Эффективное использование кормов при производстве говядины / Н. А. Яцко [и др.] – Минск, 2000. – 285 с.
8. Ганущенко, О. Ф. Льносемя, продукты его переработки и их практическая ценность / О. Ф. Ганущенко // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 10. – С. 18.
9. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – Минск: Колос, 176. – 304 с.
10. Виктор, П. И. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Виктор, В. К. Менькин. – М.: Агрпромпиздат, 1991. – 112 с.

**EXTRUDED ENRICHING AGENT BASED ON FLAX SEEDS AND BARLEY GRITS
IN THE DIETS FOR CALVES**

Summary

Inclusion of 15 % of extruded food concentrate into KR-1 feed for calves contributes to the enhancement of microbiological processes in the rumen. It is reflected in the increase of the concentration of volatile fatty acids by 14.5 %, decrease of pH by 4.7 % and ammonia by 10%. It ensures the increase of digestibility of dry and organic matter by 9,7-65 percentage points, crude protein by 6.8 percentage points, fiber by 4.5 percentage points, fat by 5.2 percentage points, the concentration of total protein in serum by 7,5%, and the decrease of urea content by 16.2 %, allowing to increase the average daily gain of calves by 8%, to reduce the cost of feed by 9% and get more profit by10 %.

$$\sigma = p_0(1 - e^{-h/k_0}), \quad (5)$$

$$\sigma = p_0(1 - e^{-L\varepsilon}), \quad (6)$$

$$\sigma = p_0 th \left(\frac{k}{p_0} h \right), \quad (7)$$

$$\sigma = \frac{p_0}{1 + C e^{-c_1 p_0 h}}, \quad (8)$$

где k – коэффициент объемного смятия почвы, Н/м³; \bar{p} – среднее удельное давление при $Ph = F$, Па; P – периметр опорной площади, м; F – опорная площадь, м²; c – константа; μ – показатель степени деформируемости почвы; c_0 – константа деформируемости с постоянной размерностью, Па; $\varepsilon = h/D$ – относительная деформация; D – диаметр штампа, м; p_0 – предел несущей способности почвы, Па; k_0 – константа деформируемости, м; L' – безразмерный коэффициент относительной жесткости.

К недостаткам линейной (1) и степенной (3) функций следует отнести то, что в них не отражена физическая сущность деформации почвы. Линейная зависимость приводит к якобы непрерывному и беспредельному росту сопротивления сжатию с увеличением деформации. Степенная функция имеет, с одной стороны, тот же недостаток, с другой – приводит к маловероятному выводу о бесконечно большой интенсивности нарастания напряжения в начале процесса сжатия.

В зависимости (4), предложенной С. С. Саакяном, абсолютная деформация заменена относительной, благодаря чему константа c_0 имеет постоянную размерность. Однако зависимость (4) не устраняет остальных недостатков формулы (3). Зависимость (2), предложенная Ф. А. Опейко [4], может применяться при давлениях, не превышающих 30–40 кПа.

Теоретически более обоснованы формулы (5) и (6), предложенные С. С. Корчуновым и М. Н. Троицкой. Однако их можно получить из преобразований предложенной В. В. Кацыгиным зависимости (7), которая получена в результате более общего предположения о характере изменения свойств почвы при деформации. Зависимость (8), предложенная Г. И. Покровским, имеет вид S-образной кривой. Анализ показал, что эта кривая симметрична относительно точки перегиба [5].

Для выявления характера кривой (8) найдем производную σ по h :

$$\sigma' = \frac{p_0^2 C c_1 e^{-c_1 p_0 h}}{(1 + C e^{-c_1 p_0 h})^2}. \quad (9)$$

Анализ зависимости (9) показал, что она представляет собой симметричную относительно вертикальной оси кривую. Следовательно, зависимость (8) симметрична относительно точки перегиба.

Проанализируем, отражают ли зависимости (1)–(8) многообразие почвенных условий, имеющих место при эксплуатации сельскохозяйственных машин. Перед тем как изучать сжатие почвы в массиве, рассмотрим деформацию изолированных образцов почвы [2].

При сжатии почвы в жесткой обойме (компрессионном сжатии) зависимость между напряжением и осадкой штампа имеет вогнутый характер (рис. 2, а). При неограниченном увеличении напряжения деформация почвы имеет определенный предел.

Зависимость между напряжением и деформацией при сжатии образца с возможностью бокового выпирания описывается выпуклой кривой (рис. 2, б). Выпуклый характер кривой деформации почвы подтвержден экспериментально.

При вдавливании штампа в массив почвы одновременно происходят процессы сжатия почвы и сдвига ее в стороны от вертикальной оси [6], поэтому кривая вдавливания имеет сложный вогнуто-выпуклый характер (рис. 2, в).

Проанализируем возможность применения закономерностей деформирования почвы штампом к процессу передвижения колес.

Для того чтобы можно было применить закономерности деформирования почвы штампом применительно к качению колеса, применяются следующие допущения [7].

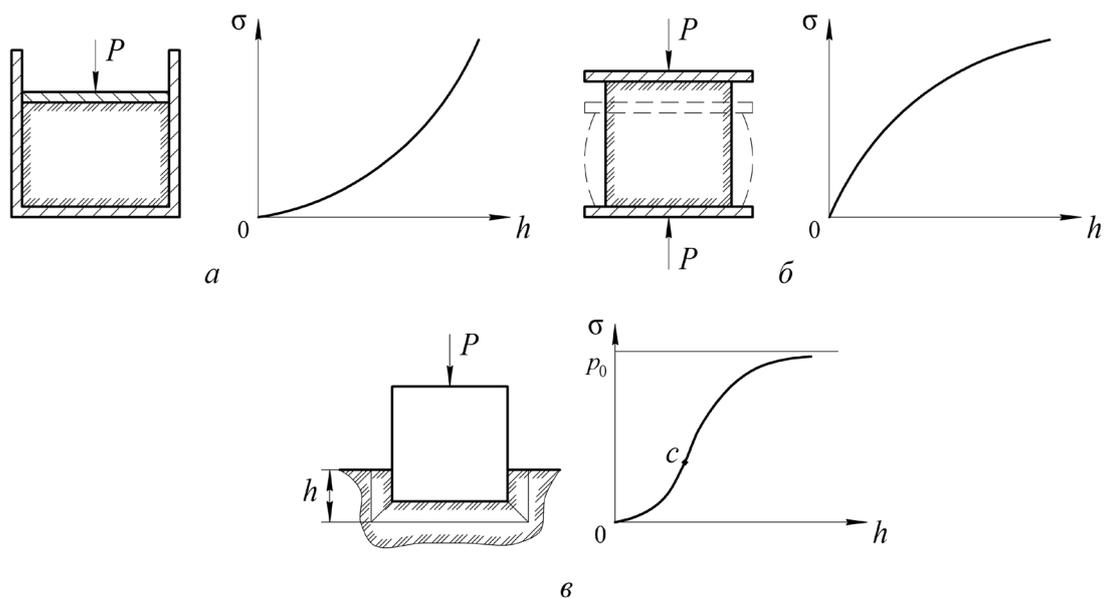


Рис. 2. Сопроотивление почвы при деформации: *a* – компрессионное сжатие; *б* – сжатие с возможностью бокового расширения; *в* – вдавливание штампа в массив почвы

1. Сила реакции почвы на элементе поверхности колеса проходит через его ось и равна напряжению σ , умноженному на площадь элемента dA .

2. Напряжение σ под колесом равно напряжению под штампом, вдавленным в почву на глубину, на которой находится рассматриваемый элемент поверхности колеса.

При выполнении данных допущений можно применять зависимость между напряжением σ и осадкой штампа h (рис. 3, *б*) для определения напряжений в размеченных точках контакта колеса с почвой.

При изучении процесса вдавливания деформатора установлено, что кривая изучаемого явления может быть симметричной лишь в некоторых частных случаях. В общем случае деформирования бесконечного полупространства почвы она асимметрична относительно точки перегиба.

Составим дифференциальное уравнение деформирования почвы, учитывающее имеющее место процесс сжатия и сдвига почвы.

Для слоя почвы ограниченной высоты приращение деформации dh , происходящее от возрастания сжимающего напряжения на величину $d\sigma$, обратно пропорционально величине напряжения σ :

$$dh = \frac{d\sigma}{a\sigma} \quad (10)$$

(a – коэффициент пропорциональности).

На рис. 4, *a* видно, что для бесконечного полупространства почвы приращение осадки зависит также от высоты деформируемого слоя h_0 и возрастает с его увеличением, т. е.

$$dh = \frac{d\sigma}{a\sigma} c_2 h_0, \quad (11)$$

где c_2 – коэффициент пропорциональности.

Поскольку высота деформируемого слоя h_0 возрастает с увеличением осадки, то справедливо следующее выражение:

$$dh = b_1 \frac{d\sigma}{\sigma} h, \quad (12)$$

где b_1 – коэффициент пропорциональности.

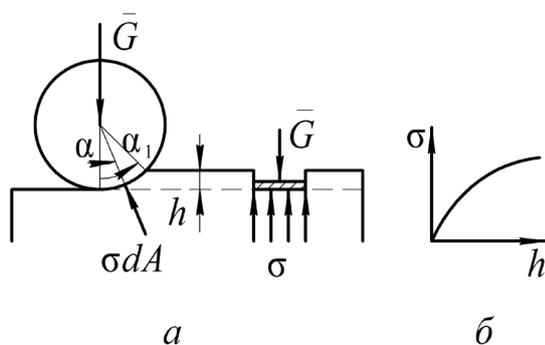


Рис. 3. Деформация почвы: *a* – схема деформирования почвы колесом и штампом; *б* – зависимость между напряжением σ и деформацией почвы h [7]

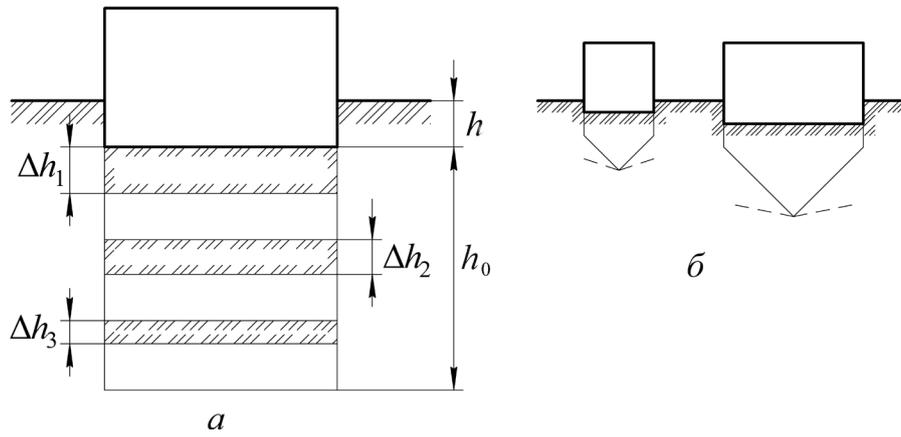


Рис. 4. Воздействие деформатора на почву: *a* – формирование глубины следа; *б* – влияние размеров штампа на высоту уплотняемого слоя

Дифференциальное уравнение (12) описывает процесс осадки почвы за счет ее уплотнения. Процесс осадки почвы за счет сдвига ее частиц в стороны от линии движения деформатора, согласно Г. И. Покровскому, описывается таким уравнением:

$$dh = h \frac{d\sigma}{b_2(p_0 - \sigma)}, \quad (13)$$

где b_2 – коэффициент пропорциональности.

Дифференциальное уравнение осадки почвы с учетом происходящих процессов сжатия и сдвига имеет следующий вид:

$$bdh = h \frac{d\sigma}{b_2(p_0 - \sigma)}, \quad (14)$$

где b – коэффициент пропорциональности.

Решив уравнение (14) относительно σ , получаем зависимость между сопротивлением и осадкой при внедрении штампа в почвенный массив:

$$\sigma = \frac{p_0}{1 + 1/ch^b}, \quad (15)$$

где c – опытный коэффициент.

Чтобы определить характер зависимости (16), найдем производную σ по h :

$$\sigma' = \frac{1}{h^{b+1}} \frac{p_0 C b}{(1 + 1/ch^b)^2}. \quad (16)$$

Анализ показал, что зависимость (16) асимметрична относительно вертикали. Следовательно, зависимость между сопротивлением и осадкой почвы (15) является асимметричной относительно точки перегиба и описывает более общий случай деформирования почвы по сравнению с рассмотренными выше зависимостями. Однако параметры C и b определяют общий характер процесса и не в достаточной степени учитывают специфику начальной стадии деформирования.

На рис. 4, *б* видно, что для деформаторов с большой опорной поверхностью в процесс деформирования вовлекаются более глубокие слои почвы, поэтому для пневматических колес больших размеров важно учесть характер деформации почвы в начальной стадии деформирования. Процесс осадки будем характеризовать аналитическим описанием кривой вдавливания, состоящей из вогнутого и выпуклого участков. Так, Д. И. Золотаревская, используя результаты исследования Г. И. Покровского и предложенную В. В. Кацыгиным зависимость гиперболического тангенса между сопротивлением и осадкой почвы, получила следующую формулу [8]:

$$\sigma = p_0 \left[th \frac{E_m}{p_0} (\varepsilon - \varepsilon_m) + th \frac{E_m}{p_0} \varepsilon_m \right], \quad (17)$$

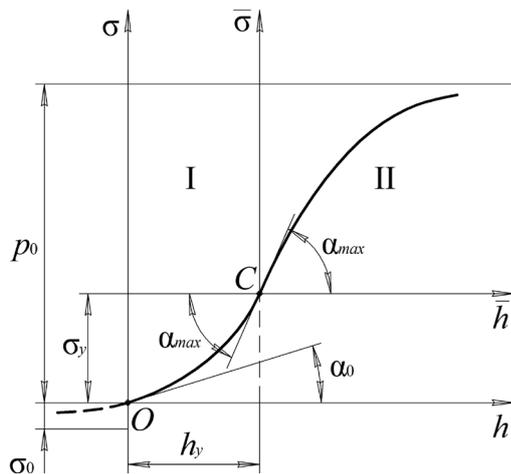


Рис. 5. Зависимость между сопротивлением и осадкой штампа

где E_m – максимальный модуль деформации почвы, Па; $\varepsilon = h/h_0$ – относительная осадка; h_0 – эквивалентная высота деформируемого слоя, м; ε_m – относительная осадка почвы, соответствующая точке перегиба кривой.

Формула (17) больше приемлема для практического использования, чем выражение (8), так как входящие в нее коэффициенты имеют физический смысл и легко определяются из опыта. Однако, она также симметрична относительно точки перегиба, что не совсем точно отражает процесс вдавливания в начальной стадии.

Для нахождения уравнения кривой вдавливания введем вспомогательную систему координат $\bar{\sigma}C\bar{h}$ (рис. 5). Начало данной системы координат поместим в точку перегиба C . Выпуклый участок кривой вдавливания в системе координат $\bar{\sigma}C\bar{h}$ описывается уравнением

$$\bar{\sigma} = pth \frac{k_m \bar{h}}{p}, \quad (18)$$

где p – предел несущей способности в данной системе координат, равный $(p_0 - \sigma_y)$, Па; k_m – коэффициент объемного смятия почвы в точке перегиба C , Н/м³.

Кривую вдавливания (рис. 5) будем описывать двумя уравнениями.

Выражение, описывающее вогнутый участок, составим исходя из того, что производные уравнения первого и второго участков кривой вдавливания в точке C равны между собой [9]. Из этого следует, что в системе координат $\bar{\sigma}C\bar{h}$ коэффициенты объемного смятия в точке перегиба C для вогнутого и выпуклого участков равны друг другу: $k_1 = k_2 = k_m$. Предел несущей способности для вогнутого участка: $p = -(\sigma_y + \sigma_0)$.

После соответствующих преобразований получим выражение вогнутого участка кривой деформирования в системе координат σOh :

$$\sigma_y - \sigma_1 = (\sigma_0 + \sigma_y) th \frac{k_m}{\sigma_0 + \sigma_y} (h_y - h),$$

где σ_y – сопротивление вдавлению в точке перегиба кривой, Па; σ_1 – сопротивление вдавлению деформатора в первой стадии, характеризуемой вогнутым участком кривой, Па; σ_0 – напряжение, обусловленное сцеплением почвы, Па; k_m – коэффициент объемного смятия почвы в точку C перегиба, Па/м (равен $\text{tg}\alpha_{\text{max}}$); h_y – деформация почвы в точке перегиба C , м.

Зависимость между сопротивлением и осадкой для вогнутого участка примет такой вид:

$$\sigma_1 = \sigma_y - (\sigma_0 + \sigma_y) th \frac{k_m}{\sigma_0 + \sigma_y} (h_y - h). \quad (19)$$

Для практического использования равенство (19) неприемлемо из-за трудности определения напряжения σ_0 , обусловленного сцеплением почвы. Выразим его через коэффициент k_0 объемного смятия в начале процесса вдавливания ($k_0 = \text{tg}\alpha_0$). Возьмем производную напряжения σ_1 по осадке h из уравнения (19), одновременно воспользовавшись тем, что при $h = 0$, $\sigma_1 = 0$, а $k_0 = d\sigma_1/dh$. Тогда:

$$\frac{d\sigma_1}{dh} = k_0 = \frac{k_m}{ch^2 \frac{k_m h_y}{\sigma_0 + \sigma_y}}.$$

Отсюда:

$$\sigma_0 + \sigma_y = \frac{k_m}{\text{arch} \sqrt{\frac{k_m}{k_0}}}.$$

Зависимость сопротивления от глубины на вогнутом участке кривой вдавливания будет иметь такой вид:

$$\sigma_1 = \sigma_y - \frac{k_m h_y}{\operatorname{arch} \sqrt{\frac{k_m}{k_0}}} th \left(\frac{h_y - h}{h_y} \operatorname{arch} \sqrt{\frac{k_m}{k_0}} \right). \quad (20)$$

Для выпуклого участка зависимость между сопротивлением и осадкой запишем следующим образом:

$$\sigma_2 = \sigma_y + (p_0 - \sigma_y) th \frac{k_m}{p_0 - \sigma_y} (h - h_y). \quad (21)$$

где σ_2 – сопротивление вдавлыванию деформатора во второй стадии, характеризуемой выпуклым участком кривой, Па.

Применим формулы (20) и (21) для расчета процесса слеодообразования для почвы со следующими механическими свойствами:

- 1) рыхлая почва: $\sigma_y = 80$ кПа; $h_y = 0,058$ м; $k_m = 2500$ кПа/м; $k_0 = 300$ кПа/м; $p_0 = 200$ кПа;
- 2) почва средней плотности: $\sigma_y = 200$ кПа; $h_y = 0,058$ м; $k_m = 5000$ кПа/м; $k_0 = 1500$ кПа/м; $p_0 = 500$ кПа;
- 3) почва высокой плотности: $\sigma_y = 300$ кПа; $h_y = 0,058$ м; $k_m = 7500$ кПа/м; $k_0 = 2250$ кПа/м; $p_0 = 750$ кПа.

Найдем глубину следа в зависимости от давления движителя на почву. Если давление меньше сопротивления вдавлыванию в точке перегиба, глубина следа определяется из формулы (20):

$$h = \frac{h_y}{A_0} \left[A_0 - \operatorname{arch} \frac{A_0 (\sigma_y - \sigma)}{k_m h_y} \right], \quad (22)$$

где $A_0 = \operatorname{arch} \sqrt{k_m/k_0}$.

Для случая, когда давление движителя на почву превышает сопротивление вдавлыванию в точке перегиба, глубину следа находим из выражения (21):

$$h = h_y + \frac{p_0 - \sigma_y}{k_m} \operatorname{Arth} \frac{\sigma_y - \sigma}{p_0 - \sigma_y}. \quad (23)$$

По формулам (22) и (23) строим зависимость деформации почвы от давления на нее (рис. 6).

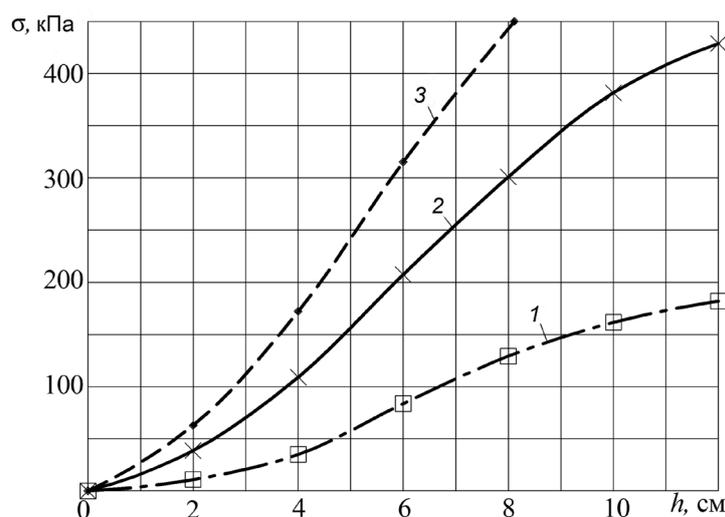


Рис. 6. Зависимость деформации почвы от давления:
1 – при $k_0 = 300$ кПа/м; 2 – при; $k_0 = 1500$ кПа/м; 3 – при $k_0 = 2250$ кПа/м

На рис. 6 видно, что для почвы небольшой исходной плотности ($k_0 = 300$ кПа/м) четко выделяются три участка: вогнутый, близкий к прямолинейному и выпуклый. Для почвы с высокой исходной плотностью ($k_0 = 2250$ кПа/м) четко выделяется средний прямолинейный участок, а выпуклый – отсутствует.

Выводы

1. В общем случае деформирования, когда плотность почвы в различных горизонтах мало различима, зависимость между напряжениями сжатия и осадкой штампа имеет S-образный характер. График этой зависимости, имеющий вогнутый и выпуклый участки, является ассиметричным относительно перегиба.

2. Для определения глубины следа при воздействии колес следует применять предложенные зависимости, описывающие вогнутый и выпуклый участки кривой деформирования. Из графиков, построенным по данным зависимостям, видно, что с увеличением рыхлости почвы усиливается вогнутость в начальной стадии и выпуклость в конечной стадии деформирования.

Литература

1. Орда, А. Н. Свойства почвы и их изменение под воздействием ходовых систем почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов // А. Н. Орда, А. С. Воробей, В. А. Шкляревич // Инженер. вест.. – 2008. – № 1 (25). – С. 68–73.
2. Орда, А. Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: автореф. дис. ... д-ра тех. наук: 05.20.03 / А. Н. Орда; Белорус. аграр. техн. ун-т. – Минск, 1997. – 36 с.
3. Кацыгин, В. В. Основы теории выбора оптимальных параметров мобильных с.-х. машин и орудий / В. В. Кацыгин // Вопросы с.-х. механики. – Минск, 1964. – Т. 13. – С. 5–147.
4. Опейко, Ф. А. Торфяные машины / Ф. А. Опейко. – Минск: Вышэйшая школа, 1968. – 408 с.
5. Бойков, В. Обоснование зависимости между сжимающими напряжениями и осадкой почвы / В. Бойков, Ч. Жданович, А. Орда // Y Miedzynarodowe sympozjum Ekologiczne aspekty mechanizacji nawozenia, ochrony roslin i uprawy gleby. – Warszawa, 1998. – S. 161–168.
6. Орда, А. Н. Оценка воздействия на почву ходовых систем и рабочих органов почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов / А. Н. Орда, Н. А. Гирейко, А. Б. Селеши // Агропанорама. – 2006. – № 2. – С. 6–9.
7. Кулен, А. Современная земледельческая механика / А. Кулен, Х. Купперс. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 350 с.
8. Золотаревская, Д. И. Зависимость между сжимающими напряжениями и осадкой почвы / Д. И. Золотаревская // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 1980. – № 2. – С. 30–32.
9. Кацыгин, В. В. Почвошадящие ходовые системы / В. В. Кацыгин, А. Н. Орда // Тягово-энергетические мобильные средства для сельскохозяйственного производства. – Минск, 1985. – С. 16–27.

A. N. ORDA, V. A. SHKLYAREVECH, A. S. VOROBEY

REGULARITIES OF SOIL DEFORMATION UNDER THE INFLUENCE OF WHEELS OF AGRICULTURAL MACHINERY

Summary

As a result of the analysis of soil deformation S-dependence between resistance and deformation is established. For the description of concave and convex areas of a curve the dependences are proposed. These dependences can be used to substantiate the permissible load on the wheels of agricultural machinery.

УДК 631.512

Г. С. ГОРИН¹, А. А. СИЛЬЧЕНКО², Г. Ф. БЕТЕНЯ³, С. Н. РОГОЖИНСКИЙ³

РАСЧЕТ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ ПРИ ПОЧВООБРАБОТКЕ ПЛУГОМ

¹Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

²Государственный комитет по науке и технологиям,
г. Минск, Республика Беларусь

³Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: tnrc-bgatu@mail.ru

(Поступила в редакцию 10.12.2013)

При решении названной задачи большинство исследователей ограничивается анализом составляющих, входящих в обобщенную зависимость В. П. Горячкина. Это не позволяет моделировать процессы, происходящие в контакте. Как следствие, из подобных расчетов не вытекают конкретные рекомендации по выбору деталей плуга, лемеха, отвала, полевой доски и их покрытий.

Цель данного расчета – изучение возможности снижения энергозатрат, повышения износостойкости названных деталей плуга путем выбора ширины корпусов плуга, а также нанесения на них покрытий для снижения, в частности коэффициента трения.

1. Расчетные схемы. Для названного анализа составляющие снижения энергозатрат используются элементы нетрадиционной методики, предложенные в работах [5, 6], представленные на рис. 1–3.

В отличие от принятых кинематических схем [6, 7] предложены расчетные схемы, учитывающие деформации пласта. В поперечной плоскости рассматриваются четыре положения отдельной части пласта:

– в начальном положении I рассматривается параллелепипед с шириной b и высотой a . Центр параллелепипеда находится в точке 2 (рис. 1);

– в положение II параллелепипед приходит, поворачиваясь на угол Ψ_{I-II} вокруг крайней точки B , при этом центр тяжести параллелепипеда (точка 2) оказывается над точкой B . При повороте пласта почва испытывает деформации изгиба, сдвига, сжатия и растяжения (рис. 2, а). Высоту подъема центра тяжести пласта принимаем с учетом осадки;

– в положение III параллелепипед приходит, поворачиваясь вокруг крайней точки B'' (рис. 2, б) на угол Ψ_{II-III} , при этом центр масс окажется над точкой B'' и поднимется с учетом деформаций на высоту;

– в положение IV центр пласта приходит на расстоянии l_{2k} , на котором энергия разгона пласта поглощается, т. е. пласт тормозится.

В процессе перемещения носка лемеха возникает сила трения, вызывающая в почве напряжение сдвига $\sigma_{сд}$, вблизи полевого обреза возникают напряжения смятия $\sigma_{см}$, растяжения $\sigma_{р}$, среза $\sigma_{ср}$ и сдвига $\sigma_{сд}$ в разных плоскостях (рис. 3). Быстрое разрушение почвы сдерживает армирование поверхностных слоев корнями.

Методика предусматривает расчет составляющих энергозатрат при вспашке пласта почвы объемом $V_{пл} = 1 \text{ м}^3$ на глубину $a = 0,20$ м и ширину $b = 0,35$ м. Для обработки объема $V_{пл} = 1 \text{ м}^3$ почвы корпус с названными параметрами должен продвинуться на расстояние $S_p = 14,28$ м. При скорости $V = 2$ м/с время движения составит $t_p = 7,14$ с.

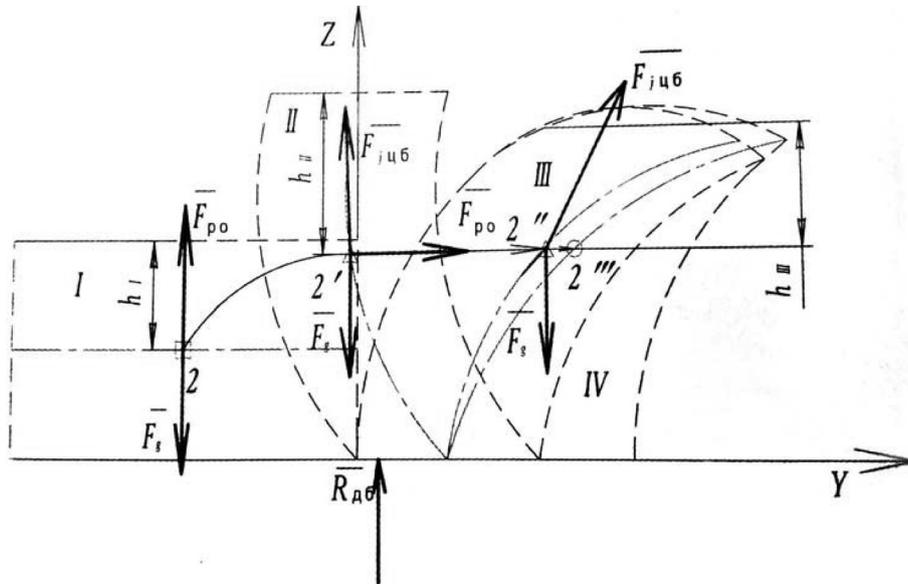


Рис. 1. Схема к расчету перемещений отделенного пласта почвы

В зоне контакта лемеха с почвой нормально опорной поверхности плужной борозды приложена часть общего веса плуга $G_{пл}^II = K_{пл}^II G_{пл}$ и части веса пласта почвы – оборачиваемая G_p и приподнимаемая в массиве G_M (рядом с плугом). Между оборачиваемым и приподнимаемым $BCHF$ пластами находится боковая площадь среза BF (см. рис. 3). Срез происходит в вертикальном направлении

$$\tau_{ср} = G_M / S = \frac{g\rho(S_{BCHF} + S_{CEH})}{a},$$

где $S_{BCHF} = ab_{кон}^II$, $S_{CEH} = \alpha^2 \sin \varphi_{п-п}$.

Напряжения среза почвы относительно малы. Они не превышают предела прочности $\tau_{ср} = 40$ кПа, тем более что почва армирована корнями растений. Растяжение почвы происходит в треугольнике ΔBFH с углом $\psi_{пл}$ при вершине. Сдвиг почвы в продольной плоскости происходит в горизонтальном направлении и по линиям сдвига, направленным по нормальям к поверхности лемеха с учетом образования на носке лемеха ядра уплотнения [3] и трения в контакте.

Силу внедрения лемеха в почву с учетом силы трения определим по формуле:

$$F_{внедр} = F_{лем} + F_{тр},$$

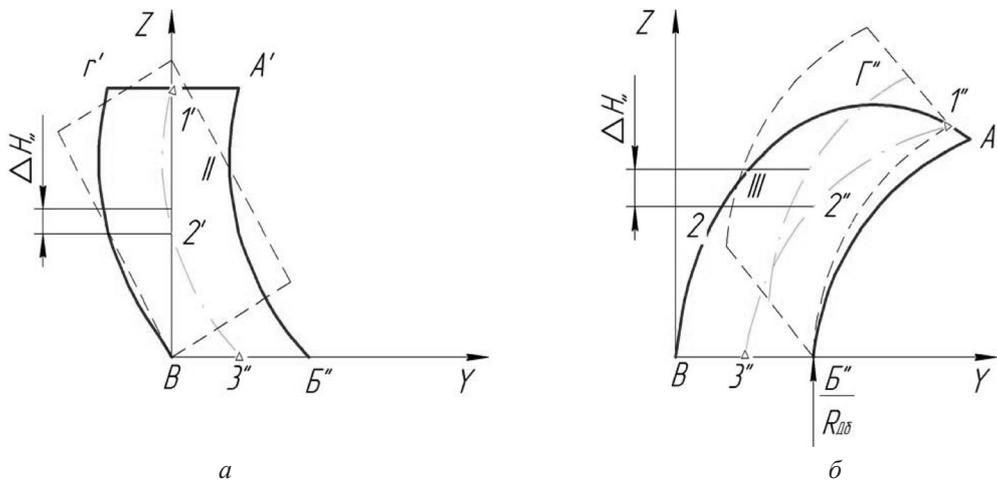


Рис. 2. Расчетные схемы деформаций пласта: а – центр тяжести пласта находится над точкой B; б – центр тяжести пласта находится над точкой B''

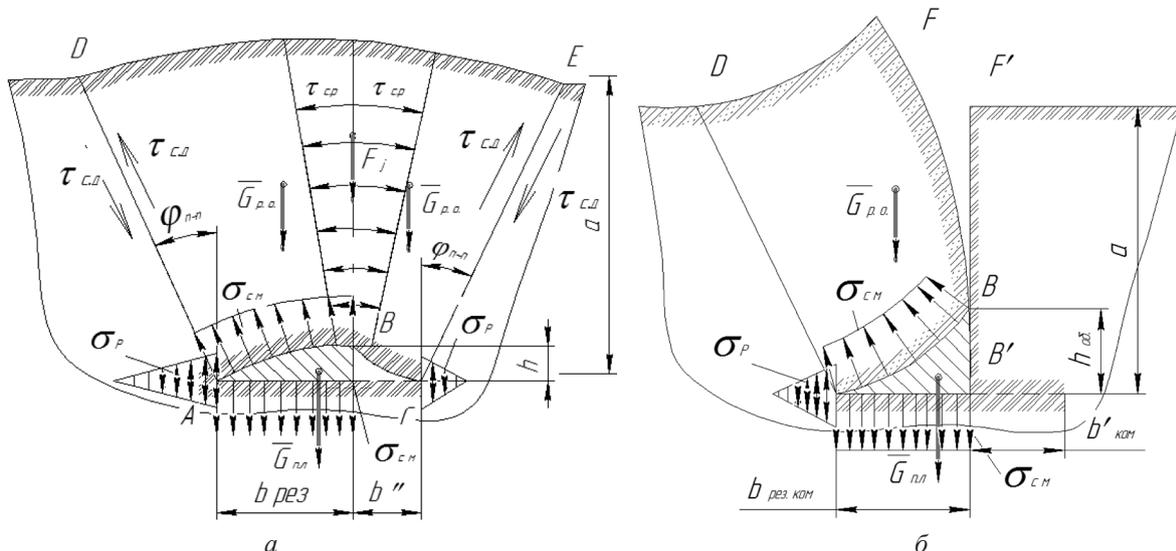


Рис. 3. Расчетные схемы сил, напряжений и деформаций пласта лемехом в поперечной плоскости: а – пласт не отделен от полевого обреза; б – пласт отделен от полевого обреза

$$F_{\text{лем}} = \sigma_{\text{см}} S_{\text{лем}},$$

$$F_{\text{тр}} = \varphi_{\text{пл}} K_{\text{пл}}^{\text{л}} (G_{\text{ро}} + G_{\text{м}} + G_{\text{пл}}),$$

где $\varphi_{\text{пл}}$ – коэффициент трения плуга, примем равным коэффициенту трения стали по почве $\varphi_{\text{пл}} = 0,5$ [3].

Площадь щели лемеха примем равной:

$$S_{\text{лем}} = \frac{hb_{\text{лем}}}{2} = \frac{0,065 \cdot 0,10}{2} = 3,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Остальные расчеты провели в соответствии с алгоритмом, приведенным в табл. 3, 4.

К пласту приложены силы (рис. 4): F_g – объемная сила тяжести; $F_{\text{ро}}$ – поверхностно распределенная сила; $F_{\text{цб}}$ – центробежная сила инерции; $R_{\text{гб}}$ – поверхностно распределенная реакция дна борозд; $R_{\text{п}}$ – поверхностно распределенная реакция предыдущего пласта; $F_{\text{жторм}}$ – объемная сила инерции пласта.

Составляющие веса почвы, приложенные к корпусу:

– оборачиваемой,

$$G_{\text{ро}} = g\nu\rho K_{\text{ро}} \frac{l_{\text{п}}}{S_{\text{р}}},$$

– приподнимаемой в массиве,

$$G_{\text{м}} = g\nu\rho K_{\text{м}} \frac{l_{\text{л}}}{S_{\text{р}}}.$$

Здесь $K_{\text{р}}$ и $K_{\text{м}}$ – коэффициенты, учитывающие доли в общей ширине захвата (табл. 3) пластов:

– оборачиваемого,

$$K_{\text{ро}} = \frac{b_{\text{рез}} + 0,5a \sin \varphi_{\text{мн}}}{b},$$

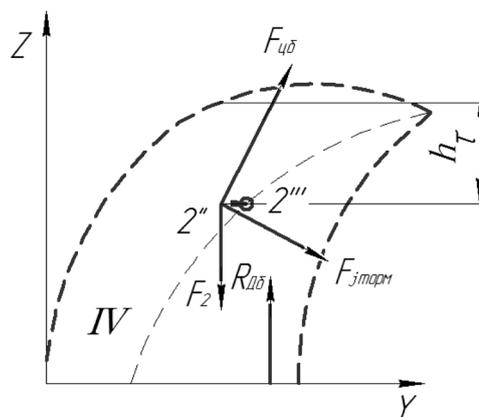


Рис. 4. Схема к расчету центробежных сил при перемещении пласта

– приподнимаемого в массиве,

$$K_M = \frac{b_{\text{рез}}'' + 0,5a \sin \varphi_{\text{пл}}}{b}$$

где $\frac{l_{\text{л}}}{S_{\text{р}}}$ – коэффициент, учитывающий долю длины лемеха в общей длине пахоты, $S_{\text{р}} = 14,28$ м.

2. Исходные данные для расчета. Для проведения расчета возьмем следующие параметры: почва – суглинок дерново-подзолистый, плотность почвы $\rho = 1600$ кг/м³. Пределы прочности почвы, МПа: на сдвиг $\tau_{\text{сд}} = 0,04$, на смятие $\sigma_{\text{всм}} = 0,08$, на растяжение $\sigma_{\text{р}} = 0,01$. Коэффициенты трения почвы: по почве $\psi_{\text{пл}} = 1$, почвы по стали $\varphi = 0,5$. В табл. 1 приведены рассчитанные значения кинематики поворота пласта почвы для различных вариантов исполнения корпусов плуга, необходимые для последующих расчетов.

Т а б л и ц а 1. **Параметры сравниваемых корпусов и пласта почвы**

Параметры плуга	Корпуса		
	1	2	3
1. Ширина захвата корпуса (b), м	0,35	0,30	0,50
2. Доля всего плуга, приходящегося на корпус ($G_{\text{пл}}$), кН	2,0	1,7	7,0
3. Перемещение ($l_{\text{н}}$) почвы по носку лемеха до момента разделения пласта, м	0,18	0,18	0,18
4. Подъем почвы на полевом обрезах ($\Delta h_{\text{об}}$), м	0,065	0,065	0,065
5. Ширина щели в массиве под лемехом ($b_{\text{рез}}$), м	0,105	0,10	0,15
6. Ширина щели в массиве (b^{II}), м	0,100	0,095	0,14
7. Средний радиус вращения пласта, м, $\rho_{\text{ср}} = \sqrt{\rho_2^2 + (0,6a)^2}$	0,29	0,37	0,538
8. Длина траектории контакта почвы с поверхностью рабочего органа ($l_{\text{ро}}$), м	0,55	0,556	0,854
9. Углы поворота пласта между положениями, рад $\Psi_{\text{I-II}} = \frac{\pi}{2} - \arctg \frac{a}{b}$ $\Psi_{\text{II-III}} = \frac{\pi}{2} - \arctg \frac{b/2}{a}$	0–1,05 0–0,95	0–1,12 0–0,95	0–1,37 0–0,90
10. Совокупный угол поворота пласта (Ψ), рад	2	2,09	2,27
11. Средний угол α между векторами сил тяжести и воздействия органов, рад, $\alpha = 1,54\Psi$	3,08	3,22	3,49
12. Расстояние (l_2), пройденное частицей 2 из положения III в положение IV, м	0,03	0,03	0,03
13. Высоты подъема центра пласта при перемещениях, м: из положения I в положение II ΔH из положения II в положение III ΔH	0,03 0,053	0,032 0,062	0,120 0,0385
14. Центробежное ускорение пласта почвы (W_{τ}), м/с ²	2,31	1,474	0,793
15. Радиус поворота центра пласта, м: – R_2' из положения I в положение II, $R_2' = K'b/2$, где K' – поправочный коэффициент (см. рис. 3), $K' = 0,874$; – R_2'' из положения II в положение III, $R_2'' = K''a/2$, где K'' – поправочный коэффициент (см. рис. 4), $K'' = 1,77$	0,153 0,177	0,130 0,197	0,2185 0,177

3. Алгоритмы и результаты расчета.

В табл. 2 приведены рассчитанные значения удельных затрат энергии на оборот пласта почвы, преодоление трения пласта о поверхность рабочих органов для различных вариантов корпусов.

Т а б л и ц а 2. Расчет удельных затрат энергии на оборот пласта почвы, Дж/м³

Составляющие затрат энергии	Формула для расчета	Корпус		
		обычный		оборотный
		$a_1 = 0,20$ м; $b_1 = 0,35$ м	$a_2 = 0,22$ м; $b_2 = 0,30$ м	$a_3 = 0,20$ м; $b_3 = 0,50$ м
<i>Затраты энергии на оборот пласта, Дж/м³</i>				
Вес пласта, Н	$F_g = g\rho V_{пл}$	15680		
Длина траектории поворота пласта, м	$S_{po} = \rho_{cp}(\Psi_{I-II} + \Psi_{II-III})$	0,55	0,556	0,427
Время его поворота, с	$t_{po} = \frac{S_{po}}{V}$, $v = 2$ м/с	0,275	0,278	0,2135
Среднее значение поверхностно-распределенной силы F_{po} , Н	$F_{po} = m_{пл}(2 + g \cos 1,5\varphi)$	13810,5	–	–
Удельная работа оборота пласта: из положения I в положение II из положения II в положение I	$E_{I-II}^{об} = m_{пл} R_2' \int_{\psi=\psi I}^{\psi=\psi I-II} (2 + g \cos \psi) d\psi$ $E_{II-III}^{об} = mg R_2'' \varphi \Big _0^{0,95}$ $E_{II-III}^{об} = m_{пл} R_2'' \int_{\psi=\psi I-II}^{\psi=\psi II-III} (2 + g \cos \psi) d\psi$	2113	1795	3937
<i>Затраты энергии на разгон пласта на участке II–III при условии равенства затратам на торможение на участке III–IV, Дж/м³</i>				
Удельная работа, сила инерции пласта при торможении, Н j_T , м/с ² время, с	$E_{разг} = F_j l_{2кон}$ $F_j = m j_m$ $J_m = \frac{l_2}{t_T}$ $t_r = \frac{l_2}{V}$	715	23825	1,5
<i>Затраты энергии на преодоление трения пласта о поверхность рабочих органов, Дж/м³</i>				
Угловая скорость поворота пласта в продольно-вертикальной плоскости, с ⁻¹	$\omega_{cp} = \frac{\varphi_{cob}}{t_{po}}$	7,27	7,52	5,03
Средняя центробежная сила, Н	$F_{ц} = m_{пл} \rho_{cp} \omega_{cp}^2$	24523	23585	12695
Средневзвешенная нормальная сила, N ($K = 0,82$)	$N = F_{ц} K$	20101	19340	10410
Сила трения пласта, Н	$F_{трпл} = N \mu$	10050	9670	5205
Удельная работа на преодоление силы трения пласта, Дж/м ³	$E_{I-IV}^{тр} = F_{трпл} l_{po}$	5528	5752	3781
<i>Затраты энергии на пластическую деформацию, смятие и сдвиг пласта, приравняв ее к потере потенциальной энергии, Дж/м³</i>				
При повороте из положения I в положение II	$E_{I-II}^g = mg \Delta H_{I-II}$	470	501,76	1881
При повороте из положения II в положение III	$E_{II-III}^g = mg \Delta H_{II-III}$	830	972,16	606,8
На растяжение пласта центробежной силой на участке III–IV, где центробежная сила, Н	$E_{III-IV}^g = F_{ц} l_2$, где $F_{ц} = m \omega_{кон}^2 R_2''$	518	526,5	214,956
<i>Суммарные затраты энергии, Дж/м³</i>				
На деформацию пласта с учетом поправочного коэффициента $K_y = 1,2$, учитывающего упругие деформации и неучтенные затраты энергии на деформации изгиба, Дж/м ³	$E_{деф} = K_y [E^{об} + E^{разг} + E^{тр} + E^D]$	12523	12076	13670

В табл. 3 приведены рассчитанные значения удельных затрат энергии на внедрение лемеха, формирование уплотненного ядра на носке и трение, подъем отделенной части пласта почвы, преодоление силы инерции отделенной части пласта и суммарная удельная энергия резания и подъема пласта для различных вариантов корпусов.

Т а б л и ц а 3. Расчет затрат энергии на резание почвы лемехом плуга, Дж/м³

Составляющие затрат энергии	Формулы для расчета	Корпус		
		обычный		оборотный
		$a_1 = 0,20$ м; $b_1 = 0,35$ м	$a_2 = 0,22$ м; $b_2 = 0,30$ м	$a_3 = 0,20$ м; $b_3 = 0,50$ м
1. Энергозатраты на внедрение лемеха и формирование уплотненного ядра на носке и трение, где части веса, H : оборачиваемого пласта, приподнимаемого в массиве, плуга, приходящаяся на носок	$E_{\text{внедр}} = F_{\text{внедр}} S_p$ $S_p = l / ab$ $F_{\text{внедр}} = F_{\text{лем}} + F_{\text{тр}}$ $F_{\text{тр}} = \varphi K_{\text{пл}}^{\text{л}} (G_{\text{ро}} + G_{\text{м}} + G_{\text{пл}})$ $F_{\text{лем}} = \sigma_{\text{см}} S_{\text{лем}}$ $G_{\text{ро}} = K_{\text{ро}} m_{\text{пл}} g V_{\text{пл}} \frac{l_{\text{л}}}{S_p}$ $K_{\text{ро}} = \frac{b_{\text{рез}} + 0,5a \sin \varphi_{\text{нл}}}{b}$ $G_{\text{м}} = K_{\text{м}} m_{\text{пл}} g V_{\text{пл}} \frac{l_{\text{л}}}{S_p}$ $K_{\text{м}} = \frac{b_{\text{рез}}'' + 0,5a \sin \varphi_{\text{нл}}}{b}$ $\frac{l_{\text{лем}}}{S_p}$ $G_{\text{пл}}^{\text{л}} = K_{\text{пл}}^{\text{л}} G_{\text{пл}}$	7975 14,28 2215 240 320 108,9 0,540 106,04 0,526 0,0126 220	7893,1 15,15 1938,6 221 300 122,04 0,642 120 0,625 0,012 187	9190 10,0 9190 399 520 134,78 0,468 129,02 0,448 0,018 660
2. Энергозатраты на подъем отделенной части пласта почвы $\Delta h_{\text{об}} = 0,065$ м	$E_{\text{под}}^{\text{отд}} = K_{\text{ро}} G_{\text{почв}}^{\text{пов}} \Delta h_{\text{об}}$	416	654	477
3. Энергозатраты на подъем отделенной части массива пласта	$E_{\text{под}}^{\text{м}} = K_{\text{м}} G_{\text{почв}}^{\text{пов}} \Delta h_{\text{об}}$	401,4	637	456,6
4. Энергозатраты на преодоление силы инерции отделенной части пласта, где: сила инерции, H ускорение, м/с ² время взаимодействия, с	$E_j = P_j S$ $P_j^{\text{отд}} = K_{\text{ро}} G_{\text{почв}}^{\text{пов}} j / g$ $j = \frac{2h_{\text{об}}}{V}$ $\Delta t = \frac{l_{\text{л}}}{V}$	1841,5 128,9 1,5 0,09	2334 154,08 1,5 0,09	1123 112,3 1,5 0,09
5. Остальные неучтенные потери на деформацию пласта, $K_{\text{л}} = 0,2$	$E_{\text{осг}} = K_{\text{л}} [E_{\text{внедр}} + E_{\text{под}}^{\text{отд}} + E_{\text{под}}^{\text{м}} + E_j]$	2127	2304	2249
Суммарная удельная энергия резания и подъема пласта, Дж	$E_{\text{лем}}^{\Sigma}$	12760	13821	13495

Из табл. 1–3 следует, что при равной глубине пахоты у корпуса с шириной захвата $b = 0,50$ м (по сравнению с корпусом $c = 0,35$ м) больше энергозатраты на поворот пласта, но меньше энергозатраты на преодоление трения с поверхностью корпуса.

4. Анализ составляющих энергозатрат на трение. В табл. 4 приведены рассчитанные значения составляющих энергозатрат на трение лемеха и корпуса (по элементам и суммарные) при

различных вариантах глубины почвообработки и ширины корпусов, а также КПД при различных коэффициентах трения.

Т а б л и ц а 4. Составляющие энергозатрат на трение при разных коэффициентах трения, Дж/м³

Показатель	Глубина почвообработки (a) и ширина (b) корпуса		
	a ₁ = 0,20 м; b ₁ = 0,35 м	a ₂ = 0,22 м; b ₂ = 0,30 м	a ₃ = 0,20 м; b ₃ = 0,50 м
<i>Составляющие энергозатрат на трение лемеха при коэффициенте трения φ_{пл} = 0,5</i>			
E _{лем} ^{тр}	5468	5862	5859
E _{лем} ^Σ	12760	13821	13459
E _{лем} ^{тр} /E _{лем} ^Σ	0,428	0,424	0,434
<i>Составляющие энергозатрат на трение корпуса при коэффициенте трения φ_{пл} = 0,5</i>			
E _{деф} ^{тр}	5528	5752	5781
E _{деф} ^Σ	12523	12076	13670
E _{деф} ^{тр} /E _{деф} ^Σ	0,44	0,476	0,276
<i>Суммарные составляющие энергозатрат на трение лемеха и корпуса при коэффициенте трения φ_{пл} = 0,5</i>			
E _{лем} ^{тр} + E _{деф} ^{тр}	10996	11614	9640
E _{лем} ^Σ + E _{деф} ^Σ	25283	25887	27165
K _{тр} = E _{лем} ^{тр} + E _{деф} ^{тр} / E _{лем} ^Σ + E _{деф} ^Σ	0,435	0,449	0,355
η _{тр} = 1 - K _{тр}	0,565	0,551	0,645
<i>Суммарные составляющие энергозатрат на трение лемеха и корпуса при коэффициенте трения φ_{пл} = 0,25</i>			
E _{лем} ^Σ + E _{деф} ^Σ	19785	20080	22345
E _{деф} ^{тр} + E _{лем} ^{тр}	5498	5807	22345
K _{тр} = E _{лем} ^{тр} + E _{деф} ^{тр} / E _{лем} ^Σ + E _{деф} ^Σ	0,277	0,289	0,215
η _{тр} = 1 - K _{тр}	0,773	0,721	0,785

Таким образом, КПД η_{тр}, учитывающий потери на трение, составляет:

– при коэффициенте трения φ_{пл} = 0,50 КПД, учитывающий потери на трение, корпуса (b = 0,50) η_{тр} = 0,625, а корпуса (b = 0,35) η_{тр} = 0,565;

– при коэффициенте трения φ_{пл} = 0,25 КПД, учитывающий потери на трение, корпуса (b = 0,50) η_{тр} = 0,785, а корпуса (b = 0,35) η_{тр} = 0,773.

5. Расчет КПД плуга. При расчете КПД плуга выделим силовые потери, связанные с учетом преодоления сил трения ΔP_{кр}.

Энергозатраты, связанные с внедрением лемеха, подъемом отделенной части массива пласта, преодолением сил инерции, оборотом и деформацией пласта и т.д. будем считать полезными. Тяговое сопротивление P_{кр} – это мера энергетических затрат на преодоление 1 м пути плугом,

$$P_{кр} = \frac{E}{S_p}$$

Помимо модуля каждая сила характеризуется точкой приложения и направлением. Выделим удельные энергозатраты, Дж/м³, связанные с преодолением сил трения рабочего органа, полевой доски и опорного колеса (табл. 5).

Полученные значения P_{кр} – реальны для одного корпуса плуга. Соответственно, при коэффициенте трения φ_{пл} = 0,5 составляющую КПД плуга, учитывающую потери на трение, рассчитываем следующим образом:

$$\eta_{\text{тр}} = \frac{P_{\text{кр}} - F_{\text{пл}}^{\text{тр}}}{P_{\text{кр}}}$$

Т а б л и ц а 5. Расчет составляющих силы тягового сопротивления плуга Н

Составляющие	Формула	Корпус		
		обычный		оборотный
		$a_1 = 0,20 \text{ м};$ $b_1 = 0,35 \text{ м}$	$a_2 = 0,22 \text{ м};$ $b_2 = 0,30 \text{ м}$	$a_3 = 0,20 \text{ м};$ $b_3 = 0,50 \text{ м}$
Сила сопротивления рабочего органа: сила тягового сопротивления $P_{\text{кр}}, \text{ Н}$	$\Delta P_{\text{кр}} = \frac{E_{\text{лем}}^{\Sigma} + E_{\text{деф}}^{\Sigma}}{S_p}$	1765/1388	1709/1325	2716/2235
боковая сила, действующая на полевую доску, H	$P_{\text{б}} = \frac{\Delta P_{\text{кр}}}{3}$	588/462	569/442	906/745
сила трения полевой доски, H	$F_{\text{д}} = \varphi_{\text{пл}} P_{\text{б}}$	294/231	285/221	453/373
Сумма		2647/2081	2564/1988	4075/3353
Сопротивление перекачиванию опорного колеса	$P_{\text{пл}} = f_{\text{пл}} K_{\text{пл}}^{\text{н}} G_{\text{пл}}$ $f_{\text{пл}} = 0,10$	220	170	770
Общее тяговое сопротивление	$P_{\text{кр}} = \Delta P_{\text{кр}} + F_{\text{д}} + P_{\text{пл}}$	2867/2301	2734/2158	4845/4123
Сила трения плуга, Н	$F_{\text{пл}}^{\text{тр}} = F_{\text{лем}}^{\text{тр}} + F_{\text{деф}}^{\text{тр}} + F_{\text{д}}^{\text{тр}}$	770/385	766/383	964/482
Разность сил трения, Н	$\Delta F_{\text{пл}}^{\text{тр}}$	385	383	482
Соотношение	$K_{\text{тр}} = F_{\text{пл}}^{\text{тр}} / P_{\text{кр}}$	0,268/0,167	0,28/0,177	0,236/0,117
КПД, учитывающий потери на трение	$\eta_{\text{тр}} = 1 - K_{\text{тр}}$	0,732/0,833	0,78/0,823	0,764/0,89
КПД приведенный, учитывающий снижение потерь на трение	$\eta_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 1 - \frac{F_{\text{пл}}^{\text{тр}}}{P_{\text{кр}} + F_{\text{пл}}^{\text{тр}}}$	0,857	0,849	0,895

Если удастся путем нанесения покрытий на трущиеся детали корпуса уменьшить коэффициент трения металла плуга с почвой до $\varphi_{\text{пл}} = 0,25$, получим снижение силы трения $\Delta F_{\text{пл}}^{\text{тр}} = 0,385 - 0,482 \text{ кН}$ и приведенный КПД плуга, учитывающий потери на трение:

$$\eta_{\text{тр}}^{\text{пр}} = \frac{P_{\text{кр}} - F_{\text{пл}}^{\text{тр}}}{P_{\text{кр}} + F_{\text{пл}}^{\text{тр}}}$$

Приведенный КПД, учитывающий снижение потерь на трение плуга, достигает 0,850–0,895 вместо 0,732–0,764.

Выводы

1. Потери на трение с почвой деталей корпусов плуга достигают 0,355–0,435 от тягового сопротивления рабочего органа, а КПД, учитывающий потери на трение, – 0,732–0,764. Если бы за счет применения покрытий трущихся деталей плуга удалось снизить коэффициент трения до $\varphi_{\text{пл}} = 0,25$, то КПД плуга можно было бы увеличить до 0,85–0,89.

2. В структуре общих энергозатрат на трение доля потерь на трение деталей корпуса с почвой составляет: отвала – 41,1 %, лемеха – 29,5 %, полевой доски – 29,3 %.

3. Суммарные удельные энергозатраты широкого корпуса ($b = 0,50 \text{ м}$) на оборот пласта почвы больше, а на трение, наоборот, меньше, чем у обычного ($b = 0,35 \text{ м}$). Эти данные согласуются

с результатами экспериментальных исследований пахотных корпусов различной ширины, выполненных Ф. П. Цыгановым в 1965–1970 гг. в ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР. Экспериментальные исследования (более дорогостоящие) привязаны к агротехническим срокам и несут погрешности, связанные с нестабильностью характеристик почвы и изготовления орудия.

Литература

1. Машиностроение: энциклопедия: в 40 т. / под ред. К. В. Фролова [и др.]. Т. 4–16: Сельскохозяйственные машины и оборудование / ред.-сост. И. П. Ксенович ; отв. ред. М. М. Фирсов. – Москва: Машиностроение, – 2002. – 720 с.
2. *Sousek, R.* Maschinen und Geräte Für Bodenbearbeitung, Düngung und Aussaat / R. Sousek, G. Pippig. – 1. Aufl. – Berlin : Verl. Technik, – 1990. – 432 s.
3. *Токушев, Ж. Е.* Аналитическое определение давления на почву клиновидного рабочего органа / Ж. Е. Токушев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003. – №4. – С. 34–35.
4. *Сидоров, С. А.* Условия резания почвы лезвием с образующимся уплотненным ядром / С. А. Сидоров // Техника в сельском хозяйстве. – 2008. – № 5. – С. 8–11.
5. *Николаев, В. А.* Анализ затрат энергии на резание почвы носком и полевым обрезом лемеха плуга при вспашке / В. А. Николаев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2009. – № 11. – С. 22–25.
6. *Николаев, В. А.* Затраты энергии на оборот пласта почвы / В. А. Николаев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2010. – № 4. – С. 30–33.
7. *Ветохин, В. И.* О динамике формы поверхности рабочих органов почворыхлителей / В. И. Ветохин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2010. – № 6. – С. 30–35.

G. S. GORIN

CALCULATION OF ENERGY CONSUMPTION COMPONENTS UNDER PLOUGH TILLAGE

Summary

The article states the computational schemes and the results of energy consumption calculation connected with the movements of a plough in soil. Friction losses of plough details with soil and their connection with tribotechnical characteristics of friction surface are established.

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ

УДК 665.345.4

О. И. ШАДЫРО, А. А. СОСНОВСКАЯ, И. П. ЕДИМЕЧЕВА

ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЛЬНЯНОГО МАСЛА ОТ ОКИСЛЕНИЯ

*Учреждение БГУ «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: shadyro@open.by*

(Поступила в редакцию 27.05.2014)

Введение. Окисление липидов приводит к образованию токсичных соединений, изменению вкуса и запаха растительных масел и других жиросодержащих продуктов, снижению их качества и питательной ценности, а значит, и сроков годности. Для защиты жиросодержащих продуктов от окислительного старения и увеличения сроков хранения наиболее эффективным является использование антиоксидантов (АО) [1]. Синтетические АО, такие как бутилгидроксианизол (БГА), бутилгидрокситолуол (БОТ) и трет-бутилгидрохинон, широко используются в пищевой промышленности, так как они достаточно эффективны и менее дороги, чем натуральные АО. Однако их применение в последнее время в ряде стран ограничено из-за возможных нежелательных последствий для человека [2]. В связи с этим в настоящее время наблюдается тенденция замены синтетических антиоксидантов натуральными, которые являются более безопасными, не проявляющими отрицательного воздействия на организм даже при длительном применении [3]. При этом эффективность природных антиоксидантов значительно варьируется в зависимости от типа продуктов, их АО-эффекты в различных пищевых системах часто трудно предсказать.

Льняное масло – богатый источник альфа-линоленовой кислоты (АЛК), которая относится к семейству полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) омега-3. Большое содержание АЛК с тремя реакционноспособными двойными связями в молекуле обуславливает высокую склонность льняного масла к окислению. Для ингибирования процессов окисления льняного масла ранее исследовали экстракты розмарина, лабазника, синюхи голубой, порошка стручкового перца, пророщенных соевых бобов, мяты, гвоздики [3–8]. Показано, что экстракт розмарина более эффективно защищает полиненасыщенные растительные масла от окисления по сравнению со смесями токоферолов растительного происхождения, а также такими синтетическими антиоксидантами, как БГА и БОТ. В то же время добавки экстракта розмарина оказались мало эффективными в ингибировании окисления льняного масла [4]. В большей степени увеличивали окислительную стабильность льняного масла спиртовые экстракты корней синюхи, листьев лабазника, стручкового перца [3, 5, 6]. Необходимо отметить, что многие компоненты спиртовых растительных экстрактов плохо растворимы в растительных маслах, что не только уменьшает их эффективность в ингибировании окислительных изменений масел, но и обуславливает мутность масел с добавками таких экстрактов. Поэтому использование масляных экстрактов, в которые переходят только жирорастворимые компоненты растительного сырья, заслуживает внимания при разработке технологий производства устойчивых к окислению льняного и других полиненасыщенных растительных масел. В то же время данных об антиоксидантной активности масляных растительных экстрактов на основе льняного масла недостаточно.

Цель настоящей работы – исследование эффективности применения лекарственного и пряно-ароматического растительного сырья для повышения окислительной стабильности льняного масла.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в лаборатории химии свободнорадикальных процессов НИИ ФХП БГУ в 2013–2014 гг. Для исследований использовали льняное масло, полученное на предприятии ООО «Клуб «Фарм-Эко» (г. Дрогичин Брестской обл.) путем холодного отжима из целых очищенных семян льна на шнековом прессе (температура масла на выходе из пресса не превышала 60 °С) с последующим отстаиванием в течение суток. Для отжима масла брали семена льна-долгунца, возделываемого на территории Республики Беларусь.

В качестве растворителя для ВЭЖХ использовали метанол от Roth. Гексан (х.ч.), хлороформ (х.ч.), изооктан (х.ч.), ацетон, 2-пропанол (чда) от НП ООО «Беллеспхимкомплект» (РБ), этанол-ректификат-люкс (96 об%) от концерна «Белгоспищепром» использовали без предварительной очистки. Калий йодистый, калия гидроксид, уксусная кислота, натрия тиосульфат, натрия сульфат были марки «х.ч.» от РЕАХИМ. Все эти реагенты применяли без предварительной очистки. Продажный *n*-анизидин от РЕАХИМ (РФ) перед использованием очищали методом вакуумной сублимации.

Растительные масляные экстракты готовили с использованием лекарственных трав (зверобоя, шалфея, тимьяна), плодов шиповника, пряностей (семена гвоздики, корни куркумы, имбиря), ароматических семян (тмин). Для получения экстрактов льняное масло помещали в колбу с притертой пробкой, в колбу с маслом вносили сухой порошок растительного сырья (влажность не более 4 %), перемешивали содержимое колбы в шюттель-аппарате в течение 2 ч, выдерживали смесь в темноте в течение 2 сут при периодическом перемешивании, затем выдерживали смесь в течение суток для осветления. После отстаивания смеси отделяли осветленную часть экстракта декантированием и дополнительно фильтровали через марлевый фильтр. Массовое соотношение растительного сырья и льняного масла при проведении экстракции для зверобоя составляло 1:20, шалфея, тимьяна, тмина, гвоздики, куркумы и имбиря – 1:10, шиповника – 1:5.

Для оценки скорости окисления контрольные образцы льняного масла и образцы масляных растительных экстрактов массой (80 ± 0,1) г хранили в течение 12 мес при комнатной температуре (20 ± 5) °С в темноте, в открытых флаконах из темного стекла вместимостью 100 мл (при свободном доступе кислорода воздуха), при этом соотношение площади поверхности контакта с воздухом к объему масла было 0,20 см⁻¹. Периодически с интервалом 1–2 мес изымали три флакона каждого образца и определяли в пробах масла количество гидропероксидов и вторичных продуктов окисления, другие необходимые показатели качества.

Для определения жирнокислотного состава глицеридов льняного масла проводили их переэтерификацию по стандартному методу (ГОСТ 30418–96) с последующим хроматографическим анализом полученных метиловых эфиров на газовом хроматографе «Shimadzu» GC-17A согласно [9]. Содержание индивидуальных токоферолов и фитостероинов в пробах определяли методом ГЖХ, как описано в [10]. Для определения каротиноидов и коэнзимов Q использовали метод обращенно-фазовой ВЭЖХ согласно [9]. Перекисное, кислотное и анизидиновое числа (ПЧ, КЧ, АЧ) в пробах определяли в соответствии со стандартными методами – СТБ ГОСТ Р 51487, ГОСТ Р 50457, СТБ 1869 (ISO 6885).

Все измерения были выполнены трижды и результаты представлены как среднее арифметическое ± стандартное отклонение (*SD*). Данные считали достоверными при $P < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. В таблице приведены полученные нами данные об основных показателях качества льняного масла, использованного для получения растительных масляных экстрактов. Согласно экспериментальным данным, льняное масло содержит большое количество ПНЖК, из которых 83,4 % приходится на долю АЛК (омега-3), а также комплекс жирорастворимых минорных компонентов – токоферолов, каротиноидов, коэнзимов Q, фитостеролов, в значительной степени обеспечивающих окислительную стабильность масла. В составе композиции эндогенных антиоксидантов основными являются токоферолы. При этом в изученном льняном масле на долю γ-токоферола, который является основной формой витамина E в пищевых продуктах, приходится 92,4 % от общего количества токоферолов. Известно, что антиокислительная активность γ-токоферола в растительных маслах, как правило, значительно превышает активность α-токоферола [11]. Основным каротиноидом льняного масла является лютеин, содержание которого составляет 71,9 % от общего количества каротиноидов, на долю β-каротина

приходится только 9,3 %. Основными фитостеролами являются β -ситостерол, кампестерол и циклоартенол, на долю которых приходится 30,3; 19,4 и 37,5 % от суммарного содержания фитостеролов соответственно.

Характеристика льняного масла

Показатель	Значение	Показатель	Значение
Жирные кислоты, % от суммы		Каротиноиды, мг%:	
С 16:0	3,97 ± 0,19	β -каротин	0,28 ± 0,02
С 18:0	3,67 ± 0,18	лютеин	2,17 ± 0,10
С 18:1 омега-9	16,03 ± 0,80	другие	0,57 ± 0,03
С 18:2 омега-6	12,60 ± 0,63	сумма	3,02 ± 0,15
С 18:3 омега-3	63,51 ± 3,11	Фитостеролы, мг%:	
другие	0,24 ± 0,01	β -ситостерол	159,62 ± 14,37
сумма ПНЖК	76,11 ± 3,80	кампестерол	102,45 ± 9,22
Токоферолы, мг%:		циклоартенол	197,55 ± 17,71
гамма	46,55 ± 2,23	другие	67,78 ± 6,09
альфа	2,27 ± 0,11	сумма	527,40 ± 47,46
дельта	1,56 ± 0,08	ПЧ, мг-экв O ₂ /кг	1,04 ± 0,05
сумма	50,38 ± 2,41	КЧ, мг КОН/г	0,82 ± 0,05
Коэнзимы Q, мг%		АЧ, у.е.	0,39 ± 0,02
Q ₁₀	2,93 ± 0,28		
Q ₉	1,32 ± 0,014		

Для приготовления масляных экстрактов использовали лекарственное и пряно-ароматическое растительное сырье, эффективность применения которого для ингибирования окислительных изменений льняного масла ранее практически не исследовалась.

Гидропероксиды – это основные первичные продукты окисления ненасыщенных жирных кислот. Перекисное число, характеризующее содержание в масле органических гидропероксидов, является одним из наиболее важных индикаторов качества масла при контроле степени его окисления. Известно, что первичные продукты окисления растительных и животных жиров нестабильны и легко распадаются, трансформируясь во вторичные продукты окисления, которые представляют собой сложную группу соединений, включающую различные альдегиды и кетоны, эпоксисоединения, спирты, кислоты, оксикислоты и др. [12]. Альдегиды и кетоны придают жирам неприятный вкус и/или запах и обладают высокой токсичностью. Показателем, характеризующим степень окислительной деструкции липидов пищевых продуктов и суммарное содержание вторичных продуктов окисления (α - и β -ненасыщенных альдегидов), является анизидиновое число. Величины ПЧ, АЧ и КЧ использованного в данной работе льняного масла (см. таблицу) свидетельствуют о достаточно высоком качестве исходного масла за счет низкого содержания в нем первичных и вторичных продуктов окисления, а также свободных жирных кислот (СЖК). Нами получены кинетические закономерности накопления пероксидных соединений, а также вторичных продуктов окисления – альдегидов – в льняном масле и в масляных экстрактах шалфея, зверобоя, шиповника, тмина, тимьяна, имбиря, куркумы, гвоздики в процессе их хранения при комнатной температуре в открытых флаконах (рис. 1, 2). Данные, характеризующие процесс окисления в условиях свободного доступа воздуха, позволяют в какой-то мере моделировать процесс окислительного «старения» льняного масла, протекающий после вскрытия потребительской тары и поступления кислорода воздуха.

На основании полученных данных о количестве пероксидных соединений, накапливающихся за 12 мес хранения в образцах льняного масла и растительных экстрактов на его основе, изученное растительное сырье в порядке убывания ингибирующей активности и, соответственно, возрастания значений ПЧ образцов можно расположить в следующей последовательности: шалфей (26,1) > тмин (65,8) > куркума (86,1) > имбирь (126,0) > контроль (льняное масло) (140,2) > гвоздика (152,6) > шиповник (186,9) > тимьян (195,4) > зверобой (365,0). Таким образом, комплекс жирорастворимых биологически активных веществ, извлекаемых из изученного растительного

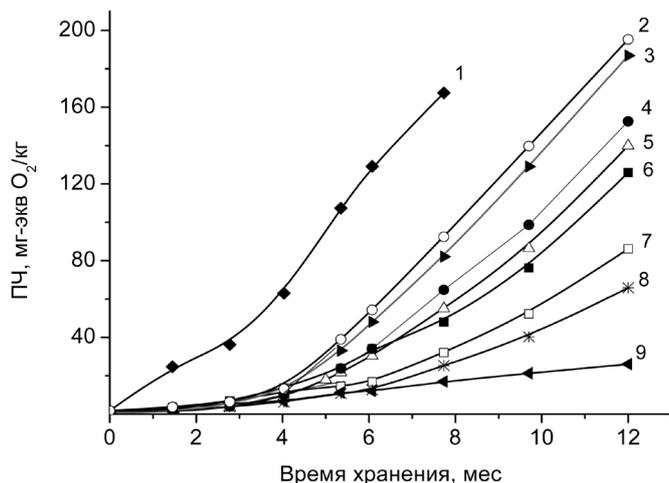


Рис. 1. Накопление гидропероксидов при хранении льняного масла и масляных растительных экстрактов при комнатной температуре и свободном доступе кислорода воздуха: 1 – зверобой; 2 – тимьян; 3 – шиповник; 4 – гвоздика; 5 – масло без добавок (контроль); 6 – имбирь; 7 – куркума; 8 – тмин; 9 – шалфей

сырья при экстракции льняным маслом, и минорных компонентов самого льняного масла (токоферолы, каротиноиды, коэнзимы Q , фитостеролы, фосфолипиды и др.) наиболее эффективно ингибирует процесс окислительной порчи масла в случае использования шалфея и тмина (значения ПЧ экстрактов снижаются по сравнению с контролем в 5,4 и 2,1 раза соответственно). Компоненты масляных экстрактов гвоздики, шиповника, тимьяна и зверобоя проявляют в льняном масле прооксидантную активность, которая является максимальной для зверобоя.

Контролировали также изменение кислотного числа, характеризующего суммарное количественное содержание СЖК, в льняном масле без добавок и в растительных масляных экстрактах при хранении их в условиях свободного доступа кислорода воздуха. Установлено, что в контрольном образце льняного масла значение КЧ увеличилось от 0,82 мг КОН/г в свежем масле до 1,18 мг КОН/г после 12 мес хранения. В масляных экстрактах шалфея и тмина значение КЧ за это же время увеличилось до 0,96 и 1,02 мг КОН/г соответственно.

Нами определено содержание токоферолов и каротиноидов в изученных экстрактах. В экстрактах шалфея, шиповника и тмина токоферолов больше, чем в льняном масле, на 9,8, 6,1 и 3,1 % соответственно. При этом в экстракте шалфея увеличивается содержание всех структурных изомеров токоферола, присутствующих в исходном льняном масле, и в большей степени δ -токоферола (в 2,8 раза). Содержание каротиноидов также самое большое в экстракте шалфея – на 34,8 % больше, чем в льняном масле, причем это увеличение происходит, главным образом, за счет β -каротина (в 3 раза). Кроме каротиноидов и токоферолов листья шалфея содержат также, согласно [13], флавоноиды, алкалоиды, дубильные вещества, смолистые вещества, хлорогеновую и другие фенолкарбоновые кислоты, пинен, цинеол, туйон, туйол, борнеол, сальвен и другие терпеновые соединения, сесквитерпены, тритерпеноиды, в том числе урсоловую и олеаноловую кислоты, танины, сапонины. Значительная часть этих соединений может переходить в масляные

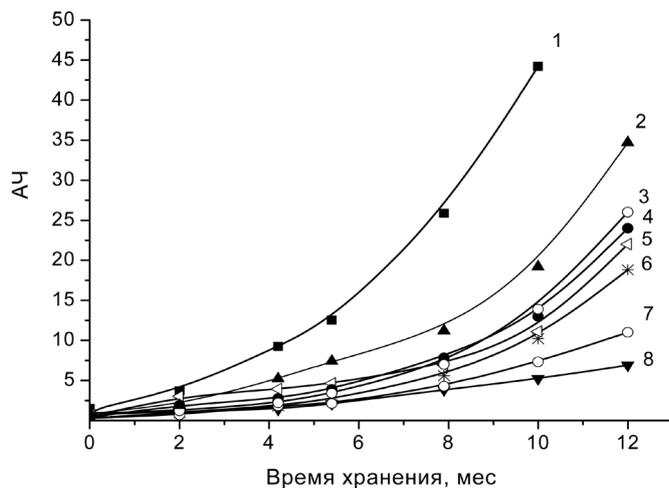


Рис. 2. Накопление вторичных продуктов окисления при хранении льняного масла и масляных растительных экстрактов при комнатной температуре и свободном доступе кислорода воздуха: 1 – зверобой; 2 – тимьян; 3 – гвоздика; 4 – шиповник; 5 – имбирь; 6 – масло без добавок (контроль); 7 – тмин; 8 – шалфей

экстракты. Большое разнообразие функциональных антиоксидантов в одной субстанции натурального экстракта предоставляет возможность существенного повышения эффективности стабилизации липидов льняного масла.

Заключение. Изучена эффективность применения лекарственного и пряно-ароматического растительного сырья (шалфей, зверобой, тимьян, шиповник, тмин, имбирь, куркума, гвоздика) для повышения окислительной стабильности льняного масла. На основании кинетических закономерностей накопления первичных и вторичных продуктов окисления – пероксидных соединений и ненасыщенных альдегидов – в льняном масле и масляных растительных экстрактах на его основе показано, что комплекс жирорастворимых биологически активных веществ экстрактов наиболее эффективно ингибирует процесс окислительной порчи масла в случае шалфея и тмина (значения ПЧ экстрактов после 12 мес хранения снижаются по сравнению с контролем в 5,4 и 2,1 раза соответственно). Изученное растительное сырье в порядке убывания ингибирующей активности можно расположить в следующей последовательности: шалфей > тмин > куркума > имбирь. Компоненты масляных экстрактов гвоздики, шиповника, тимьяна и зверобоя проявляют в льняном масле прооксидантную активность, которая является максимальной для зверобоя.

Масляные экстракты листьев шалфея и тмина могут быть рекомендованы в качестве антиоксидантов, обеспечивающих эффективную защиту от окисления и продление сроков годности льняного масла и продуктов на его основе.

Литература

1. Frankel, E. N. Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality / E. N. Frankel // Food Chemistry. – 1996. – Vol. 57. – P. 51–55.
2. Studies on antioxidant; their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis / N. Ito [et al.] // Food Chemistry Toxicology. – 1986. – Vol. 24. – P. 1071–1081.
3. Yanishlieva, N. V. Stabilization of edible oils with natural antioxidants / N. V. Yanishlieva, E. M. Marinova // European J. Lipid Sci. and Techn. – 2001. – Vol. 103 (11). – P. 752–767.
4. Колар, М. Х. Натуральный антиоксидант – экстракт розмарина / М. Х. Колар, С. Урбанчич // Масла и жиры. – 2008. – № 3. – С. 26–28.
5. Башилов, А. В. Особенности кинетики перекисного окисления липидов в присутствии антиоксидантов растительного происхождения / А. В. Башилов // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук – 2009. – № 1. – С. 110–113.
6. Антиоксидант льняного масла: пат. 15671 Респ. Беларусь, МПК С 11 В 5/00 / А. В. Башилов, Е. В. Спиридович, В. Н. Решетников; заявитель ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси» – № а 20101419; заявл. 01.10.2010, опубл. 30.04.2012 // Афіцыйны бюл. // Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 2. – С. 116.
7. Ruth, S. M. Influence of methanolic extracts of soybean seeds and soybean oil on lipid oxidation in linseed oil / S. M. Ruth, E. S. Shaker, P. A. Morrissey // Food Chem. – 2001. – Vol. 75. – P. 177–184.
8. Стабилизация окислительных процессов в льняном масле природным фитокомплексом антиоксидантов / С. Н. Никонович [и др.] // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 2. – С. 20–22.
9. Шадыро, О. И. Химический состав и окислительная стабильность льняного масла / О. И. Шадыро, А. А. Сосновская, И. П. Едимечева // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2013. – № 4. – С. 99–106.
10. Шадыро, О. И. Влияние физической рафинации на содержание токоферолов и фитостеролов в рапсовом масле / О. И. Шадыро, А. А. Сосновская, И. П. Едимечева // Масложировая промышленность. – 2008. – № 6. – С. 20–22.
11. Kamal-Eldin, A. The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols / A. Kamal-Eldin, L. A. Appelqvist // Lipids. – 1996. – Vol. 31. – P. 671–701.
12. Porter, N. A. Mechanisms of free radical oxidation of unsaturated lipids / N. A. Porter, S. E. Caldwell, K. A. Mills // Lipids. – 1995. – Vol. 30, N 4. – P. 277–290.
13. Дудченко, Л. Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: справочник / Л. Г. Дудченко, А. С. Козьяков, В. В. Кривенко; отв. ред. К. М. Сытник. – К.: Наукова думка, 1989. – 304 с.

O. I. SHADYRO, A. A. SOSNOVSKAYA, I. P. EDIMECHEVA

USE OF PLANT RAW MATERIALS FOR PROTECTION OF FLAXSEED OIL FROM OXIDATION

Summary

The paper studies the resistance to oxidation of flaxseed oil extracts from medicinal and aromatic plant raw materials (sage, St. John's wort, thyme, hips, caraway, ginger, turmeric, clove). It's established that liposoluble biologically active substances of the extracts inhibit the most effectively flaxseed oil oxidation when sage and caraway are used.

ВУЧОНЫЯ БЕЛАРУСІ

ПЕТР ПЕТРОВИЧ КАЗАКЕВИЧ

(К 60-летию со дня рождения)

1 января исполнилось 60 лет со дня рождения члена-корреспондента НАН Беларуси Петра Петровича Казакевича, ученого в области механизации сельского хозяйства, доктора технических наук, профессора.

П. П. Казакевич родился в 1955 г. на Брестчине, в деревне Рудск Ивановского района. Главными людьми на Полесье в это время были мелиораторы, поэтому после окончания школы будущий ученый идет учиться по специальности механизация гидромелиоративных работ в Белорусскую сельскохозяйственную академию, которую окончил в 1977 г. с отличием. Трудовую деятельность начал в родных местах участковым механиком треста «Пинскводстроймеханизация». Здесь его лидерские качества были замечены, и молодого инженера привлекают к работе с молодежью в райкоме комсомола.

Стремление к познанию нового, приобретенное во время учебы в академии, привело Петра Петровича Казакевича в науку. Он поступает в очную аспирантуру ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР (сейчас Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства), которую окончил в 1981 г. Работал младшим, старшим научным сотрудником, в 1986 г. ему присуждена ученая степень кандидата технических наук. Затем докторантура, в которой он полностью сформировался как крупный специалист в области механизации сельского хозяйства.

В 1986 г. пришла Чернобыльская беда, и весьма кстати оказались его работы в области создания плуга специального двухъярусного ПТН-0,9 для глубокой мелиоративной вспашки торфяников, который был включен в союзную Систему машин для мелиорации земель, рекомендован Западной МИС на серийное производство (с его применением технология структурной мелиорации торфяников внедрена на площади более 1 тыс. га). Под руководством П. П. Казакевича в сжатые сроки была разработана технология реабилитации лугопастбищных земель на основе плуга специального навесного ПСН-4-40 для глубокой вспашки поверхностно загрязненных радиоактивными веществами сельхозугодий. Она применена после аварии на Чернобыльской АЭС в Российской Федерации и Республике Беларусь на площади более 16 тыс. га. В 1998 г. П. П. Казакевич защитил докторскую диссертацию на тему «Улучшение агроэкологических свойств почв на основе разработки специальных отвальных плугов». Позже были разработаны плуги поворотные навесные ПНГ-3-43, ПНГ-4(5)-43 для гладкой вспашки старопашотных почв, производство которых было освоено на заводах Беларуси и России.

Распад СССР поставил перед наукой Беларуси новые задачи. Так, являясь основной зоной производства льна, Беларусь не производила ни одной машины для возделывания и уборки льна. П. П. Казакевич берется за развитие этого научного направления и с 1994 г. становится заведующим лабораторией механизации возделывания, уборки и переработки льна. Под его научным руководством был создан отечественный комплекс льноуборочных машин для комбайновой и раздельной уборки льна с применением рулонной технологии заготовки льнотресты (оборачиватели



лент ОД-1 и ОЛ-1, вспушиватель В-1, пресс-подборщики ПРФ 110Л и ПРЛ-150, подборщик-очесыватель ПОО-1), обоснована эффективность применения самоходных льноуборочных машин в условиях формирования льноуборочных отрядов при льнозаводах.

Организаторские способности Петра Петровича еще шире проявились в период работы на должности заместителя директора Белорусского научно-исследовательского института по механизации сельского хозяйства по научной работе. В это время институт начал реализацию программно-целевого метода организации работы и выступил инициатором, разработчиком и головным исполнителем ряда совместных научно-технических программ союзного государства Беларуси и России («Лен», «Картофель», «Молоко», а позднее «Плодоовощеводство»). П. П. Казакевич являлся главным координатором и движителем совместной научно-технической программы Союзного государства Беларуси и России «Лен», что способствовало ее успешному выполнению.

В 2003–2014 гг. П. П. Казакевич работал в Администрации Президента Республики Беларусь в должности главного советника, заведующего сектором стратегии развития сельского хозяйства, заместителя начальника управления, но продолжал поддерживать тесную связь с аграрной наукой. Он принял активное участие в научной проработке и подготовке Государственной программы возрождения и развития села на 2005–2010 и 2011–2015 годы, Комплексного плана развития льняной отрасли на 2006–2010 годы, Комплексного бизнес-плана развития льняной отрасли на 2013–2015 годы, ряда научных и научно-технических программ аграрного профиля.

В 2008 г. Президиумом ВАК Республики Беларусь ему присвоено ученое звание профессора по специальности «агроинженерные системы». В 2009 г. П. П. Казакевич избран членом-корреспондентом НАН Беларуси, в 2012 г. – иностранным членом-корреспондентом РАСХН.

В 2014 г. П. П. Казакевич назначен на должность заместителя Председателя Президиума НАН Беларуси, где он курирует вопросы научного обеспечения развития агропромышленного комплекса на инновационной основе, включая вопросы внедрения наукоемких ресурсосберегающих технологий в аграрном секторе экономики.

В настоящее время Петр Петрович продолжает научную деятельность в области обоснования и разработки плугов для гладкой вспашки почв, почвообрабатывающе-посевных агрегатов, принимает активное участие в подготовке научных кадров: им подготовлены два кандидата и один доктор технических наук.

П. П. Казакевич – член двух советов по защите диссертаций, является научным руководителем и консультантом аспирантов и докторантов в Научно-практическом центре НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, с 1999 г. работает в должности профессора на кафедре «Эксплуатация машинно-тракторного парка» Белорусского государственного аграрного технического университета. Им опубликовано 165 научных работ, из них 6 монографий, 22 авторских свидетельства и патента, а также 4 учебника.

Свое 60-летие член-корреспондент НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор Петр Петрович Казакевич встречает в расцвете творческих сил и планов и продолжает плодотворно трудиться на благо белорусского народа. Поздравляем юбиляра, желаем ему крепкого здоровья, счастья, благополучия и новых творческих успехов.

*В. В. Азаренко, член-корреспондент НАН Беларуси,
С. А. Касьянчик, кандидат сельскохозяйственных наук*

ЗИНАИДА МАКАРОВНА ИЛЬИНА

Национальная академия наук Беларуси и все научное общество глубоко скорбит в связи с тяжелой утратой – 25 декабря 2014 г. ушла из жизни Зинаида Макаровна Ильина, крупный белорусский ученый в области экономики и управления в агропромышленном комплексе, член-корреспондент НАН Беларуси, доктор экономических наук, профессор.

Зинаида Макаровна – человек уникальный, человек, всегда идущий вперед. Она говорила: «В науке нельзя занять чье-то место, надо найти, создать свою нишу и работать в выбранном направлении». И эти слова подтверждаются фактами ее научной биографии.

З. М. Ильина родилась в трудные предвоенные годы в белорусской деревне. Ее детство и юность пришлось на военное и послевоенное время. Тем не менее, она всегда отлично училась, отличалась особыми способностями и тягой ко всему новому и интересному. Окончив БСХА, более 40 лет проработала в Институте системных исследований в АПК НАН Беларуси, который несколько раз переименовывался, но располагается все в том же месте – через дорогу, напротив нашего Института почвоведения и агрохимии. За долгие годы работы в институте неоднократно менялось его название, изменялись направления исследований, научные руководители, но Зинаида Макаровна Ильина оставалась на своем посту.

Познакомились мы в 1977 г., когда Зинаида Макаровна была молодым, но уже известным ученым, кандидатом наук с большим опытом комсомольской и партийной организационной работы. В то время в экономической науке работали многие известные партийные и хозяйственные руководители, умудренные большим управленческим опытом, уверенные в себе и в непогрешимости своих идей. Зинаида Макаровна на этом фоне выделялась не только молодостью и энергичностью, но и особым критическим анализом действительности, стремлением отойти от шаблона и найти свое решение.

Этот характерный «почерк» ученого был замечен уже в ранних работах по прогнозу развития АПК и продовольственного рынка, специализации сельскохозяйственного производства. В дальнейшем целеустремленный характер научного поиска позволил Зинаиде Макаровне первой разработать теорию продовольственной безопасности Беларуси, определить механизмы ее достижения и систему мер для обеспечения сбалансированности продуктовых рынков во всех регионах республики. После успешной защиты докторской диссертации в 1999 г. Зинаида Макаровна Ильина стала научным лидером по проблеме продовольственной безопасности не только в нашей стране, но и на международном уровне, особенно в поле деятельности интеграционных структур СНГ и ЕврАзЭС. Сегодня можно с уверенностью сказать, что она обладала даром предвидения событий в научной и общественной жизни, что явно выделяло ее из когорты ученых-экономистов.

За небольшой период времени профессор З. М. Ильина сформировала известную научную школу по проблемам рационального размещения и углубления специализации сельскохозяйственного производства, повышения его эффективности и конкурентоспособности для обеспечения продовольственной независимости страны. Достоинством этого направления исследований являются



разработанные рыночные механизмы развития агробизнеса и сочетания разных форм собственности с ориентацией на приоритет конкурентоспособного крупнотоварного производства. По существу разработаны и апробированы в условиях производства важные составляющие инновационной аграрной политики.

Зинаиду Макаровну отличали природный ум, мудрость и талант, человечность и самодисциплина, интеллект и тактичность, уважение к коллегам, любовь к своему делу, к людям. Характерная черта Зинаиды Макаровны – феноменальная работоспособность. Она автор не только многих сотен научных статей, но и более 30 монографий. И все это написано в условиях жесткого рабочего графика: надо совмещать обязанности заведующей отделом института и профессора кафедры в Белорусском аграрном техническом университете, научного руководителя аспирантов и соискателей, участвовать в работе комиссий НАН Беларуси, Министерства сельского хозяйства и продовольствия и выполнять срочные поручения руководства. Более того, я всегда удивлялся, как хватает сил не только написать хорошую работу, но и добиться реализации ее на практике. У меня сложилось впечатление, что Зинаида Макаровна работает в режиме скорой «экономической помощи». Многолетняя работа в таком режиме сформировала поистине энциклопедические знания Зинаиды Макаровны.

Зинаида Макаровна обладала феноменальной памятью, при случае в соответствующей обстановке в ней открывались необыкновенные таланты рассказчика и знатока искусства и литературы, способного цитировать отрывки и целые произведения, она помнила массу знаменательных дат и фамилий, прекрасно разбиралась и в современных направлениях музыки и литературы.

Зинаида Макаровна человек очень отзывчивый на любую просьбу, она всегда была готова помочь советом и делом как в решении профессиональных проблем, так и в личном плане. Она была способна понять проблемы и нужды своих сотрудников и всегда оказывала им помощь и поддержку. Зинаида Макаровна при своей принципиальности не могла долго сердиться. Даже если кто-то поступал плохо либо отвергал разумную идею, она старалась понять, выяснить, почему так произошло. И коллеги ценили эти редкие качества. При всей своей занятости и обширной научной деятельности Зинаида Макаровна всегда оставалась истинной женщиной – обаятельной, ухоженной, красиво и со вкусом одетой, примером и эталоном для молодежи.

Вся жизнь Зинаиды Макаровны – известного ученого в области аграрной экономики, члена-корреспондента НАН Беларуси, доктора экономических наук, профессора, заведующей отделом рынка Института системных исследований НАН Беларуси – это пример неустанного служения Родине и профессии. Своим неутомимым творческим трудом, постоянным поиском она внесла существенный вклад в современную экономическую теорию, развитие аграрной экономической науки, научное обеспечение аграрной политики и продовольственной безопасности страны.

И. М. Богдевич, академик НАН Беларуси

**БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ БИБЛИОТЕКЕ
им. И. С. ЛУПИНОВИЧА – 55 ЛЕТ**

Белорусская сельскохозяйственная библиотека им. И. С. Лупиновича НАН Беларуси была основана 10 февраля 1960 г. согласно распоряжению Совета Министров Белорусской ССР от 10.02.1960 № 162-р, которым в целях улучшения научного информирования руководящих партийно-советских и колхозно-совхозных кадров, работников научных учреждений и учебных заведений республики о новейших достижениях отечественной и зарубежной сельскохозяйственной науки и техники разрешил Министерству сельского хозяйства БССР организовать при Академии сельскохозяйственных наук БССР Белорусскую республиканскую научную сельскохозяйственную библиотеку. Фактически с этого дня библиотека начала действовать как центральная библиотека аграрной отрасли.

В разное время библиотеку возглавляли – М. Л. Жук (1960–1974), В. А. Голубев (1974–2006), В. В. Юрченко (с 2006 г. по настоящее время).

За прошедшие годы библиотека сформировала самую репрезентативную в стране коллекцию документов (0,5 млн) и баз данных (более 70) по вопросам сельского хозяйства. Сформировались структура и коллектив библиотеки, были созданы технологии, отвечающие стандартам сегодняшнего времени.

Сегодня Белорусская сельскохозяйственная библиотека им. И. С. Лупиновича НАН Беларуси – это научно-исследовательская организация в области библиотековедения, библиографоведения и информационной деятельности; республиканская научная отраслевая библиотека; национальный депозитарий литературы по вопросам сельского и лесного хозяйства; национальный информационный центр в области аграрных наук.

Организационная структура библиотеки сегодня представлена следующим образом: научно-исследовательский отдел «Центр ФАО», отдел научного формирования информационных ресурсов, научно-библиографический отдел обслуживания удаленных пользователей, отдел персонального обслуживания и маркетинга, отдел автоматизации, отдел материально-хозяйственного и технического обеспечения, администрация и бухгалтерия. В библиотеке действует ученый совет.

В библиотеке создана система обслуживания пользователей, которая обеспечивает наиболее полное и оперативное удовлетворение информационных потребностей всех ученых и специалистов сельскохозяйственной отрасли с учетом их профессиональных интересов и запросов. Научно-библиографический отдел обслуживания удаленных пользователей ежегодно в текущем режиме поставляет информацию аграрным ученым по тематическим постоянно действующим запросам из национального и зарубежного потоков информации.

В 2011 г. библиотекой был реализован проект по представлению сведений о сериальных изданиях научных организаций Отделения аграрных наук НАН Беларуси в базу данных Ulrichsweb – всемирный каталог сериальных изданий, самый авторитетный и полный источник библиографической и издательской информации о печатных и электронных сериальных изданиях по всем отраслям знаний со всего мира с 1932 г. В результате научной аналитико-синтетической обработки достоверные сведения на английском языке о 17 национальных аграрных изданиях (в том числе «Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук») были включены в базу данных Ulrichsweb и стали доступны для использования научными учреждениями и библиотеками мира.

27 декабря 2012 г. библиотека аккредитована в качестве научной организации. Научно-исследовательская и производственная деятельность библиотеки направлена на научное информационное обеспечение фундаментальных и прикладных исследований НАН Беларуси, содействие

развитию АПК Республики Беларусь в рамках государственных научно-технических программ, научно-технических заданий для научно-практических центров и институтов Отделения аграрных наук НАН Беларуси.

С 2013 г. в соответствии с планом модернизации библиотеки в рамках проведения мероприятий по повышению эффективности деятельности организации на 2013–2015 гг. выполняется научно-исследовательская работа по теме: «Исследование публикационной деятельности учреждений Отделения аграрных наук НАН Беларуси и интеграция сведений о научных публикациях в мировые информационные системы на примере РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству».

Белорусская сельскохозяйственная библиотека им. И. С. Лупиновича НАН Беларуси является национальным информационным центром Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (ФАО), которым была назначена в результате дипломатических усилий на международном уровне еще в 1993 г., создав при этом прецедент, так как на тот момент Беларусь оставалась одной из немногих стран, не входящих в члены ФАО по доступу к информации и их участия в информационных системах (Беларусь вступила в ФАО в конце 2005 г.).

С 1998 г. библиотека – партнер проекта ФАО по созданию средств AgroWeb-навигации в странах Европы, ведет национальный портал «AgroWeb Беларусь» <http://aw.belal.by>, где в помощь пользователям в поиске информации и осуществлении взаимосвязи со странами Центральной и Восточной Европы и бывшего СССР представлена информация о сельскохозяйственных учреждениях и других важнейших агропромышленных объектах Беларуси. В целях обеспечения высокого качества создания и предоставления информационных ресурсов по сельскому хозяйству и смежным отраслям, соответствующих современным мировым тенденциям и критериям, в 2006 г. было принято решение о расширении данного проекта и создании AgroWEB-навигатора по проблемам сельского и лесного хозяйства на русском и английском языках и WEB-сайта о структуре, научной и научно-технической деятельности Отделения аграрных наук НАН Беларуси. AgroWEB-навигатор является национальным научно-информационным порталом, обеспечивающим интеграцию национальной аграрной науки в мировое информационное пространство и предоставляющим оперативный доступ к актуальной информации об аграрно-промышленном комплексе Республики Беларусь.

Белорусская сельскохозяйственная библиотека им. И. С. Лупиновича НАН Беларуси – национальный центр Международной информационной системы по сельскохозяйственным наукам и технологиям ФАО (AGRIS). Обработывает и предоставляет информацию о лучших белорусских научных публикациях по проблематике АПК в международную базу данных ФАО AGRIS – это дает международному сообществу представление о состоянии и уровне развития сельскохозяйственной науки и практики в нашей стране, делает имя автора известным на международном уровне, открывает перед автором документа возможности установления контактов с международными партнерами, способствует созданию совместных научных проектов с зарубежными учеными, поиску инвесторов научных разработок и исследований. За годы участия в системе библиотека передала более 15 тыс. аннотированных библиографических сведений о национальных научных публикациях.

С 1995 г. библиотека входит в Международную сеть научных национальных сельскохозяйственных библиотек ФАО AGLINET, тем самым имеет право на доставку пользователям зарубежных национальных документов в порядке кооперации из разных стран мира. За 19 лет библиотека бесплатно получила для своих пользователей свыше 48 тыс. документов из 55 стран.

5 июля 2006 г. Белорусская сельскохозяйственная библиотека им. И. С. Лупиновича НАН Беларуси официально назначена депозитарной библиотекой и национальным центром ФАО в Беларуси, бесплатно получает по одному экземпляру каждой новой публикации ФАО по продовольствию, сельскому и лесному хозяйству, рыбному хозяйству, сельскохозяйственной экономике, ветеринарии, статистике.

По согласованию с Отделением аграрных наук НАН Беларуси библиотека реализовала научный проект по созданию и ведению базы данных «Электронная версия журнала «Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук» – <http://vesti.belal.by>. Предостав-

ление online-доступа к научному академическому журналу способствует оперативному распространению результатов научных исследований в мировом научном сообществе, интеграции и продвижению достижений белорусской науки через Интернет. По статистике, количество посещений сайта журнала «Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук» в 2014 г. составило более 30 тыс. обращений.

Белорусская сельскохозяйственная библиотека им. И. С. Лупиновича НАН Беларуси ведет на своем сайте базу данных «Персональные страницы ученых-аграриев», которая включает на сегодня биографии и полные библиографии 45 выдающихся ученых аграрной отрасли, среди которых В. В. Азаренко, И. М. Богдевич, И. А. Голуб, В. М. Голушко, С. И. Гриб, В. Г. Гусаков, З. М. Ильина, П. П. Казакевич, С. А. Касьянчик, В. В. Лапа, З. В. Ловкис, В. К. Пестис, В. А. Шаршунов, И. П. Шейко, В. Н. Шлапунов и др. Создание и размещение персональных страниц способствует продвижению информации о деятельности специалистов, об успехах и достижениях организаций, в которых они работают, сохранению образов выдающихся личностей для последующих поколений и формированию положительного имиджа аграрной отрасли страны.

На сайте библиотеки <http://belal.by> предоставляется информация о базах данных, новых поступлениях документов, тематических выставках, презентации аграрных книг и журналов; сервисы «Электронная доставка документов» и «Виртуальная справка»; ссылки «Рейтинг научных журналов по сельскому хозяйству из БД Scopus», «Российский индекс научного цитирования (eLIBRARY.RU)».

В Белорусской сельскохозяйственной библиотеке им. И. С. Лупиновича НАН Беларуси в открытом доступе представлена экспозиция достижений аграрной науки: коллекция изданий «Аграрная книга XIX – начала XX вв.», фотогалерея «Выдающиеся ученые-аграрии Беларуси», выставка «Селекционные образцы зерновых, бобовых и масличных культур НПЦ по земледелию».

Библиотека организовала свободный доступ к международным и национальным информационным ресурсам по вопросам АПК без ограничений по ведомственной принадлежности и социальному статусу потребителей информации.

В своей деятельности Белорусская сельскохозяйственная библиотека тесно связана с информационными центрами и национальными сельскохозяйственными библиотеками ближнего и дальнего зарубежья. Наиболее прочные связи установлены с Центральной научной сельскохозяйственной библиотекой в Москве, Государственной публичной научно-технической библиотекой России, Центральной научной сельскохозяйственной библиотекой Украинской академии аграрных наук, Национальной сельскохозяйственной библиотекой США в Балтиморе, Центральной сельскохозяйственной библиотекой Польши в Варшаве.

С целью эффективного информационного обеспечения аграрной науки, пропаганды использования информационных ресурсов и услуг библиотеки, повышения информационной грамотности ученых, аспирантов, научных сотрудников и информационных работников учреждений НАН Беларуси и АПК, развития новых информационных технологий библиотека ежегодно проводит презентации информационных ресурсов и услуг для научных организаций НАН Беларуси и др. (за последние 5 лет – более 50 презентаций).

Белорусская сельскохозяйственная библиотека им. И. С. Лупиновича НАН Беларуси оснащена комплексом программно-технических средств и соответствующими кадрами для проведения научно-исследовательских работ, систематического обеспечения аграрной науки и АПК оперативной информацией о новейших достижениях мировой науки и имеющемся передовом сельскохозяйственном опыте, электронной доставки документов практически из любой страны мира.

В свой юбилей коллектив Белорусской сельскохозяйственной библиотеки им. И. С. Лупиновича НАН Беларуси может с уверенностью сказать, что стратегическая цель развития библиотеки – создание равных условий доступа к аграрной информации пользователям Беларуси наравне с пользователями информации в развитых странах – достигнута, но имеющиеся сегодня в библиотеке информационные ресурсы и современные технологии предоставляют новые возможности для популяризации белорусской науки в мире.

РЕФЕРАТЫ

УДК 63:001.895(476)(470)

Тақун, А. П. **Инновации в сельском хозяйстве: проблемы внедрения и перспективы развития** / А. П. Тақун // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 1. – С. 5–9.

В статье проанализированы проблемы использования инноваций в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь и Российской Федерации, рассмотрены основные направления активизации инновационного процесса в аграрной отрасли республики, включающие механизм сокращения коммерческих рисков при внедрении инноваций, создание сети информационно-консультационных служб, осуществление мониторинга эффективности инновационного развития отрасли.

Табл. 3. Библиогр. – 7 назв.

УДК 339.56 (476)

Киреенко, Н. В. **Товаропроводящая сеть Беларуси на зарубежных продовольственных рынках** / Н. В. Киреенко // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 1. – С. 10–21.

В статье изучены нормативные, правовые, организационно-управленческие, финансово-экономические условия создания товаропроводящей сети в Беларуси. Представлена оценка эффективности экспорта сельскохозяйственной продукции по товарной и географической структуре, видам прямых поставок организаций аграрной отрасли страны. Обоснован комплекс проблем, сдерживающих развитие товаропроводящей сети на зарубежных продовольственных рынках, включая маркетинговую и логистическую инфраструктуру. С целью увеличения экспорта продукции предложены перспективные направления оптимизации и повышения эффективности функционирования субъектов аграрной товаропроводящей сети на внешних сегментах.

Ил. 3. Табл. 5. Библиогр. – 12 назв.

УДК 633/635:631.56

Сайганов, А. С. **Анализ эффективности производства продукции растениеводства в сельскохозяйственных предприятиях** / А. С. Сайганов, А. В. Ленский // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 1. – С. 22–36.

В статье проведены ретроспективный анализ эффективности отрасли растениеводства и сравнение эмпирических распределений затрат факторов производства, выполнены аналитические исследования эффективности функционирования сельскохозяйственных предприятий на основе непараметрического метода оболочки данных.

Ил. 7. Табл. 7. Библиогр. – 20 назв.

УДК 338.436.33:631.15

Ефименко, А. Г. **Оценка экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК** / А. Г. Ефименко, Е. В. Волкова // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 1. – С. 37–42.

В статье обоснованы теоретические подходы механизма формирования экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК в целом и его структурных элементов, разработана методика интегральной оценки экономического потенциала перерабатывающих предприятий АПК, обоснованы методологические принципы данной оценки, что позволяет разработать стратегию их развития в условиях конкуренции.

Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. – 3 назв.

УДК 631.416.9

Богдевич, И. М. **Обеспеченность пахотных и луговых почв подвижными формами цинка в зависимости от уровня интенсификации земледелия по районам Беларуси** / И. М. Богдевич, О. Л. Ломонос // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 1. – С. 43–52.

На материале крупномасштабного агрохимического обследования установлен нарастающий дефицит подвижных форм цинка в пахотных и луговых почвах, который является следствием несбалансированной интенсификации земледелия, отрицательного баланса гумуса и подкисления почв. Выделены четыре группы районов, где потери подвижного цинка за период 1996–2012 гг. различались – 62 – 44 – 14 – 0% от исходного содержания соответственно. В результате существенно возросла потребность сельскохозяйственных культур в цинксодержащих удобрениях. Дается прогноз содержания подвижных форм цинка в пахотных почвах на период до 2020 г. по выделенным группам районов для возможных трех сценариев.

Ил. 5. Табл. 6. Библиогр. – 25 назв.

УДК 551.557(476)

Пироговская, Г. В. **Химический состав атмосферных осадков в центральной и юго-восточной части Республики Беларусь** / Г. В. Пироговская // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 1. – С. 53–64.

Результаты исследований по изменению показателей химического состава атмосферных осадков (кислотности, содержания сульфатов, нитратов, аммонийного азота, фосфатов, калия, кальция, магния, натрия, хлоридов, гидрокарбонатов и водорастворимого органического вещества) в центральной (г. Минск, за 1981–2012 гг.) и юго-восточной (совхоз «Подолесье» Речицкого района Гомельской области, за 1991–2000 гг.) части Республики Беларусь показали, что химический состав атмосферных осадков и их минерализация изменяется в зависимости от количества выпадающих осадков и сезонности года.

Ил. 1. Табл. 4. Библиогр. – 43 назв.

УДК 635.652/654:631.5:631.8

Босак, В. Н. **Оптимизация агрохимических приемов возделывания фасоли овощной** / В. Н. Босак, В. В. Скорина, О. Н. Минюк // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 1. – С. 65–68.

В исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве применение минеральных удобрений $N_{30-70}P_{40}K_{90}$ увеличило урожайность бобов фасоли овощной в фазу технологической спелости на 49,8–70,8 ц/га, микроудобрений (борная кислота, молибдат аммония, жидкое комплексное удобрение для бобовых) – на 9,6–14,2 ц/га, регуляторов роста (эпин, гидрогумат, мультамин) – на 9,9–10,4 ц/га, жидкого комплексного удобрения для бобовых и эпина (совместное внесение) – на 7,8–15,6 ц/га при общей урожайности бобов в удобренных вариантах 190,5–212,2 ц/га и содержании сырого протеина 15,4–16,4 %.

Оптимизация агрохимических приемов при возделывании овощной фасоли обеспечила получение чистого дохода 6,5–89,5 долл./га с рентабельностью 16–61 %.

Табл. 3. Библиогр. – 12 назв.

УДК 633.11«324»:631.524.85(477.52/54)

Черенков, А. В. **Влияние погодных условий и предшественников на зимостойкость различных сортов пшеницы озимой в условиях северной степи Украины** / А. В. Черенков, Н. С. Пальчук // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 1. – С. 69–74.

В статье представлен экспериментальный материал по изучению влияния погодных условий и предшественников на зимостойкость различных сортов пшеницы озимой в условиях северной степи Украины. Отмечено, что наименьшим показателем сохранности растений и побегов у всех исследуемых сортов был при севе после черного пара: Зира – 98 %, Заможность – 96 %, и Розкишна – 97 %, что объясняется оптимальным соотношением сформированной вегетативной массы и экономным расходованием пластических веществ на протяжении зимнего периода. Выявлено значительное влияние погодных условий и предшественников на развитие растений в посевах.

Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. – 11 назв.

УДК 636.2.082.2

Гринь, М. П. **Методические основы селекционно-племенной работы с породой молочного скота** / М. П. Гринь // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 1. – С. 75–80.

В статье изложены основные результаты различных методов использования голштинской породы для повышения генетического потенциала продуктивности животных белорусской черно-пестрой породы при углубленной селекции в племхозах и на популяционном уровне. Представлен оптимальный вариант крупномасштабной селекции с породой в Беларуси и возможная эффективность от его использования. Определены направления и методы дальнейшего совершенствования породы.

Табл. 5. Библиогр. – 4 назв.

УДК 636.2.082.265

Зубко, И. Г. **Эффективность выращивания молодняка, полученного при скрещивании коров черно-пестрой породы с быками специализированных мясных пород** / И. Г. Зубко, Л. А. Танана, И. С. Петрушко // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 1. – С. 81–85.

В проведенных исследованиях установлено, что туши герефорд × черно-пестрых и абердин-ангусс × черно-пестрых быков имели более хорошо выполненную тазобедренную, мускулистую поясничную, спинную и прекрасно развитую грудную части, чем туши быков черно-пестрой породы. Так, при убое подопытных животных значительное преимущество по вышеобозначенным показателям наблюдалось у герефорд × черно-пестрых помесей. Они превосходили сверстников черно-пестрой породы по предубойной живой массе на 27,2 кг, или 5,0 %, а абердин-ангусс × черно-пестрых – на 19,3 кг, или 3,5 %. Так, герефорд- и абердин-ангусс × черно-пестрые помеси превышали своих

чистопородных сверстников по массе парной туши на 11,1 ($P < 0,01$) – 6,5 % ($P < 0,05$), по выходу туши – на 2,96–2,54 п.п. ($P < 0,01$), по убойному выходу – на 3,2–2,8 п.п. ($P < 0,001$) соответственно.

Табл. 3. Библиогр. – 9 назв.

УДК 636.2.082.4

Пестис, В. К. Первый опыт получения эмбрионов крупного рогатого скота *in vitro* в системе трансвагинальной аспирации ооцитов (ТАО) / В. К. Пестис, Л. В. Голубец, А. С. Дешко, И. С. Кысса, М. В. Попов, Ю. А. Якубец // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2015. – № 1. – С. 86–91.

Представлены результаты изучения влияния метода получения племенного молодняка в системе трансвагинальной аспирации ооцитов на их извлекаемость и качество. Установлено, что метод трансвагинальной аспирации ооцитов позволяет получить 2,7 ооцит-кумулясных комплексов за одну аспирацию и 3,3 на одну положительную по извлечению операцию. Выход жизнеспособных ооцит-кумулясных комплексов составил в целом на одну аспирацию 2,0, в том числе 2,5 на одну положительную по извлечению, извлекаемость – 73,6 %. Выход эмбрионов на стадии бластоциста составил 8,9 % от числа клеток, поставленных на созревание, или 21,4 % от числа дробящихся зародышей.

Табл. 2. Библиогр. – 19 назв.

УДК 636.2.053.2.087.7

Радчиков, В. Ф. Экструдированный обогатитель на основе льносемени и ячменной крупки в рационах телят / В. Ф. Радчиков, О. Ф. Ганущенко, В. К. Гурин, С. Л. Шинкарева, В. А. Люндышев // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2015. – № 1. – С. 92–97.

Включение в состав комбикорма КР-1 телятам экструдированного пищевого концентрата в количестве 15 % по массе способствует активизации микробиологических процессов в рубце, оказывает положительное влияние на окислительно-восстановительные процессы в организме животных, а также позволяет повысить среднесуточные приросты телят на 8 %, снизить затраты кормов на 9 % и получить дополнительную прибыль на 10 % больше контрольного варианта.

Табл. 5. Библиогр. – 10 назв.

УДК 631.431.73

Орда, А. Н. Закономерности деформирования почв под воздействием колес сельскохозяйственных машин / А. Н. Орда, В. А. Шкляревич, А. С. Воробей // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2015. – № 1. – С. 98–104.

В результате анализа процесса деформирования почвы штампом установлена S-образная зависимость между сопротивлением и осадкой, имеющая асимметричный характер относительно точки перегиба. Предложены зависимости для аналитического описания выпуклого и вогнутого участков кривой деформирования. Предложенные зависимости могут быть использованы для обоснования допустимой нагрузки на колеса сельскохозяйственных машин.

Ил. 6. Библиогр. – 9 назв.

УДК 631.512

Горин Г. С. Расчет составляющих затрат энергии при почвообработке плугом / Г. С. Горин, А. А. Сильченко, Г. Ф. Бетень, С. Н. Рогожинский // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2015. – № 1. – С. 105–113.

В статье приводятся расчетные схемы и результаты расчетов энергозатрат, связанных с перемещением корпуса плуга в почве. Определены потери на трение с почвой деталей корпуса плуга и их взаимосвязь с триботехническими свойствами поверхностей трения.

Ил. 4. Табл. 5. Библиогр. – 7 назв.

УДК 665.345.4

Шадыро, О. И. Применение растительного сырья для защиты льняного масла от окисления / О. И. Шадыро, А. А. Сосновская, И. П. Едимечева // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2015. – № 1. – С. 114–119.

Изучена окислительная стабильность масляных экстрактов, полученных на основе льняного масла из лекарственного и пряно-ароматического растительного сырья (шалфей, зверобой, тимьян, шиповник, тмин, имбирь, куркума, гвоздика). Установлено, что комплекс жирорастворимых биологически активных веществ растительных экстрактов наиболее эффективно ингибирует процесс окисления льняного масла в случае использования шалфея и тмина.

Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. – 13 назв.