ВЕСЦІ
НАЦЫЯНАЛЬНАЙ АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ

СЕРЫЯ АГРАРНЫХ НАВУК 2016 № 1

ИЗВЕСТИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

СЕРИЯ АГРАРНЫХ НАУК 2016 №1

ЗАСНАВАЛЬНІК – НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ

Часопіс выдаецца са студзеня 1963 г.

Выходзіць чатыры разы ў год

ЗМЕСТ

ЭКАНОМІКА

Гануш Г. И. Проблемы и приоритеты выбора в экономике АПК Беларуси: теоретико-прикладные аспекты ... 5

Полоник С. С., Хоробрых Э. В., Литвинчук А. А. О развитии экспортного потенциала Республики Беларусь ... 13

Байгот Л. Н., Ахрамович В. С. Развитие экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия Беларуси: состояние, проблемы, перспективы ... 24

Сайганов А. С., Липская В. К. Практические рекомендации по повышению конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов ... 33

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА

Цытрон Г. С., Калюк В. А., Шибут Л. И., Шульгина С. В., Матыченков Д. В. Уникальность почвенного покрова отдельных регионов Припятского Полесья ... 47

Сокол С. В., Фицуро Д. Д., Пищенко Л. И., Назаров В. Н. Сравнительная продуктивность и качество картофеля, выращиваемого по экологизированной технологии в условиях Минской области ... 53

Волчкевич И. Г., Вага И. И. Эффективность нового инсектицида Гринда, РП в контроле численности луковой мухи ... 60

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА

Шамонина А. И. Продуктивность молодняка свиней различных генотипов при откорме до тяжелых кондиций 64

Бесараб Г. В. Использование питательных веществ рациона молодняком крупного рогатого скота при включении в состав комбикорма КР-3 кормовой добавки на основе побочных продуктов свеклосахарного производства 68

Радчиков В. Ф., Гурин В. К., Цай В. П., Люндышев В. А. Повышение продуктивного действия барды при интенсивном производстве говядины 74

Агеец В. Ю. Основные направления в разведении и выращивании ценных видов рыб в Беларуси 80

МЕХАНІЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА

Ленский А. В., Иванов Е., М., Каждан Е. Интегрированная система программного обеспчения для оптимизации стратегии управления сельскохозяйственным предприятием (на англ. яз.) 88

Петровец В. Р., Авсюкевич С. В., Дудко Н. И. Оценка эффективности работы экспериментального двухдискового сошника с усеченно-конусными ребордами-бороздообразователями 95

Китун А. В. Определение мощности на привод шнековых смешивающих рабочих органов 104

Азаренко В. В., Леонов А. Н., Мисун А. Л., Ларичев А. Ю. Результаты исследований безопасности труда на клюквенных чеках в условиях изменяющихся параметров производственной среды 109

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ

Хлиманков Д. В., Тананайко Т. М., Пушкарь А. А. Оптимизация процесса дрожжегенерации при дифференцированном разделении и переработке биополимеров ржи в спиртовом производстве 117

ВУЧОНЫЯ БЕЛАРУСІ

Оскар Карлович Кедров-Зихман (К 130-летию со дня рождения) 124

Иван Иванович Будевич (К 75-летию со дня рождения) 127

ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ 2016 № 1

Серия аграрных наук

На русском, белорусском и английском языках

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

Тэхнічны рэдактар *В. А. Тоўстая*
Камп'ютарная вёрстка *В. Л. Смольскай*

Здадзена ў набор 28.12.2015. Падпісана да друку 25.01.2016. Выхад у свет 28.01.2016. Фармат 60×84 $^{1}/_{8}$.
Папера афсетная. Друк лічбавы. Ум. друк. арк. 14,88. Ул.-выд. арк. 16,4. Тыраж 92 экз. Заказ 19.
Кошт нумару: індывідуальная падпіска – 102 900 руб., ведамасная падпіска – 252 168 руб.

Выдавец і паліграфічнае выкананне:

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

© Выдавецкі дом «Беларуская навука».
Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук, 2016

PROCEEDINGS
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

AGRARIAN SERIES 2016 N 1

FOUNDED IS THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

The Journal has been published since January 1963

Issued four times a year

CONTENTS

ECONOMICS

Ganush G. I. Problems and priorities of the choice in the economy of the agrarian and industrial complex of Belarus: theoretical and applied aspects 5

Polonik S. S., Khorobrykh E. V., Litvinchuk A. A. Development of the export potential of Belarus 13

Bajgot L. N., Akhramovich V. S. Development of the export of agricultural products and food in Belarus: state, problems and prospects 24

Saiganov A. S., Lipskaya V. K. Practical recommendations for raising compatibility of grain-harvesting combines 33

AGRICULTURE AND PLANT CULTIVATION

Tsytron G. S., Kalyuk V. A., Shibut L. I., Shulgina S. V., Matychenkov D. V. Soil cover's uniqueness of Pripyat Polesie single regions 47

Sokol S. V., Fitsuro D. D., Pischenko L. I., Nazarov V. N. Comparative productivity and quality of potato grown in accordance with ecologically based technologies in Minsk region 53

Volchkevich I**. G., Vaga I. I.** Efficiency of the new insecticide Grinda, SP in onion fly number control 60

ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY MEDICINE

Shamonina A. I. Yield of young pigs of different genotypes fattened up to heavy conditions 64

Besarab G. V. Use of nutrients in the diet of young cattle when the feed additive on the basis of by-products of sugar beet production is included in the feed KP-3 68

Radchikov V. F., Gurin V. K., Tzai V. P., Lyundyshev V. A. Increase of distiller's grains efficiency for intensive beef production 74

Ageyets V. Yu. Main directions of breeding and rearing of valuable fish species of Belarus..... 80

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

Lenski A., Ivanov E., Kashdan E. Integrated Software System for agricultural enterprise strategy optimization 88

Petrovets V. R., Avsyukevich S. V., Dudko N. I. Assessment of the efficiency of an experimental two-disk ploughshare with truncate conical furrow forming ledges 95

Kitun A. V. Determination of power to the drive of screw mixing working bodies 104

Azarenko V. V., Leonov A. N., Misun A. L., Larichev A. U. Results of the research on labour safety on cranberry checks in the conditions of changing parameters of the production environment 109

PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Khlimankov D. V., Tananaika T. M., Pushkar A. A. Optimization of the process of yeast generation at diversified division and processing of rye biopolymers in alcohol production 117

SCIENTISTS OF BELARUS

Oskar Karlovich Kedrov-Zikhman (To the 130th Anniversary of Birthday) 124
Ivan Ivanovich Budevich (To the 75th Anniversary of Birthday) 127

ЭКАНОМІКА

УДК 338.436.33(476)

Г. И. ГАНУШ

ПРОБЛЕМЫ И ПРИОРИТЕТЫ ВЫБОРА В ЭКОНОМИКЕ АПК БЕЛАРУСИ: ТЕОРЕТИКО-ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ

Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь,
e-mail: bgatu@gmail.com

В статье изложены общие понятия выбора в экономике, аргументированы его особенности и приоритетные направления реализации в АПК Беларуси. Обоснованы условия и факторы, обеспечивающие возможности осуществления выбора наиболее оптимальных вариантов повышения эффективности функционирования и конкурентной устойчивости агропромышленного комплекса республики.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, экономика, эффективность, ресурсы, выбор, специализация, технологии, органические продукты, экологическое фермерство, законодательство, продуктовые компании.

G. I. GANUSH

PROBLEMS AND PRIORITIES OF THE CHOICE IN THE ECONOMY OF THE AGRARIAN AND INDUSTRIAL COMPLEX OF BELARUS: THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS

The Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus,
e-mail: bgatu@gmail.com

In the article the general concepts of the choice in economy are stated, its features and priority directions of implementation in the agrarian and industrial complex of Belarus are reasoned. The conditions and factors providing possibilities of choosing the most optimal variants to increase the efficiency of functioning and competitive stability of the agrarian and industrial complex of the republic are substantiated.

Keywords: agrarian and industrial complex, economy, efficiency, resources, choice, specialization, technologies, organic products, organic agriculture, legislation, food companies.

В жизнь человеческого общества с древних времен вошла проблема экономического выбора, порождаемая необходимостью альтернативного поиска ресурсов и их оптимального сочетания для обеспечения текущей жизнедеятельности и перспективного развития. Проблема заключается в том, что потребности людей безграничны, а ресурсы для их удовлетворения ограничены или редки. Всегда требуется делать выбор: какие потребности удовлетворять на каждом этапе и за счет каких ресурсов возможно достигнуть поставленную цель с наибольшей выгодой (экономической, социальной, экологической).

На основе решения проблемы выбора реализуется классическое правило эффективной экономики: знать «*что*», «*как*» и для «*кого*» производить. Квалифицированное обоснование каждой из составляющей указанной триады требует достаточной экономической компетентности, адекватных теоретических знаний. По существу теория выбора оптимального экономического решения и есть основа экономической науки, или сама экономическая наука. Без должного овладения знаниями ее принципов и методологии обеспечить эффективную экономическую деятельность не представляется возможным.

© Гануш Г. И., 2016

Неуклонное возрастание актуальности проблемы экономического выбора является одной из доминирующих тенденций современности. Это обусловлено, во-первых, постоянным расширением объемов и разнообразия потребностей, с одной стороны, и усилением ограниченности ресурсов для их удовлетворения, с другой. Во-вторых, значимость выбора в экономике возрастает в связи с ускорением трансформации рыночных отношений и условий конкурентности. В-третьих, необходимость высококвалифицированных подходов к выбору вариантов экономических действий вызывается динамичным развитием кооперативно-интеграционных связей как внутри страны, так и между странами.

Рассмотрим содержание названных факторов выбора относительно экономики агропромышленного комплекса (АПК) Беларуси.

Обострение постоянной диспропорции между возрастанием общественных потребностей и наличием ресурсов для их обеспечения в АПК республики проявляется в различных аспектах. Прежде всего следует отметить, что в Беларуси, как и в других странах, под влиянием ускорения прогресса в науке, технике и технологиях, а также в социальной сфере происходят динамичные изменения количественных и качественных характеристик потребностей людей. Быстро меняются требования к жилищно-бытовым условиям, экологии, удовлетворению социально-культурных запросов. Существенно переориентированы потребительские предпочтения в области качества и ассортимента продовольствия. Растет спрос на экологически безопасные продукты, в том числе произведенные на основе так называемых органических технологий.

Что касается ресурсов сельскохозяйственного производства, то их ограниченность выражается рядом лимитирующих факторов. Так, по сравнению с европейскими странами (Польша, Германия, Франция и др.) растениеводство Беларуси ежегодно недополучает значительную часть положительных температур по причине меньшей мощности солнечной радиации. Плодородие почти четверти пашни республики, согласно кадастру, оценивается ниже 25 баллов, что существенно ограничивает возможности получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Имеет место дефицит ряда технических средств, минеральных удобрений, пестицидов. У большинства сельскохозяйственных организаций сложилось трудное финансовое положение. Многие хозяйства испытывают недостаток трудовых ресурсов, особенно квалифицированных рабочих, а также специалистов.

Кроме отмеченных факторов острота проблемы выбора в аграрном секторе экономики Беларуси в значительной мере обуславливается также необходимостью импортирования основной части теплоэнергетических ресурсов. Эти ресурсы (газ, нефть, уголь и др.) являются дорогостоящими и к тому же исчерпаемыми (невозобновляемыми). В данной ситуации требуется осуществлять выбор наименее энергоемких производств, активно использовать альтернативные источники пополнения энергетического баланса отрасли (древесные отходы, торф, биогаз, солнце, ветер, растительное сырье и др.).

Объективно обусловленная развитием человеческого общества необходимость экономического выбора становится особенно актуальной в условиях рынка, усиления конкуренции. Выбор в рыночной экономике предопределяет поведение производителей и потребителей товаров: первые занимаются поиском наиболее экономически целесообразных производственных ресурсов, сегментов рынка и каналов сбыта; вторые заинтересованы в выборе товаров высокого качества и по относительно низким ценам.

По мере количественного (в связи с ростом численности населения) и качественного (в связи с ускорением научно-технического прогресса) возрастания потребностей и неизбежным ограничением ресурсных возможностей для их удовлетворения рыночная конъюнктура становится все более напряженной и сложной. Проблема выбора: для *кого* и *что* производить, *какие* ресурсы при этом использовать, *где* и *как* реализовать произведенную продукцию выдвигается на первое место, а ее решение является исходной, отправной позицией организации любых видов экономической деятельности. В таких условиях приоритетная роль должна отводиться формированию высокого уровня маркетингового обеспечения рыночных процессов.

Актуальность проблемы выбора в экономике АПК республики возрастает также в связи с активизацией внешнеэкономической деятельности, развитием международных экономических

отношений. В результате осуществления в последнее десятилетие целенаправленных мер по подъему сельского хозяйства, в первую очередь реализации крупномасштабных мероприятий Государственной программы возрождения и развития села на 2005–2010 годы, Беларусь стала не только самодостаточной в продовольственном отношении страной, но и экспортно ориентированной. В такой ситуации требуется постоянно корректировать объемы и структуру экспортных поставок, выбирать и осваивать новые внешние рынки [1].

Особое внимание необходимо уделить развитию интеграционных процессов в аграрной сфере стран – членов Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Обеспечение согласованности аграрной политики в условиях функционирования ЕАЭС возможно на основе создания Общего аграрного рынка (ОАР), формирование которого является сложным процессом, требует глубокой теоретической проработки, совершенствования механизмов экономического, правового, нормативного и организационного взаимодействия государств-участников.

Для АПК Беларуси, как убедительно аргументирует академик В. Г. Гусаков, является особенно важным сохранить или даже наращивать объемы государственной поддержки, поскольку ее снижение может привести к нежелательным тенденциям. В отличие от России и Казахстана, где имеются достаточные ресурсы (газ, нефть) для приобретения продовольствия по импорту, для Беларуси сельское хозяйство имеет системообразующий характер, макроэкономические условия для его развития приобретают принципиальное значение. Поэтому при выработке и осуществлении согласованной экономической политики стран-партнеров по ЕАЭС республике необходимо ориентироваться на неснижающийся уровень государственной поддержки. Можно допускать изменения в структуре поддержки, переориентировать ее в основном на меры «зеленой корзины», как это рекомендуется ВТО, но нельзя свертывать суммарные объемы государственных субвенций [2].

Для повышения эффективности интеграционных отношений в рамках Общего рынка стран ЕАЭС весьма важно обеспечить рациональное разделение труда между государствами в аграрной сфере, т. е. выбрать направление специализации исходя из природно-экономически условий каждой страны и с учетом ее интересов.

Экономический выбор реализуется посредством альтернативного поиска, обоснования и практического осуществления того или иного направления производственной деятельности, признанного приоритетным относительно других возможных вариантов. К числу таких направлений в сельском хозяйстве Беларуси на современном этапе относится, как считает большинство представителей науки и практики, усовершенствование *специализации и структуры производства* с целью обеспечения их максимального соответствия принципам адаптивного хозяйствования в рыночных условиях.

Важно отметить, что именно практическая реализация принципов адаптивности составляет экономический смысл целесообразности и определяет отличительную особенность мероприятий по совершенствованию специализации (переспециализации) субъектов аграрной экономики в настоящий период. Сущность данной особенности состоит в том, что современный этап развития специализации на основе освоения адаптивных систем хозяйствования предполагает одновременное решение следующей двуединой задачи: 1) оптимизировать специализацию производства с учетом характеристик природно-ресурсного потенциала конкретного хозяйства; 2) оптимизировать структуру производства товарной продукции с учетом рыночного спроса и предложения с целью производить не то, что производится, а то, что продается, приносит необходимую прибыль. Обе стороны данной задачи являются взаимообусловленными, они не могут успешно решаться по отдельности, без взаимной увязки и единого подхода.

В аграрной науке Беларуси проблемы специализации и размещения сельскохозяйственного производства разработаны в достаточной степени. Определены направления специализации с учетом специфики природных условий, экономического состояния субъектов хозяйствования, технологических особенностей отраслей, их экспортного потенциала. Выделены основные зоны специализации, обоснованы параметры концентрации производства и перспективные типы хозяйств.

Необходимо максимально реализовать рекомендации науки по размещению и специализации аграрного производства, внести в практику ведения земледелия и животноводства адекватные коррективы. Это предполагает осуществление конкретных мер по разработке и освоению севооборотов, максимально адаптированных к местным природным условиям и требованиям рынка, формированию экономически обоснованных сырьевых зон перерабатывающих предприятий и животноводческих комплексов, организационно-технологическому совершенствованию кормопроизводства, а также процессов кормления и содержания животных.

Определение рациональной специализации является основополагающим условием эффективного функционирования фермерских хозяйств. Им необходимо оказать конкретную консультативную помощь в поиске своей «ниши» на рынках продовольствия и организации продуктивного взаимодействия с крупными товаропроизводителями. Наиболее целесообразными направлениями специализации фермеров республики может быть, в частности, производство семян ряда овощных культур, выращивание пряно-ароматических и лекарственных трав, а также мелкое животноводство (кролиководство, козоводство, некоторые виды птицеводства и др.).

Перспективным направлением специализации фермерских хозяйств является производство сельскохозяйственной продукции на основе так называемых «органических» технологий. В настоящее время оно ведется в 170 странах. В 2013 г. площадь сельскохозяйственных земель, на которых применялись органические технологии, превышала 43 млн га, увеличившись по сравнению с 1999 г. почти в 4 раза. Мировой объем продаж органических продуктов питания в 2013 г. достиг 72 млрд долларов США, что в 5 раз выше уровня 1999 г. Лидирующими странами по объему розничных продаж в 2013 г. являлись США (24,3 млрд евро), Германия (7,6 млрд евро), Франция (4,4 млрд евро). Динамичный рост продаж органических продуктов в розничной торговле демонстрируют также Великобритания, Италия, Швейцария, Австрия, Швеция и др. На рынках органических продуктов преобладают овощи, фрукты и молоко. Развитие производства и рынка органических продуктов предопределяется в первую очередь принятием во многих странах соответствующих законодательных и нормативных актов.

В Республике Беларусь, как и во все мире, растет потребительский спрос на экологически безопасные (органические) продукты. Большинство населения страны согласно платить за них повышенную цену. Наиболее обеспеченные люди готовы покупать произведенные без применения минеральных удобрений и многократных химических обработок продукты по цене в 1,5–2 раза выше обычной. Однако при этом они хотели бы иметь необходимую гарантию подлинности экологических характеристик данных продуктов. Словом, в нашей стране имеется достаточный рыночной спрос на «здоровые» продукты питания и приходится лишь сожалеть, что не формируется соответствующего их предложения. В мировых сводках по производству и реализации органических продуктов строчка Республики Беларусь уже ряд лет заполняется нулевой отметкой, в то же время в соседних странах (России, Украине, Польше и др.) органическое сельское хозяйство получило определенное развитие.

Наряду с фермерскими хозяйствами, как вновь создаваемыми, так и переспециализированными, распространенной и эффективной формой хозяйствования в сфере производства органических продуктов должны стать агроэкологические усадьбы. Производство экологически чистых (органических) продуктов является одним из главных факторов их успешного и перспективного функционирования, привлечения туристов, получения стабильного дохода. В 2013 г. в республике насчитывалось 1880 субъектов агроэкотуризма (агроусадеб), они обслужили около 280 тыс. человек, в том числе более 37 тыс. иностранных граждан. Таким образом, экологический туризм получает дальнейшее развитие и обуславливает возрастание спроса на органические продукты.

Органические технологии правомерно называются альтернативными. Они основаны на существенном ограничении техногенных факторов (удобрения и средства защиты химического происхождения) и на более широком использовании адаптивных факторов интенсификации производства, проявляющихся в учете законов природы и максимальной биологизации земледельческих процессов. Поэтому органическое сельское хозяйство как наиболее прогрессивное и перспективное по сравнению с традиционным является одновременно более сложным, а по-

тому и более наукоемким, т. е. ориентированным на глубокие научные знания, проведение целенаправленных научных исследований и обязательное использование их результатов на практике.

В данном контексте совершенно неправильно, как это нередко встречается среди практиков и ученых, относить органические технологии к «дедовским» способам. Все наоборот. Оно невозможно без активного использования научных достижений в области биологии, физики и химии, растениеводства и селекции, почвоведения и земледелия, фотосинтеза и климатологии. Вполне правомерно считать, что органические технологии являются сегодня наиболее выразительным и перспективным направлением инновационной интенсификации сельскохозяйственного производства.

Необходимым условием становления и развития в Беларуси органического агропроизводства, в частности, экологического фермерства, как показывает опыт многих стран Европы и мира, является принятие соответствующих законодательных и нормативно-правовых актов, регламентирующих и регулирующих производственно-сбытовые процессы в данном виде экономической деятельности.

Закон Республики Беларусь «О производстве и реализации органических продуктов» (название условное) станет основополагающей предпосылкой, исходной позицией для принятия субъектами хозяйствования положительного решения о специализации на производстве продуктов с использованием принципиально новых (альтернативных) технологий, а также нетрадиционных подходов к организации агробизнеса, сопряженного с высокой степенью риска в условиях усложнения рыночной конъюнктуры. Только при наличии необходимого правового поля, должных законодательных гарантий, государственной поддержки и защиты фермеры смогут сделать выбор в пользу органического производства. Никаких «любительских» экофермеров, как иногда предлагается, в принципе быть не может. Товарное производство на основе органических технологий, как и любое другое производство в условиях рынка, объективно ориентировано на окупаемость затрат, приемлемые цены на реализуемую продукцию, достаточную прибыль и рентабельность, возможность самофинансирования. Наконец, оно, как и другие виды деятельности, требует общественного признания своей экономической, экологической и социальной значимости, т. е. должно находиться в действующей системе соответствующих правовых и нормативных документов, пользоваться поддержкой органов государственного управления, средств массовой информации.

В Законе следует предусмотреть:

– определение отечественной терминологии относительно нового направления в агропромышленном производстве;

– принципиальные требования к технологическим процессам (технологическим регламентам);

– основные (базовые) положения сертификации и стандартизации органической продукции с целью формирования в стране национальной системы сертификации продуктов земледелия и животноводства, произведенных на основе экологически безопасных (органических) технологий;

– методы организации контроля процессов производства и реализации органической продукции;

– меры государственного регулирования и господдержки субъектов хозяйствования, занятых в системе органического агропроизводства (налогообложение, кредитование, страхование, гарантированные цены и др.).

Закон должен быть по содержанию гармонизирован с существующим законодательством в странах ЕС и ЕАЭС.

Выбор в экономике АПК предполагает выработку и принятие решений о наиболее оптимальных направлениях и способах *модернизации материально-технической базы АПК* в целях снижения энергоемкости и материалоемкости производства, повышения производительности труда.

Важно организовать практическую реализацию мер по созданию отечественной сельскохозяйственной техники качественно нового уровня на основе достижений технотроники. Речь идет о принципиально новых машинах, оснащенных навигационной системой и компьютерным управлением технологическими процессами, которые обеспечивают масштабное использование комплексных автоматизированных систем «точного земледелия» [3].

Важной составляющей выбора в аграрной экономике, ориентированным на эффективное использование агроклиматических, материально-технических и трудовых ресурсов АПК, является обоснование направлений *диверсификации* агропромышленного производства. В республике прежде всего целесообразно диверсифицировать поставки продовольствия на внутренний и внешний рынки за счет значительного расширения промышленного грибоводства, интенсификации пчеловодства, а также производства продуктов на основе органических технологий. Эти отрасли в условиях Беларуси являются экспортно ориентированными, а также, что весьма важно, характеризуются высоким потенциалом импортозамещения.

Практическое осуществление процессов выбора наиболее эффективных управленческих решений и направлений хозяйственной деятельности в АПК может быть возможным и успешным при наличии *адекватной экономической, социальной и правовой среды*. К основным составляющим формирования данной среды можно отнести, на наш взгляд, следующие экономико-социальные и организацонно-управленческие меры, обеспечивающие благоприятные условия для развития и конкурентной устойчивости субъектов аграрного сектора экономики страны.

1. Расширение рамок экономической свободы субъектов хозяйствования. Им необходимо предоставить полную хозяйственную самостоятельность. Это выражается, во-первых, в возможности усовершенствования специализации производства и его структуры с учетом принципов адаптивных систем хозяйствования. Во-вторых, следует отказаться от доведения планов сельхозпроизводителям по объему и номенклатуре производства продукции сверху, без учета специфики почвенно-климатических условий. В-третьих, система ценообразования на реализуемую продукцию должна максимально базироваться на принципах рыночного спроса и предложения. В-четвертых, сельскохозяйственным организациям следует предоставить право выбора покупателей произведенной продукции, равно как и перерабатывающим предприятиям необходимо иметь возможность целесообразного выбора поставщиков сырья.

Органы государственного управления, прежде всего районного звена, конечно, не могут устраняться от названных процессов, однако функции их должны существенно трансформироваться. Широко практикуемые теперь методы административно-командного управления сельскохозяйственными организациями необходимо заменить на методы консультативного характера и партнерских отношений, оказания помощи и поддержки.

2. Повышение уровня профессиональных знаний руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций и органов управления АПК. В условиях инновационной модернизации производства большая роль отводится технико-технологическим знаниям. Они являются важнейшей предпосылкой создания новых производственных процессов, рационального использования сложного оборудования, современных машин и механизмов. В этом смысле можно согласиться с бытующим мнением, что в сельском хозяйстве сегодня необходима «диктатура» технологий.

Вместе с тем к данному утверждению, на наш взгляд, следует относиться диалектически. Признавая несомненную значимость технологических (технических) знаний, представляется логичным считать приоритетными для обеспечения эффективного управления производством экономические знания. Им в совокупности разнообразных видов знаний отводится ведущая роль, поскольку технические, биологические и организационные новшества, принятие решений о выборе вариантов использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов должны быть в первую очередь обоснованы предпочтениями экономики, т. е. с помощью экономических знаний.

К сожалению, нередко приходится констатировать, что далеко не все управленческие кадры понимают сущность и владеют методами расчета таких важных экономических категорий, как прибыль, рентабельность, добавленная стоимость и др. Это негативно сказывается на качестве и результатах управленческой деятельности, использовании резервов производства, осуществлении перехода на принципы самоокупаемости и самофинансирования. Именно низким уровнем профессиональной компетентности значительной части управленческих кадров всех уровней можно объяснить наличие хронических недостатков в земледелии и животноводстве (разрушение севооборотов, несовершенство структуры посевов кормовых культур и др.).

Словом, сегодня очевидно, что эффективность и развитие АПК республики находятся в прямой зависимости от уровня управления, что, в свою очередь, определяется качеством профессиональной подготовки руководителей и специалистов, их восприимчивостью к инновациям, способностью на практике реализовывать принципы рыночного хозяйствования. Для формирования таких качеств у работников аграрной сферы всех уровней и звеньев управления следует более активно внедрять современные методы *менеджмента знаний*, среди которых наиболее актуальными являются конкретные меры по содержательному совершенствованию вузовского образования и системы повышения квалификации кадров, повышению уровня теоретической и практической подготовки обучающихся, созданию консультационных служб, широкому применению бенчмаркинга и др.

3. Совершенствование научно-инновационного обеспечения АПК. Решение масштабных задач развития агропромышленного комплекса республики может быть возможным только на основе активного использования научных разработок, ориентированных на качественные преобразования технологий и форм организации сельскохозяйственного производства, обеспечение его эффективности и конкурентной устойчивости в рыночных условиях. Предстоит, в частности, перевести на новый уровень селекцию растений. Создаваемые в научных учреждениях сорта должны обеспечивать потенциальную урожайность зерновых 100 ц/га, картофеля – 500 ц/га, сахарной свеклы – 800 ц/га.

В животноводстве на основе использования лучшего зарубежного генофонда планируется создать улучшенную белорусскую породу молочного скота с продуктивностью коров 1500 кг молока на 100 кг живого веса при затратах на 1 л 0,8–0,9 к. ед. Продуктивность новой отечественной породы свиней должна быть выше по сравнению с нынешней в 1,5 раза и обеспечить получение 1 кг привеса при затратах полноценных 3 к. ед. Более активно следует развивать исследования по мясному скотоводству и кормлению животных [3].

В аграрной экономической науке необходимо уделять больше внимания проведению маркетинговых исследований потенциала внутреннего и внешних рынков продовольствия, организации эффективного взаимодействия сельхозорганизаций и перерабатывающих предприятий, формированию новых организационно-правовых форм хозяйствования, углублению специализации на принципах адаптивности, совершенствованию структуры и векторов экспортно-импортных поставок.

Приоритетным направлением научного обеспечения АПК является разработка проблем повышения качества продукции как исходного сельскохозяйственного сырья, так и готового продовольствия. Именно качество и потребительская ценность продуктов должны быть главными факторами устойчивости белорусских сельхозпроизводителей в условиях усиления международной конкуренции, так как все окружающие республику страны производят аналогичный ассортимент продукции [2].

4. Развитие кооперативно-интеграционных процессов в АПК и формирование продуктовых компаний. Кооперация и интеграция существенно расширяют возможности экономического выбора. Значительная роль этим процессам отводится в расширении масштабов и повышении эффективности внешнеэкономической деятельности. Как показывает анализ, для обеспечения конкурентной устойчивости отечественного АПК на внешних рынках необходимо создать вертикально-интегрированные продуктовые компании. Главной задачей таких компаний является формирование на мировом рынке бренда белорусской агропромышленной продукции «Белорусское качество». В организационно-управленческом аспекте эти компании представляют межотраслевые кластерные структуры, охватывающие всю технологическую цепь производства и продвижения продовольствия от сырья до готовых продовольственных товаров. В республике достаточно иметь одну крупную продуктовую компанию по каждому основному виду продукции (молоку, мясу, картофелю и др.). Такие национальные брендовые компании не будут конкурировать между собой на зарубежных рынках, а действовать как единая экономически мощная организация, способная на основе правильно выбранной логистики проводить целевую политику обеспечения конкурентоспособности своей продукции [2].

Выводы

1. В АПК Беларуси, как и в других отраслях, в связи с возрастанием потребностей и усилением ограниченности ресурсов для их удовлетворения становится все более актуальной проблема альтернативного выбора наиболее целесообразных экономических решений и направлений хозяйственной деятельности.

2. На современном этапе для осуществления выбора в экономике АПК возможно выделить в качестве приоритетных следующие направления: совершенствование размещения, специализации и структуры производства на основе принципов природной и рыночной адаптивности; модернизация материально-технической базы; диверсификация; развитие экологического фермерства.

3. Необходимыми условиями, обеспечивающими адекватные возможности успешного решения проблемы выбора в экономике АПК, являются следующие меры: расширение экономической свободы субъектов хозяйствования; повышение уровня профессиональной подготовки кадров; развитие кооперативно-интеграционных отношений; создание крупных продуктовых компаний.

4. Применение научно обоснованных подходов к решению проблемы выбора обеспечит создание важных предпосылок для повышения эффективности и устойчивого развития АПК страны.

Список использованных источников

1. Государственная программа устойчивого развития села на 2011–2015 годы: утв. Указом Президента Респ. Беларусь, 01.08.2011, № 342.

2. АПК Беларуси: новейшие вызовы региональной и международной интеграции: материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 4–5 сент. 2014 г. / под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2015. – 303 с.

3. Беларусь 2020: наука и экономика: Концепция комплексного прогноза научно-технического прогресса и приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь на период до 2020 года / В. Г. Гусаков [и др.]: под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Белорусская наука, 2015. – 211 с.

Поступила в редакцию 04.09.2015

УДК 339.564(476)

С. С. ПОЛОНИК[1], Э. В. ХОРОБРЫХ[2], А. А. ЛИТВИНЧУК[2]

О РАЗВИТИИ ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

[1]Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: econauka@bsu.by
[2]Институт экономики НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: litva-1986@yandex.ru

В научной статье рассматривается экспортный потенциал Республики Беларусь, основные направления его развития. Показаны сущность экспортного потенциала, роль и значение которого возрастает по мере открытости национальных экономик государств внешнему миру, принципы построения. Проанализированы тенденции во внешней торговле товарами в Республике Беларусь; место Беларуси по выпуску основных товаров на мировом рынке; экспорт и импорт важнейших видов сельскохозяйственного сырья и продовольствия; сдерживающие факторы развития экспорта; меры и механизмы поддержки экспорта, в том числе механизм государственной поддержки. Разработаны предложения по совершенствованию направлений развития экспортного потенциала Республики Беларусь для активизации продвижения товаров на внешние рынки.

Ключевые слова: экспортный потенциал, экспортная политика, внутренние и внешние факторы, рынок, принципы построения, государственная поддержка, стимулирование, продовольственная безопасность, сельскохозяйственная продукция, меры и механизмы, открытость экономики, тенденции, направления.

S. S. POLONIK[1], E. V. KHOROBRYKH[2], A. A. LITVINCHUK[2]

DEVELOPMENT OF THE EXPORT POTENTIAL OF BELARUS

[1] The Belarusian State University, Minsk, Belarus,
e-mail: econauka@bsu.by
[2]The Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: litva-1986@yandex.ru

The paper deals with the export potential of the Republic of Belarus and the main directions of its development. Construction principles and the essence of the export potential, the role and value of which increases with the openness of national economies to the outside world are presented. Analyzed are the trends in the foreign trade of Belarus as well as the place of Belarus in the world market in respect of the production of basic goods, export and import of major agricultural raw materials and food, influencing factors of export development, measures and mechanisms of the export support including the government support. Proposals for improving the basic directions of the development of export potential of Belarus have been worked out to promote goods to foreign markets.

Keywords: export potential, export policy, internal and external factors, market, construction principles, government support, promotion, food security, agricultural products, measures and mechanisms, openness of the economy, trends, directions.

На современном этапе развития мировой экономики наблюдается интенсификация процессов глобализации, международной экономической интеграции и обостряется уровень конкуренции на мировых товарных рынках, что влечет за собой противоположные тенденции со стороны отдельных стран, которые стремятся защитить свои рынки от иностранной конкуренции путем различного рода допустимых экономических и нетарифных ограничений. В этих условиях становится очевидным необходимость проработки теоретической и практической потребности в формировании соответствующих направлений развития экспортного потенциала для активизации продвижения товаров на внешние рынки, что и определило актуальность проводимых исследований.

© Полоник С. С.[1], Хоробрых Э. В.[2], Литвинчук А. А., 2016

Цель работы – разработка предложений по совершенствованию направлений развития экспортного потенциала Республики Беларусь для активизации продвижения товаров на внешние рынки.

Активизация внешнеторговой деятельности большинства государств зависит от характера направленности и степени эффективности стратегии государственной экономической политики, важной составляющей которой является экспортный потенциал, роль и значение которого возрастает по мере открытости национальных экономик государств внешнему миру, он позволяет эффективно использовать возможности, предлагаемые мировым рынком по экспорту продукции. [Под экспортным потенциалом понимается способность экономической системы производить товары, технологию и услуги, конкурентоспособные на мировых рынках при достигнутом уровне социально-экономического развития страны.]

В настоящее время на информационном рынке имеется достаточно публикаций зарубежных и отечественных авторов, которые внесли наибольший вклад в научную проработку вопросов внешнеэкономической политики и формирования экспортного потенциала. Среди зарубежных – Р. Вернон, С. Гарелли, Р. Джонс, Д. Н. Кейнс, В. Леонтьев, П. Линдерт, Б. Олина, А. Гамильтон, Д. Риккардо, А. Смит, Н. Сениора и др.; российских – Л. И. Абалкин, Ю. А. Борко, В. А. Буренин, Ю. К. Денисов, И. И. Дюмулин, В. А. Назаров, С. М. Рогова, Р. И. Хастулатов, Г. П. Черникова, Н. П. Шмелева и др.; белорусских – Л. Н. Байгот, В. И. Бельский, Г. И. Ануш, В. Г. Гусаков, А. Е. Дайнеко, З. М. Ильина, В. Ф. Медведев, М. В. Мясникович, П. Г. Никитенко, С. С. Полоник и др.

Вместе с тем проблема адаптации национальных экономик к изменяющимся условиям мирохозяйственной деятельности, особенно в части создания и использования комплексных систем содействия развитию экспортного потенциала, до настоящего времени не получила подробного самостоятельного освещения, особенно в региональном аспекте, и требует разработки приоритетных направлений развития экспортного потенциала и механизма его поддержки на основе сложившегося опыта промышленно развитых стран, осмысления возрастающей роли государства в процессе регулирования экономики, включая поддержку экспортного потенциала.

Формирование системы развития экспортного потенциала любого государства полностью зависит и от условий существования с учетом внутренних и внешних факторов.

К основным *внутренним факторам* экспортного потенциала относятся: экономико-географическое положение; условия и возможность привлечения иностранных инвестиций; комплекс ресурсов территории; производственный потенциал (основные средства, их состав, структура, износ и т.д.); кадровый потенциал (количественный и качественный состав кадровых ресурсов и производительность труда); рыночный потенциал (соответствие мировым системам управления качеством, международным стандартам); финансовый потенциал (объемы реализации продукции, прибыль от основной деятельности, рентабельность производства).

Наиболее значимыми *внешними факторами* являются: современные тенденции развития мировой экономики; характеристика экспортного рынка; политико-экономические факторы; государственное регулирование; нормативно-правовая база: таможенное, тарифное и нетарифное регулирование; научно-технический прогресс; конкуренты; потребители; социально-культурные факторы.

Для более полного представления об экспортном потенциале государства следует выделить, с учетом мнения ведущих ученых и специалистов, основные принципы его построения и функционирования [1]:

- принцип целостности и комплексности процесса функционирования структурообразующих элементов, который предполагает взаимосвязанное изучение факторов развития экспортного потенциала на данной территории;
- принцип управляемости процессом формирования и развития с использованием экономических механизмов регулирования экспортной деятельности (меры налогового, валютного и финансового воздействия);
- принцип информационной достаточности, основу которого составляет наличие и доступность информационной среды, что делает возможным поиск потенциально выгодных рынков сбыта, экспортных товаров, цен;

• принцип оптимизации и адаптивности, предполагающий корректировку внутриструктурных параметров экспортного потенциала в зависимости от потребностей экономики и складывающихся изменений конъюнктуры мировых товарных рынков;

• принцип единообразия, который подразумевает формирование и развитие экспортного потенциала в рамках единого правового и экономического пространства экспортной деятельности страны.

Использование всех этих принципов при формировании и развитии экспортного потенциала страны оптимизирует структуру экспорта в соответствии с изменяющимися требованиями современного внешнего рынка.

Раскрывая сущность экспортного потенциала, необходимо обозначить мотивы, побуждающие экономическую систему государства экспортировать свои ресурсы и продукцию, разрабатывать и продвигать стратегию возрастающего участия страны в международном разделении труда, которая обладает рядом преимуществ по сравнению с импортозамещением и позволяет решать следующие проблемы [2]:

• возможность повышения эффективности использования природных ресурсов и преимуществ территориального разделения труда;

• уменьшение уровня безработицы и совершенствование механизмов функционирования рынка труда;

• повышение конкурентоспособности хозяйствующих объектов и качества их продукции, совершенствование технического уровня производств;

• увеличение притока инвестиций отечественного и иностранного происхождения;

• приток валютных ресурсов;

• улучшение платежного баланса;

• улучшение в целом экономической структуры страны и появление возможности экономического роста.

Решение этих проблем позволит повысить уровень и качество жизни населения, будет способствовать созданию соответствующей современным требованиям инфраструктуры хозяйства и повышению общей привлекательности страны. Но при этом следует отметить, что активное воздействие экспортного потенциала на повышение эффективности производства и экономический рост страны возможно, во-первых, при опережающих темпах роста экспорта по сравнению с увеличением ВВП и, во-вторых, при условии преобладания в экспорте готовых изделий с высокой долей добавленной стоимости, особенно наукоемких. Так, по данным ВТО, за вторую половину XX века объем мирового экспорта вырос в 18 раз, тогда как объем производства в мире лишь в 6,5 раза, а производство наукоемких только в 9 раз. Удельный вес таких товаров в мировом экспорте достиг к началу XXI века 80 % против 65 % в 70-х годах прошлого столетия [3].

Важность экспорта для развития национальной экономики определяет повышенное внимание к вопросам его государственного стимулирования. Как показывает мировой опыт, рынок сам по себе не в состоянии обеспечить создание и поддержание мощной экспортной базы готовой продукции в стране. Поэтому на современном этапе развития мировой экономики и международной торговли, в условиях дальнейшей глобализации создание экспортного потенциала и успешное позиционирование национальных товаров на внешних рынках крайне затруднительно без государственной поддержки. Это связано с рядом следующих факторов:

• очень высокой ценовой и неценовой конкуренцией на мировом рынке;

• ускоряющимися темпами научно-технического прогресса (экспортерам необходимо инвестировать значительные средства в НИОКР и оперативно внедрять новейшие разработки в производство, что является трудной и капиталоемкой задачей, особенно для малых и средних предприятий);

• появлением новых инновационных сфер, деятельность которых на первом этапе является слишком рискованной для работы в них частного бизнеса, но перспективной для развития экономики страны и экспорта в частности;

• проникновением на внешние рынки, что связано со значительными затратами на проведение маркетинговых исследований, привидением продукции в соответствие со стандартами и нормами стран-импортеров, позиционированием товаров на этих рынках [4].

Большинство промышленно развитых стран обладает разветвленной системой поддержки национальных экспортеров. Разработано и внедрено множество различных методов и рычагов для этих целей, начиная от прямых мер воздействия, т.е. непосредственного стимулирования экспорта, и заканчивая тонкими методами промышленной политики. Естественно, не все страны одинаково успешны. Экспортная стратегия развития и используемые для ее реализации методы должны разрабатываться с учетом имеющихся возможностей – экономических, финансовых, организационных (продвижение отечественной продукции на внешние рынки, меры торгово-политического характера), информационно-консультационных.

При этом важно отметить, что отличительной особенностью систем поощрения экспортеров является то, что соотношение различных их элементов достаточно подвижно, это придает гибкость всему механизму, который реализует и изменяется в зависимости от изменения экономического положения как внутри самого государства, так и ситуации на мировом рынке. Таким образом, главной направленностью современной экспортной политики как промышленно развитых, так и развивающихся стран, в том числе и Республики Беларусь, является расширяющееся и усугубляющееся стимулирование экспорта как одного из способов укреплении позиций любого государства на мировом рынке.

Республика Беларусь по мировым стандартам является небольшой европейской страной (занимает в мире по территории 0,15 %, по численности населения 0,17 %), но располагает достаточно большим внешнеторговым потенциалом. Это экспортоориентированное государство с развитой промышленностью, сектором услуг и сельским хозяйством. Беларусь выпускает 17 % всех комбайнов в мире, 6 % тракторов, 6,4 % льноволокна и 2,8 % картофеля, а доля производителя карьерных самосвалов БелАЗ на мировом рынке достигает 30 %. Производя 1,4 % мировых объемов молока, в экспорте молочных продуктов страна занимает около 5 %, а по маслу сливочному – около 11 % [5].

При этом следует особо отметить, что в республике полностью решена продовольственная проблема: производство сырья и продовольствия превышает потребности внутреннего рынка, и эта тенденция сохранится в перспективе. Это важно, во-первых, для обеспечения устойчивости продовольственной безопасности, поскольку ориентация сугубо на внутренний рынок не может гарантировать ее достижение.

Во-вторых, это крайне необходимо для повышения эффективности и конкурентоспособности производства в условиях нарастания процессов глобализации на мировом продовольственном рынке. Сальдо внешней торговли сельскохозяйственной продукцией и продовольствием в последние годы являлось положительным и в 2013 г. достигло 1,6 млрд долларов США (рис. 1). К основным экспортоориентированным продуктам относятся мясо и мясопродукты, молоко и молокопродукты, яйца, рыбные консервы, кожевенное сырье (рис. 2). В 2013 г. доля молокопродуктов в общем объеме экспорта сельскохозяйственного сырья и продовольствия составила

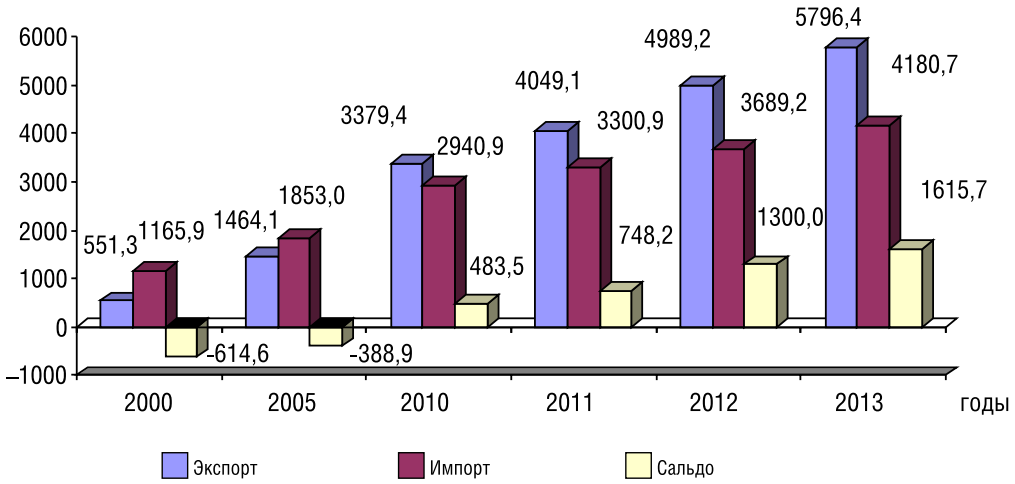


Рис. 1. Баланс внешней торговли Беларуси сельскохозяйственной продукцией и продовольствием

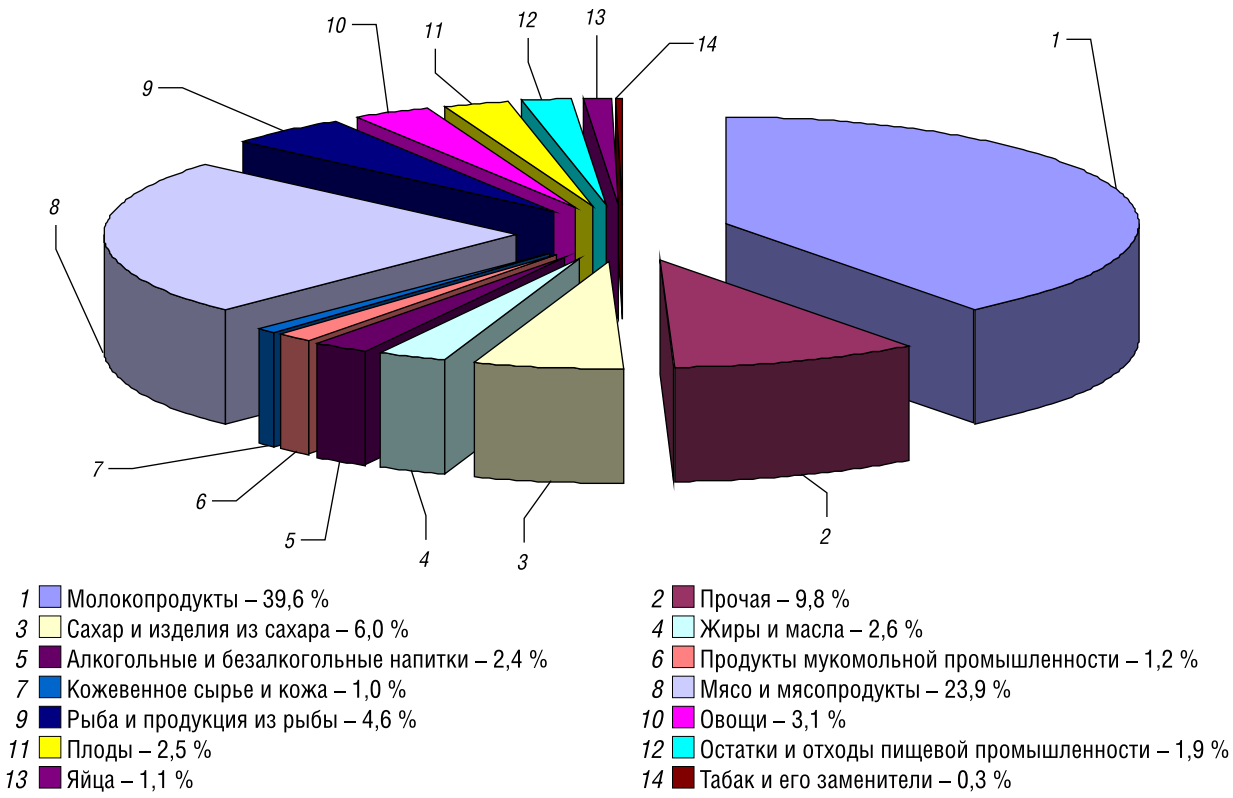


Рис. 2. Структура экспорта Беларуси основных видов сельскохозяйственного сырья и продовольствия, 2013 г.

36,9 %, мяса и мясопродуктов – 23,9 %, рыбы и продукции из рыбы – 4,6 %, сахара и кондитерских изделий из сахара – 6,0 %. Кроме того, республика экспортирует плоды и овощи, алкогольные и безалкогольные напитки и др. [6, 7].

Для условий Беларуси по девяти группам продовольственных товаров (молоко, мясо, яйца, хлеб, картофель, масло растительное, плоды, овощи, сахар) и продуктов их переработки в рационе питания населения на 90 % обеспечивается потребность в калориях и на 85 % в основных пищевых веществах. Удельный вес импорта продовольствия в структуре товарооборота продовольственных товаров составляет в целом менее 20 %, что соответствует показателю продовольственной безопасности [8].

В регионе СНГ Беларусь удерживает стабильно лидирующие позиции в области химии и нефтехимии, сельскохозяйственном и автомобильном машиностроении, агропромышленном комплексе, легкой промышленности, по отдельным направлениям развития информационно-коммуникационных технологий. По экспорту ИТ-услуг на душу населения Беларусь опережает все страны СНГ. Имеются значительные наработки в сфере высоких технологий, в частности, в производстве оптических и лазерных приборов, автоматизированных систем управления. Беларусь придерживается модели социально ориентированной рыночной экономики, которая доказала свою состоятельность и эффективность [5].

Особенности экономики Республики Беларусь, ее географическое положение и исторические связи определили высокую степень открытости экономики страны, ее ориентированность на внешние рынки. В настоящее время торговые отношения Беларусь поддерживает с 206 государствами мира.

Основными торговыми партнерами республики являются Россия (по данным 2014 г. 48,8 % от всего объема товарооборота), Украина (7,5 %), Германия (5,4 %), Великобритания (4,2 %), Китай (3,9 %), Польша (3,1 %), Нидерланды (2,9 %), Италия (2,8 %), Литва (1,8 %), Казахстан (1,3 %). Динамично развиваются торговые отношения с традиционными партнерами в Латинской Америке – Бразилией, Венесуэлой, Эквадором, в Азиатском регионе – Китаем, Индией, Индонезией, Турцией.

Сумма белорусского экспорта товаров в 2014 г. составила 36,39 млрд долларов США, импорта – 40,79 млрд долларов США, а отрицательное сальдо торгового баланса достигло 4,4 млрд долларов США. По итогам 2013 г. эти показатели составляли 37,2, 43,02 и –5,82 млрд долларов США соответственно.

Объем экспорта белорусских товаров в 2014 г. упал на 2,2 %, основными статьями экспорта были продовольственные товары и продукты питания (15 %), горюче-смазочные материалы (35 %) и товары промышленного назначения (47 %) (таблица), а главными торговыми партнерами – Россия (15,12 млрд долларов США), Украина (4,09 млрд долларов США), Великобритания (2,99 млрд долларов США), Нидерланды (1,81 млрд долларов США) и Германия (1,64 млрд долларов США). При этом следует отметить, что во внешней торговле товарами по сравнению с 2013 г. наблюдались следующие тенденции [9]:

• выросли физические объемы поставок на внешний рынок калийных удобрений, мебели, включая медицинскую, черных металлов, проводов изолированных, кабелей, сжиженного газа, нефтепродуктов, молока и молочной продукции;

• снизились средние цены импорта на аппаратуру связи, трубы из металлов, растительные масла, двигатели внутреннего сгорания, каучук синтетический, электрические двигатели и генераторы, вычислительные машины для автоматической обработки информации, черные металлы, нефть сырую, рыбу мороженую;

• уменьшились физические объемы экспорта инвестиционных и потребительских товаров, в том числе непродовольственных и продовольственных;

• сократились физические объемы экспорта седельных тягачей, тракторов, грузовых автомобилей, шин, химических волокон и нитей, тары пластмассовой, холодильников, морозильников и холодильного оборудования, сельскохозяйственной техники, азотных удобрений, сахара, мяса и мясных субпродуктов;

• снизились средние цены экспорта по группе промежуточных товаров, что вызвано падением цен на энергоносители и прочие промежуточные товары;

• снизились средние цены экспорта на шины, сельскохозяйственную технику, калийные удобрения, мебель, включая медицинскую, провода изолированные, кабели, холодильники, морозильники и холодильное оборудование, части и принадлежности для автомобилей и тракторов, седельные тягачи, черные металлы, тракторы, нефтепродукты;

• география экспорта характеризовалась высокой концентрацией: на долю 5 стран, на рынки которых поставлялась белорусская продукция, приходилось 71,2 % экспорта, на долю 20 стран – 91,2 %.

Что касается торговли услугами, то в 2014 г. экспорт белорусских услуг составил 7,82 млрд долларов США, а импорт – 2,37 млрд долларов США. Более 50 % от общего объема белорусского экспорта услуг занимали транспортные услуги, что обусловлено выгодным географическим положением Республики Беларусь, а услуги по организации путешествий – 10,5 %. Основными торговыми партнерами Беларуси в сфере услуг являлись ЕС (около половины от объема экспорта) и Россия (четверть экспорта) [10].

Отдельно следует отметить и факторы, сдерживающие развитие экспорта для Республики Беларусь [11]:

• тяжелое финансовое положение большинства предприятий и, как следствие, отсутствие средств на модернизацию и обновление производственных мощностей, на инвестирование в перспективные, ориентированные на экспорт проекты;

• усиление конкуренции на рынках не только дальнего, но и ближнего зарубежья;

• административные барьеры и ограничения (таможенные правила и процедуры, процедуры валютного и экспортного контроля, возврата НДС при экспорте);

• дефицит доступного и дешевого экспортного финансирования (кредитов), что значительно снижает конкурентоспособность белорусских компаний на внешних рынках;

• транспортно-логистические и конкурентные ограничения (недостаточный уровень развития внутренней и экспортной транспортной инфраструктуры, системы пунктов пропуска на границе, рост тарифов);

Экспорт важнейших видов продукции из Республики Беларусь в целом, 2000–2013 гг.

Вид продукции	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Нефть сырая, тыс. т	350,6	450,0	601,4	800,5	1050,7	1345,6	1138,4	850,9	1453,0	1715,9	–	1675,5	1645,1	1619,2
Нефтепродукты, млн. т	7,8	7,7	9,9	10,6	13,0	13,5	14,8	15,1	15,2	15,5	11,2	15,7	17,5	13,6
Сжиженный газ, тыс. т	85,6	50,8	76,4	115,4	276,8	397,3	467,8	399,7	404,7	310,0	339,4	319,0	424,1	536,0
Азотные удобрения (в пересчете на 100 % N), тыс. т	341,8	364,3	385,2	344,1	245,8	214,5	224,9	236,4	153,9	305,6	238,2	323,3	235,3	393,0
Калийные удобрения (в пересчете на 100 % K_2O), тыс. т	2840,2	3309,6	3330,1	3816,2	4254,8	4288,7	3962,7	4 354,0	3797,2	1759,0	4180,6	4698,3	3668,9	3437,3
Тара пластмассовая, тыс. т	23,0	24,9	20,7	21,7	22,3	23,7	28,0	34,4	40,7	47,8	60,0	61,0	71,1	78,6
Шины, тыс. шт.	2007,0	2151,9	1375,0	2334,5	2721,1	2332,8	2636,3	3 492,9	3455,7	3808,0	3716,1	3715,2	4265,6	4307,1
Химические волокна и нити, тыс. т	150,1	157,8	163,5	158,2	155,5	141,0	153,1	160,9	151,4	156,1	171,6	153,7	173,7	164,0
Черные металлы, тыс. т	1391,2	1431,0	1452,9	1413,5	1498,3	1631,4	1825,9	1 857,3	1903,9	1863,9	1747,2	1774,9	1974,3	1663,3
Холодильники, морозильники и холодильное оборудование, тыс. шт.	610,7	654,5	721,3	790,2	848,9	890,1	969,0	982,4	946,4	816,3	989,5	941,7	1016,8	967,2
Сельскохозяйственная техника, тыс. шт.	36,1	16,6	26,7	20,9	28,9	26,3	16,1	33,5	28,9	23,3	20,3	26,5	29,7	28,1
Тракторы и седельные тягачи, тыс. шт.	21,7	23,5	25,7	30,2	36,4	41,4	49,9	64,6	62,6	41,3	43,9	64,1	66,5	54,5
Грузовые автомобили, тыс. шт.	10,0	12,4	10,6	11,9	12,3	13,2	13,2	13,5	11,5	3,0	6,9	11,8	15,2	10,9
Части и принадлежности для автомобилей и тракторов, тыс. т	43,8	48,5	55,3	62,8	78,8	58,1	59,0	66,7	62,1	45,9	68,1	71,0	67,6	61,4
Мебель (включая медицинскую), млн долл. США	130,5	148,6	166,5	210,6	277,5	263,7	301,8	391,2	467,1	271,5	321,3	393,2	451,2	500,2
Говядина, тыс. т	6,8	16,4	25,6	36,6	46,2	51,7	64,3	57,0	60,9	110,0	125,5	100,4	106,9	151,6
Молоко, сливки сгущенные и сухие, тыс. т	49,9	57,6	57,6	75,7	94,3	119,0	153,0	161,0	167,9	180,4	195,3	186,1	210,8	238,2
Масло сливочное, тыс. т	17,0	27,4	29,7	29,7	46,8	51,3	53,6	49,5	61,5	85,5	62,7	64,9	85,6	67,3
Сыры и творог, тыс. т	16,9	25,8	28,3	38,3	53,5	65,1	82,6	99,0	102,0	121,5	128,7	132,2	144,4	140,5

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [6, 7].

• информационные и компетентностные ограничения (недостаток специальных знаний и навыков по ведению экспортной деятельности, информации о внешних рынках и деловых партнерах и др.).

Учитывая вышеприведенные сдерживающие факторы и ситуацию на мировом рынке, в 2015 г. уже запланировано увеличение финансирования мероприятий по развитию экспорта в Беларуси, что предусмотрено Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10 августа 2015 г. № 676 «О внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 7 февраля 2015 г. № 7». Согласно этому документу, в 2015 г. на мероприятия по реализации указа Президента Республики Беларусь от 25 августа 2006 г. № 534 «О содействии развитию экспорта товаров (работ, услуг)» будет направлено 1522,74 млрд бел. руб., а не 1381,54 млрд бел. руб., как планировалось ранее. Это обусловлено, в частности, тем, что ОАО «АСБ Беларусбанк» увеличит кредитование от 870 до 1011,2 млрд бел. руб., ОАО «Белинвестбанк» – от 36,3 до 40,8 млн долларов США и ОАО «Банк БелВЭБ» – от 24 до 28,61 млн долларов США. Таким образом, общая сумма предоставляемого кредитования увеличится на 9,11 млн долларов США и составит 231,91 млн долларов США. Постановление также предусматривает увеличение финансирования мероприятий, проводимых в рамках республиканской Программы оснащения современной техникой и оборудованием организаций агропромышленного комплекса на 2011–2015 годы. В частности, кредитование ОАО «АСБ Беларусбанк» увеличится на 141,2 млрд бел. руб., а ОАО «Белинвестбанк» и ОАО «Банк БелВЭБ» – на 4,5 и 4,61 млн долларов США соответственно. В целом же в 2015 г. в Беларуси кредитование по государственным программам и мероприятиям, согласно Постановлению, составит 2823,31 млрд бел. руб., 323,36 млн евро, 375,46 млн долларов США и 100,51 млн рос. руб.

Для наращивания мощности экспортного потенциала республики в перспективе необходимо по-новому подходить к внешнеторговой политике, чтобы на равных конкурировать с развитыми странами, которые придают большое значение разработке эффективной промышленно экспортной стратегии, основу которой составляет экспортный потенциал, цель которого на перспективу должна заключаться в следующем – определение основных направлений развития экспортного потенциала, повышение его эффективности и совершенствование структуры с акцентом на высокотехнологичную и наукоемкую продукцию, обеспечение роста конкурентоспособности отечественной продукции, определение соответствующих инструментов и механизмов.

За счет усиления государственной поддержки экспорта необходимо:

• создать условия для развития экспортного потенциала республики, прежде всего в наукоемких отраслях;

• посредствам активной государственной политики в сфере поддержки экспорта способствовать усилению позиций страны на мировом рынке, расширению и диверсификации экспорта;

• обеспечивать интеграцию усилий государства в области поддержки экспорта в решении задач повышения национальной конкурентоспособности и ускорения хозяйственного роста.

В мировой практике широко представлена разнохарактерная типология мер и механизмов, связанных с поддержкой экспорта и возможностями их применения. Комплексное исследование в этой области с позиции интересов Беларуси затруднено отсутствием единого подхода к определению роли различных мер и механизмов поддержки компаний-экспортеров, а также к оценке эффективности их использования в том или ином секторе национальной экономики и на внешнем рынке.

Учитывая особенности воздействия любого государства на увеличение присутствия национальных компаний на зарубежных рынках, мнения и предложения ведущих отечественных и зарубежных ученых и специалистов в области развития и поддержки экспорта, зарубежный опыт, а также рекомендации международных организаций, можно сформулировать основные меры и инструменты поддержки экспорта Беларуси, которые в конечном итоге позволят упростить процесс управления и повысить эффективность применения инструментов по поддержке экспорта [12–16]: финансовые меры; создание особых экономических зон; меры поддержки малого и среднего бизнеса; институционально-правовое обеспечение; торгово-политические меры; экономическая дипломатия.

Финансовые меры. Большую группу мер поддержки экспорта составляют финансовые меры, которые позволяют компаниям снизить издержки, необходимые для выхода и работы на внешних рынках. Государственные расходы на поддержку экономически оправданы: доход от экспортных операций важен не только для участников внешнеэкономической деятельности, но и для государства. В системе финансовых мер государственной поддержки экспортеров используются: кредитование экспорта/импорта; возмещение экспортерам/импортерам части затрат на уплату процентов по кредиту; страхование; гарантии; прямые субсидии компаниям-экспортерам; финансовая поддержка выставочно-ярмарочной деятельности; официальная помощь развитию.

Для стимулирования развития экспортного производства используются: налоговые льготы; финансирование развития инфраструктуры экспорта; стимулирование прямых иностранных инвестиций; предоставление льготных кредитов, грантов, частных вложений на развитие; субсидирование НИР и НИОКР, создание инфраструктуры НИР.

Создание специальных экономических зон и поддержка малого и среднего бизнеса составляют две самостоятельные группы мер, включающие финансовые и нефинансовые инструменты поддержки внешнеэкономической деятельности (налоговые льготы, упрощенные импорта/экспорта и др.). [Под «особыми экономическими зонами» понимается часть территории страны, на которой действует особый режим осуществления предпринимательской деятельности.] О высоком потенциале этих экономических зон как институте поддержки свидетельствует то, что обычно продукция, выпускаемая предприятиями, расположенными на их территории, успешно конкурирует на международных рынках.

Институционально-правовое обеспечение – повышение статуса государственной политики содействия экспорту в системе приоритетов национальной экономической политики. Объективно возросшие сложность и масштабы государственной экспортной политики нуждаются в концептуальном и законодательном обеспечении.

Торгово-политические меры – работа торговых представительств в области поддержки экспорта, основная задача которых в условиях глобализации и усиления конкурентной борьбы за рынки сбыта заключается в продвижении отечественного экспорта на внешние рынки: формирование эффективных механизмов отбора и планирования мероприятий по продвижению экспорта, включая участие в выставках, ярмарках, организацию торговых делегаций, а также выработка стандартных условий государственной поддержки этой деятельности; выработка условий механизмов реализации совместных проектов государства и частного сектора по продвижению перспективной продукции на внешние рынки через инструменты рекламы, направленные на формирование спроса; стимулирование сбыта; бренд товаров, отвечающих запросам потребителей; цены на товар с целью проникновения на новые рынки; завоевание новых сегментов или лидирующего положения на уже освоенных сегментах.

Экономическая дипломатия в области поддержки экспорта является важнейшей не только для белорусских торговых представительств за рубежом, но и всей экономической дипломатии республики, включая разработку регламента подготовки официальных зарубежных визитов руководства страны с учетом приоритетного характера задачи продвижения национального экспорта, внесение изменений в должностные инструкции заграничного аппарата, выделив в качестве первоочередной задачу поддержки экспорта.

Выводы

1. Совершенствование прямых мер и методов поддержки экспортеров, создание новых финансовых продуктов, разработанных на базе всего арсенала разрешенных инструментов – кредитование, возмещение процентов по кредитам, лизинг и т.д., обеспечение их доступности, особенно для предприятий малого и среднего бизнеса.

2. Совершенствование системы выявления и устранения торговых и административных барьеров и ограничений (таможенные правила и процедуры, процедуры валютного и экспортного контроля, возврата НДС при экспорте) для белорусской продукции на внешних рынках. Привлечение компетентных специалистов и экспертов из научного и предпринимательского

сообщества к этому процессу. Подготовка высококвалифицированных специалистов в области международных норм и стандартов.

3. Создание эффективных инструментов поддержки экспортеров за рубежом с целью удовлетворения реальных потребностей белорусских экспортеров, особенно представителей малого и среднего бизнеса и выполнение задачи по привлечению иностранных инвестиций в экономику республики. Дополнение функций торговых представительств функциями «сервисных центров» с полым комплектом сопровождения клиентов (поиск контрагентов, предоставление информационной поддержки, помощь в оформлении сделок и т. д.).

4. Создание благоприятного инвестиционного климата с целью привлечения капитала. Проведение соответствующей государственной политики по привлечению иностранного инвестирования. Постоянное улучшение условий для привлечения инвесторов, уход от создания сравнительных преимуществ в привлечении инвестиций за счет дешевой рабочей силы и недорогого сырья.

5. Создание и укрепление связей с учетом государственной поддержки между субъектами малого и среднего предпринимательства, специализирующихся на производстве высокотехнологичной продукции, производственных цепочек и содействие в формировании альянсов малых и средних предприятий с крупными зарубежными и национальными торговыми и производственными компаниями.

6. Формирование позитивного образа Республики Беларусь и белорусских компаний за рубежом.

Реализация основных направлений и предложений по государственной поддержке экспорта будет способствовать увеличению объемов экспорта продукции, глубокой переработки сырья, современных материалов и готовых изделий с улучшенными свойствами; развитию экспорта технически и технологически сложной продукции, а также увеличению экспорта наукоемких и интеллектуальных услуг, в первую очередь технических, компьютерных и образовательных.

Список использованных источников

1. *Кирсанов, В. В.* Сравнительный анализ и оценка экспортного потенциала региона: на примере Республики Татарстан : автореф. дис. … канд. эконом. наук : 08.00.05 / В. В. Кирсанов ; Казан. гос. технолог. ун-т. – Казань, 2005. – 23 с.

2. *Кирсанов, В. В.* Регулирование развития экспортоориентированных производств в Республике Татарстан / В. В. Кирсанов, Н. В. Камельских // Социальное управление и регулирование в трансформирующемся обществе: сб. науч. ст. и сообщ. – Казань, 2003. – С. 281–285 .

3. *Евсеев, В. А.* Государственное регулирование ресурсно-технологической структуры экспорта в Российской Федерации / В. А. Евсеев. – Видное : Вымпел, 2001. – 142 с.

4. *Родыгина, Н. Ю.* Формирование и реализация экспортных стратегий промышленно развитых стран: возможности использования для России : дис. … д-ра эконом. наук : 08.00.14 / Н. Ю. Родыгина. – М., 2005. – 418 л.

5. Официальный Интернет-портал Президента Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Пресс-служба Президента Респ. Беларусь. – Минск, 2015. – Режим доступа: http://president.gov.by/ru/economy_ru/. – Дата доступа: 20.06.2015.

6. Взаимная торговля товарами государств – членов Таможенного союза и Единого экономического пространства // Статист. бюл. Евраз. эконом. комиссии. – М., 2013. – 88 с.

7. Экспорт важнейших видов продукции из Республики Беларусь в целом [Электронный ресурс] / Нац. статист. комитет Респ. Беларусь. – Режим доступа: http://belstat.gov.by/. – Дата доступа: 12.05.2015.

8. *Дадалко, В. А.* Продовольственная безопасность: мировое сообщество, сельское хозяйство, экономическая экспансия / В. А. Дадалко, Е. Р. Михалко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2011. – 704 с.

9. Итоги социально-экономического развития Республики Беларусь за 2014 г. // Эконом. бюл. НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь. – 2014. – № 2. – 73 с.

10. Беларусь увеличивает финансирование мероприятий по развитию экспорта [Электронный ресурс] / Аналитика и новости о торговле и устойчивом развитии. – Мосты, 2015. – Режим доступа: http://www.ictsd.org/bridges-news/мосты/news/. – Дата доступа: 20.08.2015.

11. *Мигас, В. В.* Формы и методы стимулирования экспорта в Республике Беларусь (с позиции мирового опыта) / В. В. Мигас, А. А. Нечай // Белорус. журн. междунар. права и междунар. отношений. – 2000. – № 3. – С. 7–16.

12. *Сырцов, Д. Н.* Современная система государственной поддержки экспорта: использование международного опыта в Российских условиях : автореф. дис. … канд. эконом. наук : 08.00.14 / Д. Н. Сырцов. – Москва, 2014. – 24 с.

13. Материалы к заседанию Совета по конкурентоспособности и предпринимательству при Правительстве Российской Федерации по вопросу о совершенствовании поддержки экспорта высокотехнологичной продукции (услуг) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.derrick.ru/?f=z&id=9805. – Дата доступа: 13.06.2015.

14. *Погодаева, Т. В.* Государственная поддержка экспорта в России: направления развития в условиях ВТО-регулирования / Т. В. Погодаева // Вест. Тюмен. гос. ун-та. Сер. Экономика. – 2014. – № 11. – С. 9–18.

15. О совершенствовании механизмов поддержки экспорта отечественной продукции (услуг) // Союз производителей нефтегазового оборудования Минэкономразвития России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.derrick.ru/?f=z&id=9805. – Дата доступа: 11.08.2015

16. Стимулирование экспортной деятельности в зарубежных странах и практика поддержки экспорта в России // Ин-т экономики переходного периода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iep.ru/files/text/usaid/Eksp-dejat.pdf. – Дата доступа: 18.08.2015.

Поступила в редакцию 01.12.2015

УДК [637+664]:339.654(476)

Л. Н. БАЙГОТ, В. С. АХРАМОВИЧ

РАЗВИТИЕ ЭКСПОРТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ БЕЛАРУСИ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: ved-apk@mail.ru

Исследованы закономерности развития мировой торговли сельскохозяйственной продукцией и продовольствием и их влияние на внешнюю торговлю Беларуси. Проанализированы тенденции экспорта Беларуси аграрной продукцией, выявлены существующие проблемы продвижения отечественной продукции на зарубежные рынки. Определены перспективы развития экспорта Беларуси в контексте сбалансированности внутреннего продовольственного рынка и участия в региональной и международной интеграции, а также направления географической и товарной его диверсификации.

Ключевые слова: экспортный потенциал, сельскохозяйственная продукция и продовольствие, диверсификация, торгово-экономическая интеграция, внешние рынки, конъюнктура мирового продовольственного рынка.

L. N. BAJGOT, V. S. AKHRAMOVICH

DEVELOPMENT OF THE EXPORT OF AGRICULTURAL PRODUCTS AND FOOD IN BELARUS: STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS

The Institute of System Research in Agrarian-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: ved-apk@mail.ru

The article researches the principles of the development of the world trade in agricultural products and food and their influence on the foreign trade of Belarus. The trends in Belarusian export of agricultural products are analyzed and the existing problems of promotion of domestic products to foreign markets are identified. The prospects of the development of Belarusian export in respect of the balance between the domestic food market and participation in the regional and international integration as well as the directions of its geographic and product diversification are determined.

Key words: export potential, agricultural products and food, diversification, trade and economic integration, foreign markets, state of the world food market.

В условиях глобализации и расширения мирохозяйственных связей значительную роль для обеспечения устойчивого развития национальной экономики играет формирование и реализация экспортного потенциала. Это связано с тем, что экспорт выступает средством включения государства в международное разделение труда, тем самым способствуя снижению совокупных издержек на производство конечного продукта, что в итоге создает благоприятные условия для экономического роста.

Экспорт сельскохозяйственной продукции и продовольствия Беларуси играет достаточно большую роль в экономике агропромышленного комплекса и страны в целом. Внешнеторговая стратегия республики в перспективе направлена на увеличение экспортного потенциала, рост положительного внешнеторгового сальдо, оптимизацию импорта и повышение эффективности внешнеторговой деятельности.

Несмотря на то что Республика Беларусь в последние годы достигла значительных результатов во внешней торговле продукцией АПК и продолжает интенсивно осуществлять освоение внешних продовольственных рынков, существуют проблемы, которые связаны с недостаточной конкурентоспособностью отечественной продукции, оптимизацией импорта, необходимостью диверсификации экспорта как по странам, так и по продуктам и др. Кроме того, на современном этапе происходит формирование многоуровневой системы регулирования в области международной торговли на национальном, региональном, транснациональном и глобальном уровнях.

© Байгот Л. Н., Ахрамович В. С., 2016

Интенсивно формируется международная законодательная база в рамках системы многосторонних межгосударственных соглашений и договоренностей между странами – участницами внешнеэкономической деятельности. Поэтому реализация задач по развитию экспорта продукции АПК Беларуси на основе повышения его конкурентоспособности, продуктовой и географической оптимизации является актуальной, особенно в условиях развития региональной интеграции, в первую очередь в рамках функционирования Евразийского экономического союза, а также расширения взаимосвязей с третьими странами.

Исходя из основных теоретико-методологических подходов относительно развития внешнеэкономической деятельности стран или отдельных компаний и организаций следует, что к важнейшим аспектам, побуждающим осуществление внешней торговли и участие в международном бизнесе, относятся: расширение сбыта, приобретение ресурсов и диверсификация источников снабжения и сбыта [1, 2, 5]. По определению Дж. Сакса, экономический успех любой страны мира зиждется на внешней торговле, т. е. нельзя создать здоровую экономику, изолировавшись от мировой экономической системы [5].

Повышение уровня взаимозависимости стран на основе экономической интеграции – важнейшая черта современности. Развитие мировой экономики, по мнению ведущих ученых и специалистов, и в перспективе будет происходить под воздействием международной интеграции и создания глобальной экономической системы. Экономика превращается в приоритетную область межгосударственных связей и развития цивилизации. Наряду с ростом интеграции и усилением взаимозависимости национальных экономик продолжается острая конкурентная борьба между поставщиками на международные рынки товаров, услуг и капитала [4].

С одной стороны, вовлеченность в международный обмен позволяет использовать преимущества международного разделения труда. С другой – высокий уровень взаимозависимости делает страну уязвимой к циклическим колебаниям конъюнктуры международных рынков, включая инфляцию, скачки валютных курсов. Эти последствия испытывают даже экономически развитые страны. Тем не менее, изолированность от мировой интеграции приведет к отставанию от мирового технического прогресса, поэтому практически все страны мира стремятся включиться в международную торговлю, стать неотъемлемыми элементами мирового хозяйства.

Наиболее развитой формой внешнеэкономических связей является международная торговля – сфера международных товарно-денежных отношений, представляющая собой совокупность внешней торговли (экспорт и импорт) всех стран мира.

Мировой опыт свидетельствует, что на выбор методов и способов продвижения продукции на внешние рынки значительное влияние оказывает внешняя среда, которая представляет собой совокупность условий за пределами внутреннего рынка.

Знание *географии* очень важно потому, что оно позволяет определять размещение, количество и качество мировых продовольственных ресурсов. Понимание *истории* позволяет лучше выявить современные аспекты развития международной торговли. *Политика* играла и будет играть важную роль в определении контуров деловой активности в мире. На возможности проникновения на зарубежные рынки в большой степени влияет внутреннее и международное *право* – это законы, действующие внутри одной страны, а также в ряде стран, которые регулируют налогообложение, занятость, операции по обмену валюты и др.

Таким образом, различия наций, связанные с географическими, историческими, политическими, юридическими, экономическими и антропологическими условиями их проживания, оказывают непосредственное воздействие на эффективность внешней торговли, что обуславливает всесторонний анализ той внешней среды, куда планируется экспорт продукции. Понимание экономического состояния рынков отдельно взятой страны или мирового сообщества позволяет найти более приемлемое решение о свершении той или иной сделки на более выгодных условиях.

Кроме того, внешнюю торговлю продовольствием необходимо рассматривать исходя из особенностей производства сельскохозяйственной продукции и ее использования. К ним относятся, прежде всего, низкая эластичность спроса на продовольствие в зависимости от цен и одновременно низкая эластичность самого сельскохозяйственного производства. Колебания, даже незначительные, в производстве и потреблении приводят к непропорциональным изменениям цен

и дестабилизируют всю продовольственную систему. Этот вывод в равной степени касается экспорта и импорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия.

В данной связи нами исследована динамика мировой торговли сельскохозяйственной продукцией и продовольствием и ее влияние на внешнюю торговлю Беларуси. Установлено, что тенденции и перспективы развития мирового экспорта и импорта товарами характеризуются следующими основополагающими закономерностями.

1. Реальный (в неизменных ценах) объем международной торговли растет быстрее, чем реальный объем ВВП: в среднем за 2005–2013 гг. объем мирового ВВП увеличивался на 2 %, в то время как мировая торговля на 3,5 %. Это в полной мере относится к сельскохозяйственной продукции и продовольствию. Несмотря на то что основная часть продовольствия потребляется там, где оно произведено, международная торговля аграрной продукцией происходит весьма интенсивно. Так, среднегодовой прирост мирового экспорта за 2005–2013 гг. составил около 3,5 %, в то время как мирового производства 2,5 %.

2. Наращивание стоимости мировой торговли сельскохозяйственным сырьем, продукцией и продовольствием в основном обусловлено ростом цен и в меньшей мере наращиванием объемных параметров. Так, значительное увеличение стоимости мировой торговли за анализируемый период (более чем в 2,5 раза) произошло за счет увеличения цен почти в 2 раза и только на 21,5 % за счет роста объемов. Выявленная закономерность характерна практически для всех продуктовых рынков:

1) объемы мировой торговли зерновых, включая пшеницу, увеличились более чем на 40 %, в то время как цены выросли почти в 2,5 раза;

2) цены на говядину, птицу и баранину в среднем выросли почти 2 раза, в то время как рост объемов составил от 128,5 % по баранине до 182,4 % по птице. Исключение составляет только свинина, объемы торговли которой возросли более чем в 2 раза, а цены только на 30 %;

3) на мировом рынке молочной продукции наибольший темп роста цен отмечается в торговле маслом животным (в 3,5 раза за 2000–2013 гг.). За анализируемый период цены на СЦМ и СОМ выросли в 2 раза, на сыры – 1,8 раза;

4) рекордный рост цен и объемов отмечается по рапсовому маслу – более чем в 2,5 раза и т. д.

3. В настоящее время сохраняется высокая концентрация мировой торговли в небольшой группе экономически развитых стран, которые в значительной степени диктуют уровень мировых цен. Однако наблюдается постепенное смещение центра мировых торговых связей в сторону усиления экспортного потенциала развивающихся государств. За рассматриваемый период увеличилась доля экспорта в мировых объемах Бразилии, Китая, Аргентины и некоторых других стран и несколько снизилась в ЕС, США, Канады.

Выявлено, что основными лидерами по экспорту *мясной продукции* являются Бразилия, Аргентина, США, страны ЕС; *молочной продукции* – Новая Зеландия, Германия, Нидерланды, США, Франция; *зерном* – США, Канада, Аргентина; *растительными маслами* – Канада, США, Россия*, сахаром* – Бразилия, Франция, Германия, Бельгия, Мексика, Польша, Беларусь и др.

4. Мировая торговля смещается в сторону усиления взаимной торговли в рамках региональных торгово-экономических интеграционных сообществ. Поэтому современные теории международной торговли все больше базируются на совмещении интересов национальных экономик и интересов создаваемых в рамках международных и региональных торгово-экономических сообществ.

Проведенный анализ торговли различных стран и регионов свидетельствует, что в настоящее время только 26 % мирового объема экспорта сельскохозяйственной продукции реализуется на условиях режима наибольшего благоприятствования (т.е. без преференций), остальная часть (около 74 %) реализуется на условиях преференциальной торговли, установленных в рамках торгово-экономических соглашений, которые предусматривают предоставление различного рода льгот, в том числе беспошлинно (рис. 1).

При помощи интеграционного механизма и, прежде всего, устранения барьеров на пути взаимной торговли и согласования экономической политики в отношении третьих стран наиболее эффективные отрасли экономики утверждают себя в мировом масштабе за счет расширения сферы своей активности и влияния. Например, совокупный удельный вес стран Евразийского эконо-

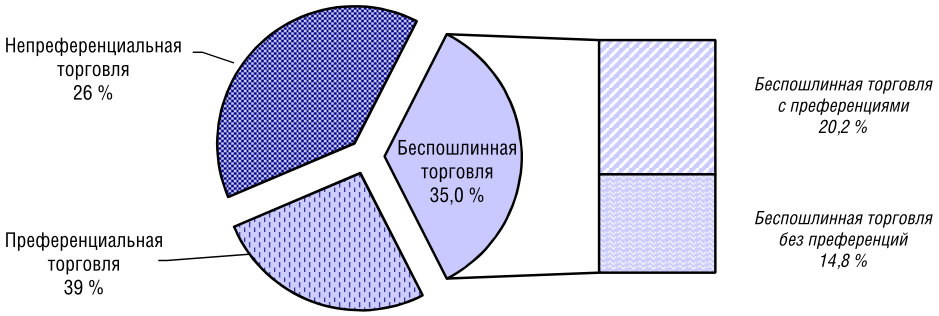


Рис. 1. Структура режимов торговли, применяемых в мировой торговле с.-х. товарами (Рисунок составлен авторами по данным источника [8].)

мического союза (Беларусь, Казахстан и Россия) в международной торговле сельскохозяйственной продукцией также увеличился и в 2014 г. составил 2,4 % против 1,6 % в 2000 г.

В целом мировой торговле продовольствием присущи следующие закономерности ее развития:

1) участие стран в мировой торговле обусловлено различиями между странами в обеспеченности факторами производства. В последние годы существенно возрастает роль приобретенных преимуществ, связанных с разработкой и внедрением новых технологий, поэтому преобладающая часть международного обмена приходится на развитые страны;

2) на процесс развития мировой торговли оказывает значительное влияние глобализация экономик, так как она затрагивает не только производство товаров и услуг, использование рабочей силы, инвестиции и технологии, происходит также объединение рынков товаров и услуг;

3) более быстрыми темпами происходит рост торговли услугами по сравнению с темпами роста торговли товарами;

4) в товарной структуре экспорта наблюдается рост доли продукции с более высоким технологическим уровнем, а также продукции, произведенной с помощью интеллектуально и информационно насыщенного труда;

5) происходит постепенная либерализация международной торговли;

6) все большее влияние на международную торговлю оказывают транснациональные компании (ТНК): в настоящее время их доля на мировых рынках достигает 40 %, а во внешней торговле отдельных стран – 70 %. Именно ТНК являются основными экспортерами капитала, главным образом прямых зарубежных инвестиций.

Вследствие того что аграрная отрасль Беларуси является достаточно экспортоориентированной, тенденции и взаимосвязи развития мировой торговли сельскохозяйственной продукцией и продовольствием оказывают значительное влияние на внешнюю торговлю республики.

Экспорт сельскохозяйственной продукции и продовольствия Беларуси в последнее десятилетие развивается достаточно динамично. В объемах совокупного экспортного потенциала республики его доля составляет более 15 %, в ВВП *сельского хозяйства и пищевой промышленности* – 55–60 % (табл. 1).

Таблица 1. **Доля экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия в общих объемах производства, реализации и ВВП отрасли, %**

Показатель	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
В стоимости валовой продукции сельского хозяйства и пищевой промышленности	22,5	31,6	33,5	36,4	32,2
В общей стоимости реализованной сельскохозяйственной продукции и продовольствия	30,1	38,2	37,8	37,7	н.д
В ВВП сельского хозяйства и пищевой промышленности	50,4	55,5	57,6	59,5	53,6
Доля экспорта продукции сельского хозяйства и пищевой промышленности в совокупном объеме экспорта товаров Беларуси	13,4	9,8	10,8	15,6	15,5

Примечание. Таблица составлена по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь. То же для табл. 2–5.

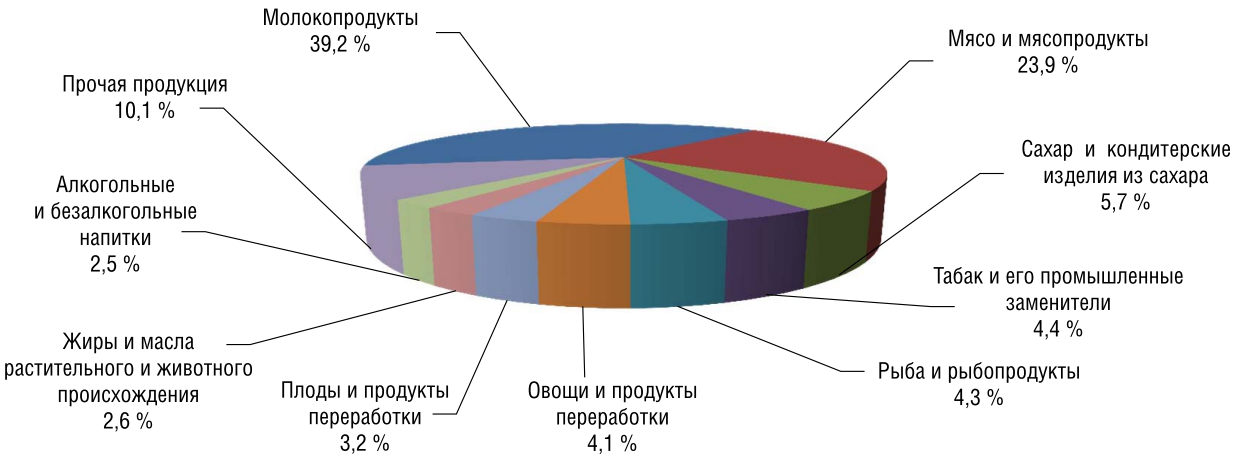


Рис. 2. Структура экспорта Беларуси основных видов сельскохозяйственного сырья и продовольствия, среднее за 2012–2014 гг.
(Рисунок составлен по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь.)

С 2010 по 2014 г. стоимость экспорта агропродовольственных товаров увеличилась в 1,7 раза, положительное внешнеторговое сальдо в 2013 г. достигло 1615,7 млн долларов США, с 2014 г. – 775,4 млн долларов США. Снижение сальдо в 2014 г. относительно 2013 г. произошло вследствие некоторого уменьшения экспорта мясной и молочной продукции. Так, за счет продукции животного происхождения внешнеторговое сальдо снизилось примерно на 30 %. Однако основная доля снижения положительной величины баланса (более чем на 60 %) приходится на торговлю плодами, овощами и продуктами их переработки.

Основными экспортными агропродовольственными товарами Беларуси являются продукты животного происхождении – их доля в общих объемах экспорта составляет более 65 %. Достаточно высока доля экспорта сахара и кондитерских изделий из сахара, рыбы и продукции ее переработки (рис. 2).

Об экспортной направленности сельского хозяйства и перерабатывающих отраслей Беларуси свидетельствуют показатели, отражающие долю продаж на внешних рынках в объемах отечественного производства продукции (табл. 2). Так, доля экспорта молокопродуктов достигла 60 % в объемах их производства, а мясопродуктов – около 30 %. Наблюдается рост данного показателя и по продукции растениеводства. Однако, несмотря на значительный рост экспорта продукции растительного происхождения, ее доля в общих объемах продаж аграрной продукции на внешнем рынке находится в пределах 25–28 %.

В результате использования инновационных технологий происходит увеличение продаж на зарубежные рынки продукции с более высокой добавленной стоимостью, их доля в настоящее время достигла 40 % и более против 25–27 % в прежние годы (табл. 3).

Практика показала, что достигнутые положительные результаты внешней торговли сельскохозяйственной продукцией и продовольствием республики во многом обусловлены государственной поддержкой, оказываемой отрасли. По расчетам, за период 2012–2014 гг. окупаемость государственной поддержки, выделяемой на производство продукции АПК, реализуемой на внешних рынках, в среднем составила 4,45 доллара валовой добавленной стоимости на 1 доллар вложенных государственных субсидий. В 2014 г. этот показатель был равен 4,64 доллара США.

Таблица 2. **Доля экспорта основной сельскохозяйственной продукции в производстве, %**

Вид продукции	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Мясо и мясопродукты	25,3	27,7	35,0	34,4	28,4
Молоко и молокопродукты	49,9	44,6	50,6	52,2	60,2
Яйца	15,6	16,8	17,6	22,2	32,3
Масло растительное	33,4	5,3	51,1	56,2	н.д.
Картофель	1,8	1,4	2,9	4,7	3,3
Овощи	3,3	5,3	7,8	11,7	21,7

Таблица 3. **Структура экспорта аграрной продукции Беларуси в зависимости от уровня ее переработки, %**

Уровень переработки экспортируемой продукции	2005 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Сельскохозяйственное сырье	21,6	29,6	32,2	31,2	30,1	29,9
Продукция с частичной переработкой	49,2	43,1	39,5	30,2	32,7	28,1
Продукция с высоким уровнем переработки	29,2	27,3	28,3	38,6	37,2	42,0
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

По нашим оценкам, от реализации продукции АПК на внешнем рынке в 2014 г. получено около 400 млн долларов США прибыли, что составило около 0,6 доллара на 1 доллар государственной поддержки (табл. 4).

Таблица 4. **Окупаемость государственной поддержки производства продукции АПК, реализованной на внешних рынках**

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г. (оценка)
Стоимость экспорта с.-х. продукции и продовольствия, млн долл. США	5083,6	5782,6	5599,3
Валовая добавленная стоимость продукции АПК, реализованной на внешних рынках, млн долл. США	2764,4	3149,4	3214,6
Прибыль от реализации с.-х. продукции и продовольствия на внешнем рынке, млн долл. США	520,6	400,5	399,8
Объемы господдержки производства продукции АПК, реализованной на внешнем рынке, млн долл. США	625,0	682,1	692,3
Окупаемость господдержки производства продукции АПК, реализованной на внешнем рынке, долл / долл.:			
по валовой добавленной стоимости	**4,42**	**4,62**	**4,64**
по прибыли	**0,83**	**0,59**	**0,58**

Несмотря на достигнутые положительные результаты развития экспорта аграрной продукции Беларуси, во внешней торговле существуют и проблемы внутреннего и внешнего характера.

К основным внутренним проблемам следует отнести следующие:

– проблемы, связанные с конкурентоспособностью отечественной продукции как по качественным параметрам, так и затратам на ее производство;

– рост стоимости экспорта аграрной продукции в основном обусловлен наращиванием объемов и в меньшей мере ростом цен, в то время как в мировом масштабе наблюдается обратная тенденция;

– более 60 % продаж на зарубежных рынках составляет сельскохозяйственное сырье или частично переработанная продукция;

– недостаточно развита внешняя торговля продукцией растительного происхождения, особенно овощами, плодами и картофелем. По нашему мнению, это характерно и для взаимной торговли государств – членов ЕАЭС. Поэтому одним из перспективных направлений развития экспортного потенциала как Беларуси, так и других членов Сообщества должно быть увеличение взаимной торговли данных видов продукции.

Проблемы, связанные с конкурентоспособностью отечественной продукции как по качественным параметрам, так и затратам на нее в некоторой степени подтверждаются тем, что в последние три года наибольшее влияние на рост стоимости экспорта аграрной продукции Беларуси оказали объемы продаж и в меньшей степени цены. Расчеты показали, что в 2012–2014 гг. рост стоимости совокупного экспорта произошел в основном вследствие увеличения объемов продаж продукции. Так, в 2014 г. индекс роста объемов продукции составил 1,05, а индекс роста цен – 0,97 (табл. 5).

Таблица 5. **Уровень влияния цен и объемов на рост стоимости экспорта с.-х. продукции, сырья и продовольствия Беларуси, 2010–2014 гг.**

Показатель	2011/2010	2012/2011	2013/2012	2014/2013
Индекс цен	1,09	0,92	1,01	0,97
Индекс объемов	1,08	1,32	1,16	1,05
Индекс стоимости	1,19	1,23	1,16	0,97

Наиболее значимыми внешними факторами развития экспортного потенциала Беларуси являются взаимоотношения с государствами – членами Евразийского экономического сообщества (ЕАЭС), а также третьими странами.

С одной стороны, оценивая возможности наращивания экспорта Беларуси продукции АПК в контексте сбалансированной торговли с государствами – членами ЕАЭС, следует отметить, что в настоящее время Сообщество в целом является крупнейшим импортером сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия из третьих стран. Так, в 2014 г. доля взаимного импорта составила только 16,2 % (рис. 3).

С другой стороны, для белорусских экспортеров, как и для экспортеров других государств – членов ЕАЭС рынок третьих стран мира, особенно экономически развитых, является труднодоступным по ряду причин:

во-первых, торговая политика многих стран предполагает использование широкого инструментария для защиты внутреннего рынка, который дифференцирован по странам от предоставления льготных условий до запретительных мер;

во-вторых, для стран ЕАЭС, в том числе Беларуси, в торговле сельскохозяйственной продукцией, особенно продукцией животного происхождения, применяются жесткие меры в части санитарных, фитосанитарных и ветеринарных требований;

в-третьих, по большинству товаров сельскохозяйственного происхождения европейские страны имеют высокий уровень самообеспеченности;

в-четвертых, экономически развитые страны, особенно страны ЕС, импортируют, как правило, сырье и промежуточную продукцию с низкой добавленной стоимостью.

Исходя из современного состояния функционирования отрасли, развития продовольственного рынка, в том числе и внешней торговли, предполагается, что для Беларуси главными приоритетами в развитии экспортного потенциала должны быть повышение конкурентоспособности отечественной продукции и эффективности экспорта, а также обеспечение сбалансированности и устойчивости внутреннего рынка.

Сбалансированность внутреннего рынка предусматривает не только развитие экспортного потенциала, но и обеспеченность внутренних потребностей в полном объеме. Учитывая прогнозные показатели объемов производства отечественной продукции, внутреннего потребления, а также внешней торговли, рынки основных сельскохозяйственных и продовольственных товаров Беларуси в перспективе будут развиваться следующим образом:

– производство зерна будет направлено в основном на внутреннее потребление, объемы его экспорта и импорта незначительны;

– на рынке мясной и молочной продукции, яиц и сахара значительная доля принадлежит вывозу, в том числе экспорту;

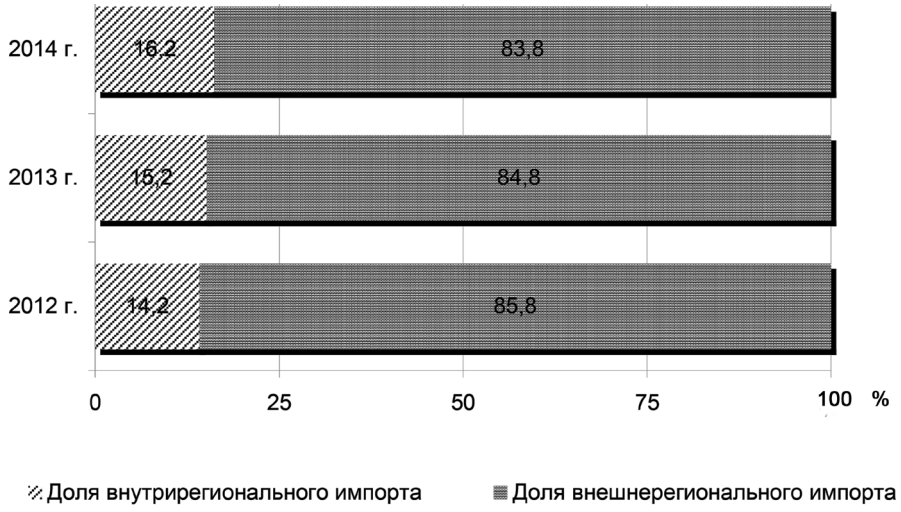


Рис. 3. Структура импорта государств-членов ЕАЭС по региональной направленности
(Рисунок составлен по данным источника [6].)

– предусматривается наращивание объемов экспорта картофеля, овощей и плодов, однако основная доля их производства будет использована на внутреннем рынке;

– наиболее импортоемким является рынок, растительного масла и плодов, импорт которых и в перспективе сохранится на уровне 40 % в объемах внутреннего потребления.

В структуре прогнозируемой стоимости экспорта аграрной продукции около 70 % будут занимать товары животноводства, доля растениеводческой продукции увеличится, но незначительно, и составит около 30 %. В данной связи к 2020 г. предполагается, что доля экспорта в объемах производства составит: по мясу и мясопродуктам – 35 %, молокопродуктам – 60, яйцам домашней птицы – 25, овощам – 12 % [4].

Таким образом, развитие экспортного потенциала требует реализации ряда организационных, нормативно-правовых и экономических мер. В данной связи повышение сбалансированности торговли с государствами – членами ЕАЭС возможно на основе осуществления ряд мер на национальном и межгосударственном уровнях, обеспечивающих создание равных конкурентных условий и достижение согласованных действий в области взаимной торговли.

На *национальном уровне* для Беларуси наиболее важными мерами являются:

– стимулирование производства конкурентоспособной отечественной продукции, обладающей высоким качеством и ценовыми преимуществами на внутреннем и внешнем рынках;

– внедрение инновационных технологий производства и сбыта продукции;

– обеспечение качества и безопасности отечественной продукции, которые должны базироваться в первую очередь на соблюдении ветеринарного и фитосанитарного режима и т. д.

На *межгосударственном уровне* следует более целенаправленно проводить согласованную политику по развитию экспортного потенциала, в том числе по отдельным товарам, в частности:

– согласование действий в области координации сбытовой и маркетинговой политики государств – членов ЕАЭС,

– признание понятий «отечественный товар» и «отечественный производитель» на территории государств – членов ЕАЭС. Это позволит белорусским товарам, отвечающим определенным требованиям, считаться отечественным на всей территории Сообщества и иметь равные права и возможности по участию в закупках, тендерах, конкурсах;

– гармонизировать национальные законодательства государств-членов в области государственного контроля за соблюдением требований технических регламентов ЕАЭС;

– осуществлять взаимодействие государств – членов ЕАЭС в области санитарных, ветеринарных и фитосанитарных мер;

– регулярно проводить семинары совместно с бизнес-сообществами на государственном и межгосударственном уровнях;

– осуществлять совместное участие в международных выставках;

– проводить совместные аналитические исследования по изучению условий доступа на рынки других стран, прогнозированию состояния международных рынков и обмениваться результатами национальных исследований и др.

Кроме того, повышение эффективности внешней торговли продукции АПК возможно на основе реализации мер, предусматривающих:

– проведение целенаправленной политики по диверсификации экспорта белорусской продукции как по расширению товарной структуры, так и географическую направленность. К 2020 г. в структуре экспорта аграрной продукции целесообразно увеличить долю продаж в третьи страны до 20 % вместо 14 % в настоящее время;

– совершенствование системы продвижения продукции на внешние рынки за счет создания: информационно-аналитических маркетинговых центров; совместных предприятий (транснациональные компании, совместные и смешанные предприятия с участием иностранного капитала); производственных и торгово-сбытовых корпораций и других элементов рыночной инфраструктуры. Это позволит, в первую очередь, совершенствовать ценовую политику, сформировать более эффективную логистику, а также создать систему контроля за качеством производимой продукции.

Таким образом, эффективное развитие экспортного потенциала Беларуси сельскохозяйственной продукцией и продовольствием в условиях расширения мирохозяйственных связей и торгово-

экономической интеграции, роста международной торговли требует постоянного совершенствования механизмов регулирования данным процессом, при этом важно учитывать национальные интересы, а также достижение сбалансированности развития внутреннего продовольственного рынка.

Выводы

1. Динамика развития агропродовольственной сферы Беларуси свидетельствует о достаточном потенциале для обеспечения роста экспорта и повышения его эффективности. В связи с этим развитие экспортного потенциала Беларуси сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия предполагает реализацию комплекса мер по совершенствованию экономических, нормативно-правовых и организационных механизмов, обеспечивающих сбалансированность внутреннего рынка, повышение конкурентоспособности отечественной продукции, товарную и страновую диверсификацию экспорта, оптимизацию импорта.

2. Система мер и инструментов, направленных на эффективное развитие внешней торговли Беларуси в сфере АПК, должна базироваться, во-первых, на приоритетах внешнеторговой политики республики, во-вторых, на достижении оптимального сочетания производства, потребления, экспорта и импорта продукции в условиях участия республики в региональной и международной интеграции. При этом очень важны меры, направленные на повышение конкурентоспособности отечественной продукции на внутреннем и внешних рынках. Особенно это относится к оптимизации затрат на производство и сбыт продукции, а также к обеспечению соответствия качественных параметров экспортной продукции требованиям стран-импортеров, в первую очередь в области ее безопасности, ветеринарного, фитосанитарного и санитарно-гигиенического режима.

Список использованных источников

1. *Аникин, А. В.* Юность науки: Жизнь и идеи мыслителей-экономистов до Маркса / А. В. Аникин. – 3-е изд. – Москва: Политиздат, 1979. – 367 с.

2. *Бартенев, С. А.* История экономических учений / С. А. Бартенев. – М.: Экономисть, 2005. – 453 с.

3. *Гусаков, В. Г.* Аграрная экономика: термины и понятия: энцикл. справ. / В. Г. Гусаков, Е. И. Дереза. – Минск: Белорус. наука, 2008. – 576 с.

4. Продовольственная безопасность Республики Беларусь. Мониторинг–2014: в контексте сбалансированности развития продуктовых рынков / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2015. – 229 с.

5. *Сакс, Дж.* Рыночная экономика и Россия / Дж. Сакс. – М. : Экономика, 1994. – 331 с.

6. Статистика внешней и взаимной торговли товарами Таможенного союза и Единого экономического пространства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/integr_i_ makroec/dep_stat/test-trade/Pages/default.aspx. – Дата доступа: 01.07.2015.

7. Таможенная статистика внешней торговли Республики Беларусь: бюл., январь–декабрь 2014 г. – Минск: Белтаможсервис, 2015. – 230 с.

8. World Integrated Trade Solution (WITS) [Electronic resource] / World Bank. – 2015. – Mode of access: http://wits.worldbank.org/WITS/Presentation.html. – Date of access: 20.02.2015.

Поступила в редакцию 21.09.2015

УДК 631.354.2:339.137.2

А. С. САЙГАНОВ[1], В. К. ЛИПСКАЯ[2]

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

[1]Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: saihanauas@tut.by
[2]Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, Гомель, Беларусь, e-mail: linav84@mail.ru

В статье изложены практические рекомендации по повышению конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов, представленные в виде блок-схемы механизма повышения их конкурентоспособности, также приведены направления, позволяющие повысить конкурентоспособность производителей комбайнов.

Представлена система обозначений молотильно-сепарирующих устройств, позволяющая описать их многообразие в виде структурной формулы. Построена морфологическая матрица функционально-конструктивных исполнений МСУ, описывающая известные конструкции МСУ серийных самоходных зерноуборочных комбайнов, в том числе производящихся в Республике Беларусь, и дающая возможность формировать новые перспективные решения из сочетаний приведенных в ней компонентов для выбора оригинальных исполнений МСУ.

Ключевые слова: предприятия сельскохозяйственного машиностроения, конкурентоспособность зерноуборочных комбайнов, оценка конкурентоспособности, эффективность.

A. S. SAIGANOV, V. K. LIPSKAYA

PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR RAISING COMPATIBILITY OF GRAIN-HARVESTING COMBINES

[1]The Institute of System Research in Agrarian-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus Minsk, Belarus, e-mail: saihanauas@tut.by
[2]P. O. Sukhoi State Technical University of Gomel, Gomel, Belarus, e-mail: linav84@mail.ru

The paper presents practical recommendations for raising competitiveness of combine harvesters as a block diagram of mechanism raising their competitiveness as well as the ways enabling to increase the competitiveness of combine harvester manufacturers.

Represented is the system of identification of beating-and-separating devices which allows describing their variety as a structural formula. The morphological matrix of functional-and-constructional performance of beating-and-separating devices is built. This matrix describes well known designs of beating-and-separating devices of serial self-propelled combine harvesters including those produced in Belarus and allows forming new prospective solutions from combinations of the components to choose original performance of beating-and-separating devices.

Keywords: agricultural machinery industry enterprises, competitiveness of combine harvesters, competitiveness increase mechanism.

Зерноуборочное комбайностроение в настоящее время относительно новое направление для машиностроительной отрасли Республики Беларусь, тем не менее зерноуборочные комбайны отечественного производства поставляются сегодня не только на внутренний рынок, но и на рынки России, Украины, Казахстана, а также находят потребителей в странах дальнего зарубежья, таких как Аргентина, Иран, Китай, Узбекистан, Чехия и др.

Для того чтобы успешно конкурировать на мировом рынке и находить спрос на внутреннем, требуется изыскание новых подходов к производству качественной и эффективной зерноуборочной техники. Наличие зарубежных конкурентов на рынках, потенциальных потребителей с разным уровнем состоятельности и широким диапазоном различающихся условий эксплуатации, а также влияние других факторов требует активизации усилий в направлении повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов. Отдельные попытки, предпринимаемые в этом направлении, зачастую не приносят ожидаемого результата, поэтому требуется разработать систему, включающую комплекс мероприятий и представляющую собой целый механизм, позволяющий обеспечить стабильное повышение конкурентоспособности.

© Сайганов А. С., Липская В. К., 2016

Нами установлено, что под понятием «механизм конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов» следует понимать совокупность направлений (методов, способов), управляющих значениями критериев, на основании которых производится оценка конкурентоспособности комбайнов, посредством их воздействия на факторы, а также разработана схема функционирования этого механизма.

Для повышения конкурентоспособности производителей зерноуборочных комбайнов Республики Беларусь, в частности, ОАО «Гомсельмаш», следует совершенствовать структуру выпуска зерноуборочных комбайнов путем расширения ассортимента по следующим направлениям:

1) *по классам пропускной способности* (в зависимости от размера посевных площадей и урожайности зерновых культур потребители выбирают комбайны различной производительности (пропускной способности)), дополнив существующие серийные комбайны классов пропускной способности 8, 10 и 12 кг/с и поставленных на производство классов 5–6, 14 и 16 кг/с комбайнами еще более низкой пропускной способности (3–4 кг/с) для выхода на рынки стран Юго-Восточной Азии и Латинской Америки;

2) *по типам молотильно-сепарирующих устройств* (МСУ) (в зависимости от условий эксплуатации потребители нуждаются в комбайнах, различающихся системами обмолота и сепарации зерна), разработав комбайны с совмещенными функционально-конструктивными блоками обмолота хлебной массы и сепарации грубого вороха. МСУ таких комбайнов выполнены в виде роторов, где хлебная масса перемещается по спирали, они наиболее эффективны при использовании на уборке кукурузы, так как способны осуществлять уборку зерна влажностью более 25 % без его повреждения. Комбайны такого типа МСУ до последнего времени в Республике Беларусь не производились. Об увеличивающейся потребности в них свидетельствует уверенный рост площадей, отводимых под посевы кукурузы на зерно;

3) *по комплектации* (для удовлетворения потребителей с разным уровнем финансовой состоятельности, в том числе с низким), производя зерноуборочные комбайны базовой комплектации с возможностью устанавливать различные опции по отдельным заказам.

Кроме того, целесообразно осуществлять разработку и выпуск унифицированных модельных рядов зерноуборочных комбайнов. Это позволит повысить эффективность производства за счет сокращения номенклатуры узлов и деталей (ДСЕ), сократить затраты как на производство комбайнов, так и на проведение их технического обслуживания и ремонта.

Предложенные направления являются актуальными, они позволят удовлетворять требования потребителей зерноуборочных комбайнов в зависимости от условий эксплуатации и цены. При эксплуатации зерноуборочных комбайнов с роторным МСУ производства ОАО «Гомсельмаш», экономический эффект на один такой комбайн у потребителей ожидается на уровне 1049,3 млн руб. Поскольку ежегодный выпуск таких комбайнов прогнозируется в количестве до 300 шт., то годовой экономический эффект от их эксплуатации составит 314,8 млрд руб.

При эксплуатации зерноуборочных комбайнов пропускной способностью 3–4 кг/с экономический эффект на один комбайн у потребителей прогнозируется на уровне 21,9 млн руб. При их ежегодном выпуске в количестве 1000 шт. будет получен годовой экономический эффект в размере 21,9 млрд руб.

Следовательно, реализация направлений по совершенствованию структуры выпуска зерноуборочных комбайнов ОАО «Гомсельмаш» путем расширения ассортимента только в части комбайнов предложенных классов пропускной способности и типов МСУ позволит получить годовой экономический эффект от их эксплуатации на уровне 336,7 млрд руб.

Проведенная оценка технико-экономических характеристик зерноуборочных комбайнов, выпускаемых отечественными производителями, и оценка их конкурентоспособности по сравнению с аналогами дальнего и ближнего зарубежья позволили определить наиболее слабые места в комбайнах, требующие совершенствования. В первую очередь это относится к надежности машин, которая характеризуется показателем «интенсивность отказов». Другими критериями, менее значимыми, но также влияющими на уровень конкурентоспособности, являются: прогрессивность, обслуживаемость, комфортабельность, эстетичность. Анализ факторов, влияющих на конкурентоспособность, а также установленные связи между факторами и критериями, на основании которых осуществляется оценка конкурентоспособности, позволили определить направ-

ления, реализация которых позволит существенно повысить конкурентоспособность зерноуборочных комбайнов отечественного производства:

• повышение качества зерноуборочных комбайнов;
• формирование новых конструктивно-технологических и компоновочных решений;
• непрерывная модернизация зерноуборочных комбайнов, находящихся в эксплуатации.

Следовательно, актуальный в настоящее время механизм повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов заключается в реализации таких направлений, как повышение качества зерноуборочных комбайнов; формирование новых конструктивно-технологических и компоновочных решений; непрерывная модернизация зерноуборочных комбайнов, находящихся в эксплуатации, управляющих значениями критериев, на основании которых производится оценка конкурентоспособности, посредством воздействия на конструкционные, производственные, эксплуатационные факторы и факторы микросреды предприятия.

Следует отметить, что на факторы макросреды со стороны предприятия-изготовителя воздействовать нельзя, их можно только учитывать при разработке или производстве зерноуборочных комбайнов.

Схематическое описание разработанного нами механизма повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов приведено на рис. 1.

Первое направление механизма повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов – *повышение качества комбайнов* путем воздействия на конструкционные, производственные, эксплуатационные факторы и факторы микросреды предприятия – позволит улучшить в первую очередь значение критерия «интенсивность отказов», который характеризует надежность машины.

Показатели надежности представляют наибольшую значимость для обеспечения продовольственной безопасности республики в условиях увеличения собственного производства зерна

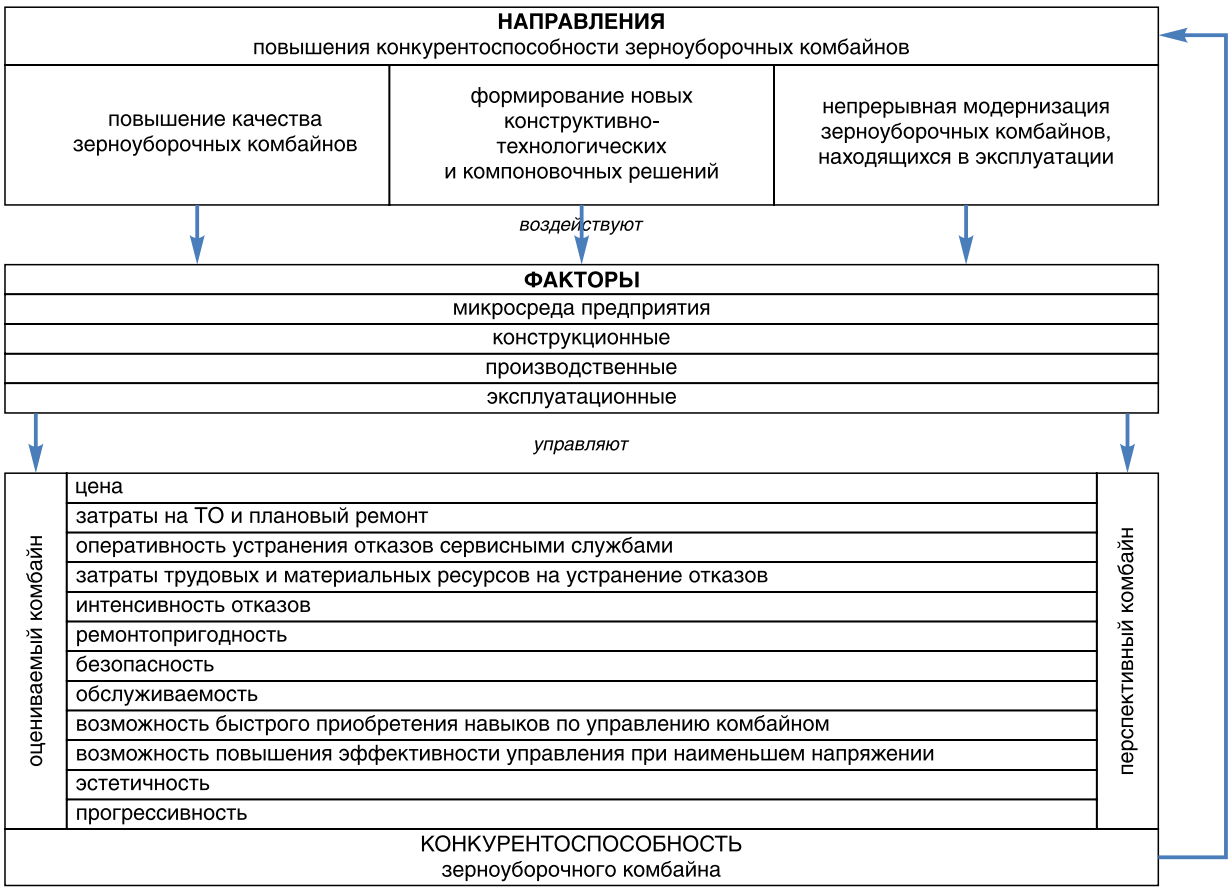


Рис. 1. Механизм повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов

при одновременном сокращении сроков уборки и численности механизаторов. В таких условиях простои техники должны быть исключены, так как приводят к недопустимым потерям урожая, а также существенным убыткам сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Детальный анализ отказов зерноуборочных комбайнов производства ОАО «Гомсельмаш», находящихся на гарантийном обслуживании в хозяйствах Республики Беларусь, показал ежегодное сокращение доли отказов на один комбайн, что указывает на стабильное повышение надежности выпускаемой техники. Кроме того, преимуществом этих комбайнов перед зарубежными являются более низкие удельные затраты на их техническое обслуживание и ремонт. Однако в дальнейшем необходимо интенсифицировать работу по предотвращению причин возникновения отказов и реализовать комплекс мер по повышению надежности элементной базы отечественного производства. Это позволит повысить качество комбайнов, сделает их более привлекательными для потребителей, а значит более конкурентоспособными.

Все отказы зерноуборочных комбайнов по направлениям устранения причин их возникновения разделены на четыре группы – А, Б, В, Г. Наибольшая доля отказов отмечается по группе В – *отказы некоторых покупных комплектующих изделий, требующие их совершенствования поставщиком или замены поставщика*. Второе место по доле отказов приходится на отказы группы Б – *отказы ДСЕ собственного производства, исключение которых требует совершенствования технологии их изготовления или укрепления производственной дисциплины*. Для снижения отказов этих групп необходимо воздействовать на производственные факторы.

Повышение качества зерноуборочных комбайнов путем воздействия на производственные факторы обеспечивается:

1) повышением качества технологических процессов путем разработки пооперационных технологий, типизации технологических процессов, внедрения прогрессивных технологий, активного контроля качества в процессе производства. Если доля отказов не уменьшается со временем, необходимо организовать совместную работу конструкторов и технологов по выработке оптимальных изменений конструкции и технологии;

2) техническим перевооружением и реконструкцией производства, комплексной механизацией и автоматизацией производственных процессов, использованием высокоточного оборудования;

3) повышением эффективности входного контроля сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, что позволяет резко снизить долю некачественных исходных компонентов, поступающих в производство.

В силу того что большинство отказов отмечается по причине выхода из строя покупных комплектующих изделий, следует более тщательно подходить к выбору поставщиков, ужесточать требования к ним и иметь альтернативных. Кроме того, важно отказаться от политики приобретения самого дешевого сырья, материалов, комплектующих, тем более если имеет место повторение отказов по причине выхода из строя одних и тех же ДСЕ.

При поиске новых поставщиков следует проводить предварительную проверку потенциальных поставщиков путем согласования технической документации, проведения стендовых испытаний образцов, а в случае положительного заключения – использование опытной партии на серийных машинах. Только при отсутствии отказов и замечаний потребителей новый поставщик может быть введен в ведомость покупных изделий.

Повышение качества продукции может быть также достигнуто путем внедрения эффективных форм внутризаводской специализации: предметной, подетальной; организации поточного производства (конвейерных и поточных линий); разработки цикловых и оперативных графиков производства, обеспечивающих ритмичную работу предприятия и т.д.

Так как имеют место отказы группы Г – *отказы ДСЕ, исключение которых требует соблюдения правил эксплуатации*, для повышения качества зерноуборочных комбайнов необходимо воздействовать на эксплуатационные факторы.

Специалисты дилерских центров ОАО «Гомсельмаш» на базе областных и районных учебных центров проводят обучение механизаторов правилам эксплуатации техники. Перед началом уборочных работ в ряде районов Республики Беларусь проводятся практические занятия с механизаторами, на которых демонстрируются методы регулировок основных механизмов и порядок агрегатирования адаптеров.

В то же время отказы зерноуборочных комбайнов по вине механизаторов в основном возникают вследствие недостаточной их квалификации и подготовленности. Так как за последние годы заметного снижения доли отказов группы Г не наблюдается, следует резко повысить требования к качеству обучения специалистов дилерских центров, которые впоследствии осуществляют обучение механизаторов. Необходимо также во время уборочных работ направлять в хозяйства группы специалистов для проведения подконтрольной эксплуатации машин и консультации механизаторов. Кроме того, со стороны руководства хозяйств к механизаторам должны быть усилены требования по следующим критериям:

– использованию техники только по прямому назначению с соблюдением режимов, предусмотренных технической документацией;

– улучшению обслуживания комбайнов и проведению регламентных работ в предусмотренные сроки;

– повышению качества текущего и планово-предупредительного ремонтов зерноуборочных комбайнов.

После окончания уборочных работ специалистами дилерских центров, как правило, проводится обследование всей выпущенной организацией и находящейся в эксплуатации сельскохозяйственной техники. По результатам этих обследований определяется перечень запасных частей, необходимых для восстановления всего парка комбайнов к уборочному сезону. Затребованная номенклатура включается в план производства, изготавливается и передается на дилерские центры для реализации потребителям. Однако зачастую эта работа ведется без должной ответственности, что оказывает влияние на работоспособность зерноуборочных комбайнов. Предварительная тщательная работа является залогом успеха проводимой сервисной политики – устранение отказов комбайнов I и II групп сложности в период ведения уборочных работ в срок не более суток – и положительно влияет на конкурентоспособность техники.

Несмотря на то что доля отказов зерноуборочных комбайнов группы А – *отказы ДСЕ, исключение которых требует совершенствования их конструкции*, – значительно ниже, чем доля отказов других групп, повышать качество машин необходимо также путем воздействия на конструкционные факторы.

Для снижения отказов группы А необходимо прибегать к многовариантному проектированию, которое заключается в том, что при проектировании нового узла машины или при совершенствовании (модернизации, модификации) существующего разработчиком должен предлагаться не один вариант решения поставленной задачи, а несколько (путем эскизной проработки нескольких вариантов конструкции). Возможен другой способ, когда одно и то же задание на разработку дается одновременно нескольким независимым разработчикам, в результате чего формируется несколько вариантов решения задачи.

Такой подход к проектированию позволяет лучше увидеть особенности конструкции, посмотреть на нее с разных сторон, оценить преимущества и недостатки каждого варианта и выбрать наиболее оптимальный по производственной возможности, технологичности, качеству и др.

Для того чтобы облегчить принятие решения в выборе варианта и не допустить ошибок, требуется применение эффективной методики выбора, позволяющей разработчикам детально изучить все предлагаемые варианты, увидеть их преимущества и недостатки и выбрать наиболее рациональный на данный момент времени.

Выбранный вариант узла конструкции до постановки его на серию должен пройти испытания, чтобы на ранней стадии выявить и устранить (если они есть) недоработки конструкции или технологии изготовления.

В общем объеме испытаний, проводимых на стадии проектирования всех сельскохозяйственных машин, важнейшую роль, с точки зрения оперативной оценки конструкторских решений, играют стендовые испытания, так как сезонный характер работы большей части сельскохозяйственных машин не позволяет обеспечить существенную наработку при полевых испытаниях. Кроме того, практика проведения комплексных испытаний образцов новых машин на стендовом оборудовании показывает, что благодаря созданию на нем более жестких условий работы, чем

в реальных условиях эксплуатации, возможно выявление значительного количества потенциальных отказов уже на ранних стадиях проектирования.

Для проведения качественных исследований и ускоренных ресурсных испытаний узлов и агрегатов, а также полнокомплектных разнородных зерноуборочных комбайнов необходимо осуществить его замену, так как имеющееся в распоряжении разработчиков стендовое оборудование в основном морально и физически устарело и перестало отвечать современным требованиям.

Повышение качества зерноуборочных комбайнов путем воздействия на факторы микросреды предприятия заключается в следующем:

– предъявление повышенных требований к поставщикам по приобретению у них только качественных комплектующих, сырья и материалов или замена поставщиков при возникновении повторных проблем по их вине;

– использование лучшего опыта конкурентов и производство комбайнов, не уступающих по техническим характеристикам машинам-конкурентам при равной или более низкой цене;

– информирование потребителей техники через средства массовой информации о результатах проведенных работ по повышению качества зерноуборочных комбайнов, формирование благоприятного имиджа о технике.

Повышение качества зерноуборочных комбайнов позволит повысить их привлекательность для потребителей за счет сокращения затрат на ремонт комбайнов и снижения затрат от простоев техники, а также будет способствовать наращиванию объемов реализации комбайнов посредниками.

Рекомендации по сокращению отказов зерноуборочных комбайнов тесно переплетаются со вторым направлением механизма повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов – *формирование новых конструктивно-технологических и компоновочных решений*. Это направление также воздействует на все факторы, особенно при применении принципиально новых решений, которые требуют внесения изменений не только в конструкцию, но в технологию, а также использования новых комплектующих, сырья и материалов. Для их формирования целесообразно прибегать к методике морфологического анализа и синтеза с построением морфологических матриц по рабочим органам зерноуборочного комбайна, включающих все возможные варианты их исполнений.

Заметим, что морфологический анализ был разработан швейцарским астрономом Цвикки и является одним из методов формирования множества технических решений, основанных на классификации и комбинировании элементов технической системы. Считается, что морфологический анализ является «упорядоченным способом смотреть на вещи», позволяющим добиться «систематического обзора всех возможных решений определенной крупномасштабной проблемы», так как структурирует мышление таким образом, что генерируется «новая» информация из ускользающих от внимания комбинаций при несистематической деятельности воображения [1, с. 214].

В силу того, что МСУ зерноуборочного комбайна является системообразующим органом, определяющим его основные показатели и параметры других составных частей комбайна, представляется целесообразным поиск новых решений вести в направлении совершенствования этого органа.

В основу построения морфологической матрицы функционально-конструктивных исполнений МСУ зерноуборочных комбайнов легла предложенная нами классификация самоходных зерноуборочных комбайнов по типам МСУ [2, с. 61]. Матрица позволяет в компактной форме достаточно полно описать все многообразие серийных конструкций МСУ и рассмотреть возможные варианты сочетаний их основных элементов для формирования новых исполнений систем обмолота и сепарации зерноуборочных комбайнов.

Представление классификации по типам МСУ зерноуборочных комбайнов в матричной форме предполагает их символьное описание. В настоящее время различные фирмы используют собственные оригинальные обозначения систем МСУ или их частей, что вызывает трудности при сопоставлении и выборе комбайна. Предпринимались неоднократные попытки ввести обозначения, позволяющие отличать различные компоновочные схемы МСУ. Например, для обозначения

типов МСУ зерноуборочных комбайнов российский ученый В. Я. Гольтяпин предложил использовать следующие буквенные обозначения [3]: Т – традиционная схема; ББС – молотильный барабан + молотильный битер с сепарирующей решеткой + сепарирующий барабан; УББ – барабан-ускоритель + молотильный барабан + отбойный битер; ББВ – молотильный барабан + молотильный барабан с сепарирующей решеткой; ББО – молотильный барабан + два отбойных битера; ББР – молотильный барабан + битер + очесывающий барабан + роторный двухпоточный сепаратор; АР – аксиальный ротор; ТР – поперечно расположенный ротор; БСС – молотильный барабан + система сепарирующих роторов; АРР – два аксиальных ротора; ББС – молотильный барабан + выравнивающий битер + два (расположенных продольно) сепарирующих ротора; ДБД – приемный битер + молотильный барабан + промежуточный битер + молотильный барабан + отбойный битер.

Данная система обозначений не получила широкого распространения, так как не охватывает всю совокупность известных МСУ. Кроме того, для обозначений использованы сложно запоминающиеся аббревиатуры, имеющие слабую логическую и семантическую связь с конструктивным исполнением МСУ.

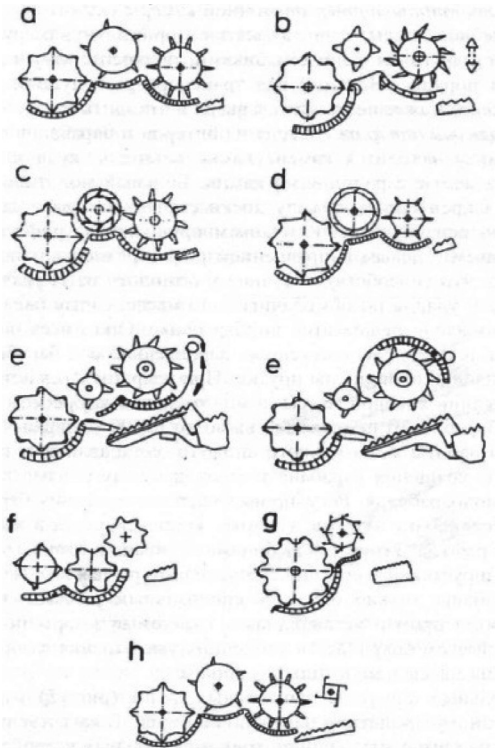


Рис. 2. Конструктивные схемы классических молотильных устройств зерноуборочных комбайнов: *a* – Ford New Holland; *b* – Deutz-Fahr; *c* – MDW, Case IH; *d* – Dronningbord, Massey Ferguson; *e* – Fiatagri; *f* – Claas; *g* – John Deere; *h* – Ford New Holland, Case CF 80

Для обозначения типов МСУ также предлагали использовать конструктивные схемы классических молотильных устройств зерноуборочных комбайнов (рис. 2) [4, с.10].

Несмотря на то что такие схематические изображения позволяют наглядно представить конструктивно-компоновочные решения различных молотильных устройств зерноуборочных комбайнов, их изображение трудоемко и не отражает все многообразие существующих. Кроме того, эти схемы следовало бы дополнить схемами сепарирующих устройств, так как МСУ комбайнов различаются не только молотильными устройствами, но и конструкцией устройств для сепарации грубого вороха.

Специалистами INTA PRECOP (Аргентина) также предложены изображения МСУ комбайнов в виде схем. Ими отмечается, что все представленные на рынке Агрентины зерноуборочные комбайны «фундаментально различаются по системе обмолота и сепарации». До 2009 г. приводилось 11 схем МСУ, иллюстрирующих различные системы обмолота и сепарации комбайнов [5], а в 2009 г. добавили еще одну схему – МСУ роторного типа. Для сравнения приведем одну из схем, иллюстрирующих МСУ барабанного типа с клавишным соломотрясом и интенсификатором сепарации грубого вороха, представленную на рис. 3. Недостаток этих схем заключается в том, что они громоздки и не удобны для представления информации в компактной форме, кроме того, трудоемко изображение самих схем МСУ.

Для упрощения представления и соотнесения типов МСУ нами разработана простая и удобная система обозначений, позволяющая в компактной форме достаточно полно описать все многообразие структурных схем МСУ серийно выпускавшихся комбайнов минимальным количеством символов и упрощенно представить их в виде структурной формулы: БМ – барабан молотильный; БС – барабан сепарирующий; БУ – барабан-ускоритель; ⊙ – битер; ⊙/2 – битер, разделяющий поток вороха на два; РС – роторное соломосепарирующее устройство (перемещение грубого вороха по спирали); РМС – роторное молотильно-сепарирующее устройство (перемещение

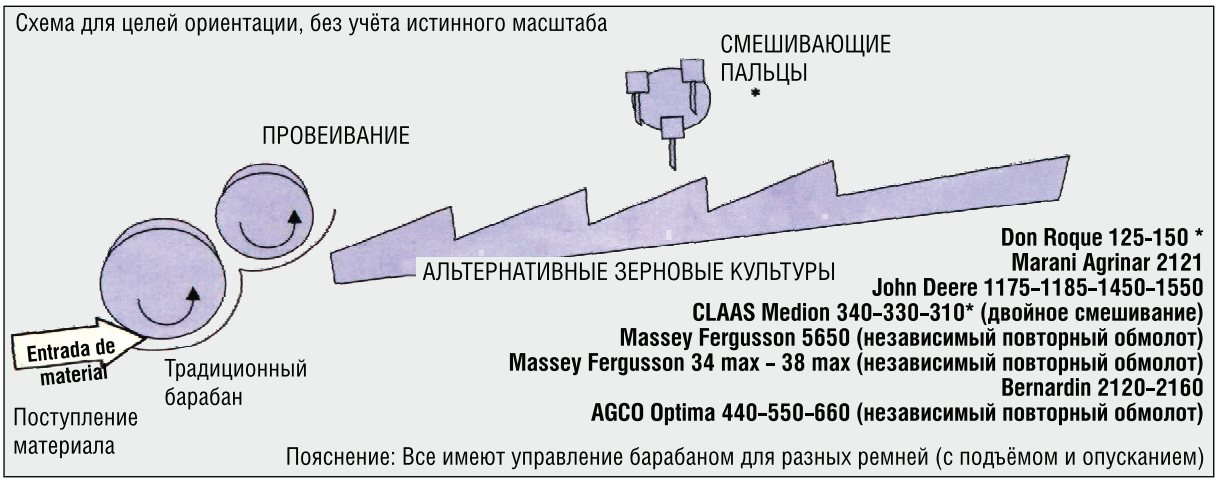


Рис. 3. МСУ барабанного типа с клавишным соломотрясом

хлебного вороха по спирали); $nmC^{p}_{П(А)}$ – соломотряс с *n*-м количеством клавиш, *m*-м количеством каскадов и *p*-м количеством интенсификаторов процесса сепарации ($С_П$ – соломотряс с пассивными интенсификаторами, $С_А$ – соломотряс с активными интенсификаторами); А – аксиальная подача вороха; Т – тангенциальная подача вороха и т. п.

Например, **1-й тип МСУ** (отнесены МСУ с разделенными функционально-конструктивными блоками обмолота хлебной массы и сепарации грубого вороха) с молотильным аппаратом барабанного типа и *клавишным соломотрясом*:

– КЗС-812 – **БМ + ⚙^4×6$С^0$** (МСУ с последовательно расположенным молотильным барабаном, отбойным битером и клавишным соломотрясом без интесификатора с 4 клавишами и 6 каскадами);

– КЗС – 10К – **БМ + ⚙^5×7$С^0$** (МСУ с последовательно расположенными молотильным барабаном, отбойным битером и клавишным соломотрясом без интесификатора с 5 клавишами и 7 каскадами);

– КЗС-1218 – **БУ + БМ + ⚙^5x7$С^0$** (МСУ с последовательно расположенными барабаном-ускорителем, молотильным барабаном, отбойным битером и клавишным соломотрясом без интесификатора с 5 клавишами и 7 каскадами);

– «Claas» «Lexion-610–620» – **БУ + БМ + ⚙^5x5** $С^2_А$ (МСУ с последовательно расположенными барабаном-ускорителем, молотильным барабаном, отбойным битером и клавишным соломотрясом с 5 клавишами, 5 каскадами и 2 активными интесификаторами).

1-й тип МСУ с молотильным аппаратом барабанного типа и *соломосепаратором, выполненным в виде сепарирующих барабанов*:

– «Agromet» «BIZON BS Z 110» – **БМ + ⚙ + БС^5БС** (МСУ с последовательно расположенными молотильным барабаном, промежуточным битером, сепарирующим барабаном и соломосепаратором с 5 сепарирующими барабанами);

– «Claas» «Commandor 228 cs» – **⚙ + БМ^8БС** (МСУ с последовательно расположенными подающим битером, молотильным барабаном и соломосепаратором с 8 сепарирующими барабанами).

1-й тип МСУ с молотильным аппаратом барабанного типа и *роторным соломосепаратором (гибрид)*:

– новый зерноуборочный комбайн КЗС-1624-1, производства ОАО «Гомсельмаш», а также комбайны фирмы «Claas» «Lexion-740–770» – **хБС + БМ + ⚙/2^2АРС** (МСУ с последовательно расположенными барабаном-ускорителем, молотильным барабаном, отбойным битером, разделяющим поток вороха на два, и двумя аксиально расположенными сепарирующими роторами).

2-й тип МСУ (МСУ с совмещенными функционально-конструктивными блоками обмолота хлебной массы и сепарации грубого вороха) (роторный):

– комбайны «John Deere» S 690i – **АР3МС** (трехступенчатое роторное МСУ с аксиальной подачей вороха);

– комбайны «Laverda» MX 300 – **ТРМС** (тангенциально-роторное МСУ).

Следовательно, предлагаемая нами морфологическая матрица позволяет формировать новые функционально-конструктивные исполнения МСУ зерноуборочных комбайнов путем различных комбинаций компонентов молотильного и сепарирующего блоков МСУ, которые могут различаться не только по количеству, но и взаимному расположению. Так, структурная схема молотильного блока составляется по следующему принципу (формула (1)):

$$a\text{БУ} + b\text{БМ} + c\text{⌾} + d\text{БС}, \quad (1)$$

где a, b, c и d – количество барабанов ускорителей, молотильных барабанов, битеров и сепарирующих барабанов ($b \geq 1$; a, c и $d \geq 0$).

Структурная схема сепарирующего блока в зависимости от конструктивной особенности выделения зерна из грубого вороха составляется по одной из трех форм:

а) клавишный соломотряс (формула (2)):

$$nmC^{p}, \quad (2)$$

где n, m и p – количество клавиш, каскадов и интенсификаторов процесса сепарации соответственно (n, $m \geq 1$; $p \geq 0$);

б) сепарирующие барабаны (формула (3)):

$$z\text{БС}, \quad (3)$$

где z – количество последовательно расположенных сепарирующих барабанов ($z \geq 1$);

в) роторный соломосепаратор (формула (4)):

$$f\text{АРС или } g\text{ТРС}, \quad (4)$$

где f, g – количество соломосепарирующих роторов с аксиальной или тангенциальной подачей грубого вороха соответственно (f, $g \geq 1$).

МСУ с совмещенными функционально-конструктивными блоками (выделение зерна из колоса и соломы) в зависимости от направления подачи хлебной массы будет выглядеть так (формула (5)):

$$f\text{АРМС или } g\text{ТРМС}, \quad (5)$$

где f, g – количество молотильно-сепарирующих роторов с аксиальной или тангенциальной подачей хлебной массы соответственно (f, $g \geq 1$).

В качестве примеров комбинаций компонентов МСУ зерноуборочных комбайнов, не известных в серийном производстве, можем привести следующие.

1. МСУ с последовательно расположенными барабаном ускорителем, молотильным барабаном, отбойным битером и клавишным соломотрясом с 4 клавишами, 7 каскадами и 3 активными интесификаторами – БУ + БМ +⌾^4×7$C_{\text{А}}^{3}$. Увеличенное количество интенсификаторов соломотряса позволяет улучшить процесс сепарации грубого вороха без увеличения количества клавиш соломотряса.

2. МСУ с двумя соосно расположенными роторами, в которых тангенциально двумя потоками подается хлебная масса – 2ТРМС. Разделение хлебной массы на входе позволяет уменьшить толщину ее слоя, что улучает процесс обмолота и сепарации.

На рис. 4 приведена разработанная нами морфологическая матрица функционально-конструктивных исполнений МСУ зерноуборочных комбайнов, которая позволила описать все известные конструкции МСУ серийных самоходных зерноуборочных комбайнов, в том числе всех комбайнов, производящихся и планируемых к производству в Республике Беларусь, а также предложить несколько новых вариантов конструкции МСУ.

МСУ с разделенными функционально-конструктивными блоками обмолота хлебной массы и сепарации грубого вороха

Молотильный блок (преимущественное выделение зерна из колоса в хлебной массе)

Без дополнительных устройств	С 1 молотильным барабаном (**БМ**) Laverda 1950; Claas Commandor 228 CS	С 2 молотильными барабанами (**2БМ**) John Deere 1450CWS, 1550CWS	С 3 и более молотильными барабанами (**bБМ**, $b \geq 3$)	
С битерами	С молотильным барабаном и отбойным битером (**БМ+⚙**) John Deere 1450, 1550; Claas Dominator 130-150, Medion 330–340; Massey Fergusson 5650; Ростсельмаш Дон-1500Б, Vector-410, Vector-420, Acros-530-540; Гомсельмаш КЗС-7, КЗС-10К; КЗС-812; Лидагропроммаш «Лида-1300»	С молотильным барабаном, промежуточным битером и отбойным битером (**БМ±⚙-⚙**) John Deere 9780 CTS	С 2 и более молотильными барабанами, с 2 и более и промежуточными битерами или без них и отбойным битером или без него	
	С подающим битером, молотильным барабаном и отбойным битерами (**⚙+БМ+⚙**) Ростсельмаш СК-5 «Нива»	С подающим битером, 2 молотильными барабанами, промежуточным и отбойным битерами) (**⚙+БМ+⚙+БМ+⚙**) СК-6; СКД-6; «Енисей-1200»	С подающим битером, 2 и более молотильными барабанами, битерами между ними и отбойным битером	
С битерами и сепарирующими барабанами (в том числе барабанами-ускорителями)	С молотильным барабаном, сепарирующим барабаном и отбойным битером (**БМ+БС+⚙**) New Holland TF44	С молотильным барабаном, промежуточным битером (в том числе убираемым) и сепарирующим барабаном **БМ+⚙+БС** (**БМ±⚙+БС**) New Holland TC 57, TC 59, CS 660, CX 720, CX 740, CX 760, CX 780, CX 820, CX 840, CX 860, CX 880; Massey Ferguson серии Cerea; Fendt 6280C, 5250, 8300, 8350	С молотильным барабаном, промежуточным битером (в том числе убираемым), сепарирующим барабаном и отбойным битером **БМ+⚙+БС+⚙** (**БМ±⚙+БС+⚙**) Case IH CF-80; Лидагропроммаш Лида–1600	С подающим битером или без него, 1 или более молотильным барабаном, 1 или более сепарирующим барабаном, 1 или более промежуточным битером или без него, с отбойным битером или без него
	С сепарирующим барабаном, молотильным барабаном и отбойным битером (**БС+БМ+⚙**) Deutz-Fahr 5585HT	С барабаном ускорителем, молотильным барабаном и отбойным битером (**БУ+БМ+⚙**) Claas Lexion 620-670, Mega 350-370; Гомсельмаш КЗС-1218	С барабаном ускорителем, молотильным барабаном и отбойным битером-делителем потока (**БУ+БМ+⚙/2**) Claas Lexion 740-770	С подающим битером или без него, с 2 и более сепарирующими барабанами, с 1 или более молотильным барабаном, 1 или более промежуточным битером или без него, с делением или без деления потока отбойным битером или без него	С подающим битером или без него, с 1 или более барабаном-ускорителем, 1 или более сепарирующим барабаном, 1 или более молотильным барабаном, 1 или более промежуточным битером или без него, с делением или без деления потока отбойным битером или без него

Сепарирующий блок (преимущественное выделение зерна из грубого вороха)

Клавишный соломотряс: интенсификаторы	Без интенсификаторов сепарации Case IH CF-80	С 1 или несколькими пассивными механическими интенсификаторами сепарации, закрепленными на клавишах (ворошители, гребни, граблины) Ростсельмаш «Дон-1500», Гомсельмаш КЗС-10К	С 1 или несколькими активными механическими интенсификаторами сепарации, установленными над клавишами Claas Lexion 610-620, Mega 350-370	С пневматическими интенсификаторами сепарации				
количество клавиш	**1** Claas Super	**3** Claas Europa	**4** Claas Dominator 78	**5** Лидагропроммаш «Лида-1300», Claas Medion-330	**6** Claas Mega 208	**8** Fendt 8300	Свыше **8**	
количество каскадов	**2**	**4** Sampo Rosenlew 3065	**5**	**6**	**7**	**8** John Deere 9000 WTS	**11** John Deere W650	Свыше **11**
Сепарирующие барабаны	С 5 сепарирующими барабанами **5БС** Bizon BS Z 110		С 8сепарирующими барабанами **8БС** Claas Commandor 228 CS				Более **8БС**	

	Сепарирующие роторы (перемещение грубого вороха по спирали)	Продольный с аксиальной подачей вороха в 1 сепарирующий ротор **1АРС** Claas Tucano 480	С аксиальной подачей вороха в 2 параллельных продольных ротора **2АРС** Claas Lexion 760-770	С тангенциальной подачей вороха в 2 параллельных продольных ротора **2ТРС** John Deere CTS	Поперечный **ТРС/2** New Holland TF44	
	Сепарирующие транспортеры	Конвейерно-роторный с поперечными прутками зерноуборочный комбайн немецких промышленных предприятий, Шпандау, 1930-е гг.	Конвейерно-роторный с 1 или несколькими пассивными механическими интенсификаторами сепарации	Конвейерно-роторный с 1 или несколькими активными механическими интенсификаторами сепарации	Цепной вибрационный с динамически подвешенными поперечными прутками	Цепной с пневматическими интенсификаторами сепарации
МСУ с совмещенными функционально-конструктивными блоками обмолота хлебной массы и сепарации грубого вороха						
Солотильно-сепарирующий блок (выделение зерна из колоса и соломы)	Продольный: неподвижный кожух	⚙**+АРМС** Western Combine	**АРМС** Case IH 2380, 2377, 2399, 8010, 7010	⚙**/2+2АРМС** New Holland TR 98, TR 99, CR 980, CR 9040, CR 9060, CR 9070	**АР3МС** John Deere серии STS и S	
	вращающийся кожух	**АРМС**🖵 Ростсельмаш Torum	С делителем потока и двумя аксиально-роторными МСУ с вращающимися кожухами ⚙/2+2АРМС🖵			
	Поперечный	Тангенциально-роторное МСУ **ТРМС** Fiatagri MX240; MX300; Гомсельмаш КЗС-10	С дополнительным тангенциально-роторным соломосепаратором, расположенным за основным МСУ и перемещающим грубый ворох в противоположную сторону ТРМС+ТРС		С двумя тангенциально-роторными МСУ, перемещающими хлебную массу в разные стороны **2ТРМС**	

– новые варианты функционально-конструктивных исполнений МСУ зерноуборочных комбайнов

Рис. 4. Морфологическая матрица функционально-конструктивных исполнений МСУ зерноуборочных комбайнов

Предложенная морфологическая матрица и ее модификации позволяют осуществлять поиск новых конструктивных решений и формировать новые сочетания приведенных в ней компонентов для выбора оригинальных и эффективных исполнений МСУ.

Третье направление механизма повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов – *непрерывная модернизация зерноуборочных комбайнов, находящихся в эксплуатации*.

Данное направление является максимально выгодным для потребителей. Его реализация позволит продлить срок эксплуатации машин и осуществлять уборку зерновых культур без увеличения потерь урожая, так как физический и моральный износ комбайнов будет отложен во времени. Изменения, вносимые в конструкцию, должны иметь возможность реализовываться в условиях хозяйств или дилерских центров, что позволит исключить затраты времени и средств, требуемых для транспортировки комбайнов на предприятие-изготовитель. Специальные бригады в дилерских центрах или в условиях хозяйств будут осуществлять замену морально и физически устаревших узлов или элементов зерноуборочных комбайнов на более совершенные, продлевая активный срок жизни комбайна.

Проведение непрерывной модернизации зерноуборочных комбайнов, находящихся в эксплуатации, позволит отечественным производителям зерноуборочных комбайнов сохранить свой производственный и кадровый потенциал в условиях резкого сокращения платежеспособного спроса из-за процессов, происходящих в экономике основных стран экспорта. Наблюдаемое в настоящее время вынужденное временное сокращение объемов выпуска машин позволяет, с целью рационального использования имеющихся материально-технических и трудовых ресурсов производителей, направить высвободившиеся ресурсы на модернизацию зерноуборочных комбайнов, находящихся в эксплуатации. Кроме того, это будет стимулировать разработчиков на создание комбайнов с максимально высокой степенью агрегатности компонентов, т. е. в виде блочно-модульных конструкций. Это направление, как и два предыдущих, воздействует на все факторы.

Для разработки эффективных технических решений, позволяющих с минимальными затратами провести модернизацию комбайнов, заменив морально или физически изношенные компоненты на новые, улучшенные, потребуется прибегать к многовариантному проектированию. Проведение стендовых испытаний конструкций отобранных технических решений позволит ускорить их доводку и повысить надежность.

Воздействие на производственные факторы будет заключаться в необходимости разработки технологии изготовления новых ДСЕ. Кроме того, может потребоваться применение новых комплектующих, сырья, материалов.

Непрерывная модернизация комбайнов потребует постоянного обучения и переподготовки механизаторов и персонала, осуществляющего техническое обслуживание машин, – в этом заключается воздействие на эксплуатационные факторы.

Следует отметить, что все направления механизма повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов в конечном итоге способствуют росту их привлекательности для потребителей, в первую очередь благодаря повышению надежности. Реализация направлений сократит количество отказов комбайнов как минимум на 20 % в год, что позволит сэкономить более 3,2 млрд руб. из ежегодно направляемых ОАО «Гомсельмаш» средств на их устранение.

Реализация предложенного механизма повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов позволит предприятиям сельскохозяйственного машиностроения Республики Беларусь выйти на новый уровень, предлагая только конкурентоспособную продукцию.

Выводы

1. Наличие зарубежных конкурентов на рынках стран СНГ, а также стран ближнего и дальнего зарубежья, потенциальных потребителей с разным уровнем состоятельности и широким диапазоном различающихся условий эксплуатации требует поиска новых направлений повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов, выпускаемых предприятиями Республики Беларусь.

2. Разработан актуальный в настоящее время механизм повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов, который заключается в реализации таких направлений, как повышение качества зерноуборочных комбайнов; формирование новых конструктивно-технологических и компоновочных решений; непрерывная модернизация зерноуборочных комбайнов, находящихся в эксплуатации, управляющих значениями критериев, на основании которых производится оценка конкурентоспособности посредством воздействия на конструкционные, производственные, эксплуатационные факторы и факторы микросреды предприятия.

3. Совершенствование структуры выпуска зерноуборочных комбайнов необходимо для возможности ее адаптации к широкому спектру требований потребителей в зависимости от условий эксплуатации и цены: целесообразно производство зерноуборочных комбайнов различных классов пропускной способности; введение в структуру выпуска зерноуборочных комбайнов машин с различными функционально-структурными схемами МСУ, например, с совмещенными функционально-конструктивными блоками обмолота хлебной массы и сепарации грубого вороха. Для возможности удовлетворения потребителей с разным уровнем финансовой состоятельности целесообразно производить зерноуборочные комбайны базовой комплектации – нижнего ценового диапазона, а далее, в зависимости от желания потребителей, по отдельным заказам устанавливать различные опции. Реализация направлений по совершенствованию структуры выпуска зерноуборочных комбайнов ОАО «Гомсельмаш» путем расширения ассортимента только в части комбайнов предложенных классов пропускной способности и типов МСУ позволит получить годовой экономический эффект от их эксплуатации на уровне 336,7 млрд руб.

4. Повышение качества комбайнов, реализуемое через воздействие на конструкционные, производственные, эксплуатационные факторы и факторы микросреды предприятия, позволит улучшить в первую очередь значение критерия «интенсивность отказов», который характеризует надежность машины. Предложены рекомендации по повышению надежности зерноуборочных комбайнов с учетом выделенных причин их отказов.

5. Формирование новых конструктивно-технологических и компоновочных решений составных частей комбайнов реализуется также через воздействие на конструкционные, производственные, эксплуатационные факторы и факторы микросреды предприятия. Рекомендации по устранению причин отказов комбайнов также актуальны при реализации данного направления. Например, использование многовариантного проектирования, после чего на основании эффективных методик осуществляется выбор рациональной конструкции. При этом осуществлять поиск новых эффективных решений целесообразно путем проведения морфологического анализа и построения морфологических матриц по рабочим органам зерноуборочного комбайна.

6. Разработана простая и удобная система обозначений типов МСУ, позволяющая в компактной форме достаточно полно описать все многообразие структурных схем МСУ серийно выпускавшихся и перспективных комбайнов минимальным количеством символов и упрощенно представить их в виде структурной формулы.

7. В результате морфологического анализа МСУ зерноуборочных комбайнов построена морфологическая матрица функционально-конструктивных исполнений МСУ, которая позволила описать известные конструкции МСУ серийных самоходных зерноуборочных комбайнов, в том числе всех комбайнов, производящихся в Республике Беларусь. Матрица и ее модификации дают возможность также формировать новые перспективные решения из сочетаний приведенных в ней компонентов для выбора оригинальных исполнений МСУ барабанного и роторного типа.

8. Непрерывная модернизация зерноуборочных комбайнов, находящихся в эксплуатации, являющаяся максимально выгодной для потребителей, позволит продлить срок эксплуатации машин и осуществлять уборку зерновых культур без увеличения потерь урожая, так как физический и моральный износ комбайнов будет отложен во времени. Это направление реализуется также посредством воздействия на все факторы. Это позволит сохранить производственный и кадровый потенциал отечественным производителям зерноуборочных комбайнов в условиях резкого сокращения платежеспособного спроса из-за процессов, происходящих в экономике основных стран экспорта.

9. Реализация предложенного механизма повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов позволит предприятиям сельскохозяйственного машиностроения Республики Беларусь выйти на новый уровень, предлагая только конкурентоспособную продукцию.

10. Все направления механизма повышения конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов в конечном итоге способствуют росту их привлекательности для потребителей, в первую очередь благодаря повышению надежности. Реализация направлений сократит количество отказов комбайнов как минимум на 20% в год, что позволит сэкономить более 3,2 млрд руб. из ежегодно направляемых ОАО «Гомсельмаш» средств на их устранение.

Список использованных источников

1. *Янч, Э.* Прогнозирование научно-технического прогресса / пер. с анг., общ. ред. и предисл. Д. М. Гвишани. – Москва: Прогресс, 1974. – 585 с.

2. *Липская, В. К.* Особенности формирования конкурентоспособности зерноуборочной техники / В. К. Липская // Аграрная экономика. – 2013. – № 6. – С. 52–63.

3. *Гольтяпин, В. Я.* Характеристика современных зерноуборочных комбайнов / В. Я. Гольтяпин // Техника и оборудование для села. – 1999. – Март-апрель. – С. 24–37.

4. Комбайны зерноуборочные зарубежные / А. В. Клочков [и др.]. – Минск: УП «Новик», 2000. – 192 с.

5. Mario Bragachini, Jose Pieretti, Daniel Damen. Clasification International de Cosechadoras // PROYECTO EFICIENCIA DE COSECHA Y POSTCOSECHA DE GRANOS, Actuallizacion tecnica. – Febrero 2007. – N 38.

Поступила в редакцию 21.09.2015

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА

УДК 631.4(476)

Г. С. ЦЫТРОН, В. А. КАЛЮК, Л. И. ШИБУТ, С. В. ШУЛЬГИНА, Д. В. МАТЫЧЕНКОВ

УНИКАЛЬНОСТЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

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

Приведены результаты сравнительного анализа компонентного состава почвенного покрова сельскохозяйственных земель западной части Припятского Полесья, представленной Столинским районом Брестской области, двух областей Белорусского Полесья – Брестской и Гомельской и Республики Беларусь по типовой принадлежности, степени увлажнения, гранулометрическому составу почвообразующих пород, уровню плодородия и благоприятности для земледелия. Установлено, что почвенный покров сельскохозяйственных земель Столинского района характеризуется преимущественным распространением дерновых заболоченных, аллювиальных дерновых и аллювиальных дерновых заболоченных почв суглинистого и связносупесчаного гранулометрического состава, что способствует относительно высокому удельному весу почв пахотных земель наиболее благоприятных для земледелия по сравнению не только с полесским регионом, но и с республикой в целом.

Ключевые слова: компонентный состав почвенного покрова, сельскохозяйственные земли, улучшенные и естественные луговые земли, дерновые заболоченные почвы, аллювиальные дерновые почвы, аллювиальные дерновые заболоченные почвы, гранулометрический состав почвообразующих пород, агрохимические свойства, особенности почвообразования, балл плодородия почвы.

G. S. TSYTRON, V. A. KALYUK, L. I. SHIBUT, S. V. SHUL'GINA, D. V. MATYCHENKOV

SOIL COVER'S UNIQUENESS OF PRIPYAT POLESIE SINGLE REGIONS

The Institute of Soil Studies and Agrochemistry, Минск, Беларусь, e-mail: soil@tut.by

The results of a comparative analysis of the soil cover component composition of agricultural land of western part of Pripyat Polesie for example Stolin district of Brest region, Gomel and Brest regions of Belarus Polesie and Republic of Belarus on the types of accessories, degree of moistening, parent rocks granulometric composition, the level of fertility and favorable for agriculture. It was established that soils of Stolin district agricultural land are characterized by abundance of soddy waterlogged soils, alluvial soddy soils and alluvial soddy waterlogged soils with loamy and coherent sandy loam granulometric composition. This contributes to relatively high inherent weight of agricultural land soil most favorable for agriculture in comparison with polesie region and republic on the whole.

*Keywords:*soil cover component composition, agricultural lands, improved and natural meadow lands, soddy swamped soils, alluvial soddy soils, alluvial soddy swamped soils, granulometric composition of parent rocks, agrochemical properties, features of soil formation, point of soil fertility.

Введение. Крупномасштабное почвенное картографирование (почвенные карты и табличный материал – свод площадей почв по типовой принадлежности, степени увлажнения, гранулометрическому составу и т. д.) дает достаточно полное представление о земельных ресурсах территории, на которой оно выполнено. К настоящему времени почвы сельскохозяйственных земель Беларуси картографированы трижды в масштабе 1:10000: дважды полностью (1957–1964 и 1968–1985 гг.), а III тур, который начался в 1986 г. как корректировка материалов II тура на всех землях завершается (с 2005 г. только на осушенных землях и прилегающих к ним территориях). На основании результатов обследований I и III (20 % II) туров были составлены районные (М 1:50000) почвенные карты, проведен свод данных о компонентном составе почвенного покрова сельскохозяйственных земель на разных уровнях землепользования [1]. Таким образом, в республике имеется вся необходимая информация для сравнительного анализа количественного состава компонентов почвенного покрова сельскохозяйственных земель отдельных регионов, а также качественного состояния почв [2–5].

Цель настоящих исследований – установление особенностей компонентного состава почвенного покрова сельскохозяйственных земель западной части Припятского Полесья на примере Столинского района Брестской области, которые позволяют характеризовать уникальность этой территории не только в пределах Белорусского Полесья (Гомельской и Брестской области), но и республики в целом.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований явилось все разнообразие почвенного покрова сельскохозяйственных земель Республики Беларусь, двух областей Белорусского Полесья – Брестской и Гомельской и западной части Припятского Полесья, представленной Столинским районом Брестской области, согласно материалам III тура крупномасштабного почвенного картографирования [1], а также вся информация о почвах Столинского района, полученная в ходе маршрутных исследований, проведенных авторами в 2014 г. Основным методом исследований послужил сравнительный анализ компонентного состава почвенного покрова исследуемых регионов по типовой принадлежности, степени увлажнения и гранулометрическому составу, уровню плодородия и благоприятности для земледелия.

Результаты и их обсуждение. Согласно материалам крупномасштабного почвенного картографирования [1], сельскохозяйственные земли Республики Беларусь характеризуются преобладанием в компонентном составе их почвенного покрова автоморфных (34,3 %) и полугидроморфных (37,2 %) дерново-подзолистых почв. Аналогичная картина наблюдается и в Гомельской области, где на долю автоморфных дерново-подзолистых почв приходится 27,9 %, а полугидроморфных их аналогов – 35,1 % (табл. 1). В составе почвенного покрова пахотных земель этих землепользователей автоморфные дерново-подзолистые почвы занимают значительно большие площади по сравнению с полугидроморфными.

Таблица 1. **Распределение почв по типовой принадлежности, %**

Землепользователь	Дерново-карбонатные	Дерново-подзолистые	Дерново-подзолистые заболоченные	Дерновые заболоченные	Аллювильные дерновые и дерновые заболоченные	Торфяные					Антропогенно-преобразованные
						всего	в том числе				
							низинные	верховые		пойменные	
								обычные	переходные		
Республика	–	34,3	37,2	10,2	3,7	11,3	9,0	0,1	0,1	2,1	3,3
Беларусь	0,1	47,0	40,5	5,4	0,5	4,8	4,3	–	–	0,5	1,7
Брестская	0,1	20,3	25,4	26,0	4,0	18,8	15,5	0,1	0,3	2,9	5,4
область	0,1	32,9	31,4	19,9	1,3	10,9	9,9	–	0,2	0,8	3,5
Гомельская	–	27,9	35,1	10,3	7,2	14,2	12,2	0,4	0,1	1,5	5,3
область	–	42,3	38,5	6,8	1,3	8,1	7,6	0,2	–	0,3	3,0
Столинский	–	9,0	13,3	37,4	24,8	10,9	5,8	0,3	2,1	2,7	4,6
район	–	19,9	19,1	40,9	11,5	6,3	3,6	1,0	–	1,7	2,3

Примечание. Над чертой – сельскохозяйственные земли; под чертой – пахотные земли.

Для сельскохозяйственных земель Брестской области характерен высокий удельный вес дерновых заболоченных почв (26,0 %) при относительно больших площадях автоморфных (20,3 %) и полугидроморфных (25,4 %) дерново-подзолистых почв. Характеристика почвенного покрова пахотных земель Брестской области также отличается от таковой по Беларуси и Гомельской области. Здесь дерново-подзолистые почвы разного увлажнения занимают практически одинаковые площади (автоморфные – 32,9 %, полугидроморфные – 31,4 %), также достаточно высок удельный вес в составе пашни дерновых заболоченных почв (19,9 %).

Столинский же район Брестской области характеризуется как в составе сельскохозяйственных земель, так и в составе пахотных относительно большим удельным весом дерновых заболоченных и аллювиальных дерновых и дерновых заболоченных почв (см. табл. 1). Если в среднем по республике, в Брестской и Гомельской областях доля дерновых заболоченных почв в составе сельскохозяйственных земель составляет 10,2, 26,0 и 10,3 % соответственно, то в Столинском районе она возрастает до 37,4 %. В пашне Столинского района эти почвы занимают 40,9 % площади, варьируя от 5,4 % в целом по республике до 19,9 % в Брестской области. Аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные почвы в Столинском районе также занимают значительные площади как в почвенном покрове сельскохозяйственных земель, так и в пахотных – 24,8 и 11,5 %

соответственно, в то время как по республике доля этих почв составляет 3,7 и 0,5 %. Одинаковые площади (1,3 %) эти почвы занимают в составе пахотных земель Брестской и Гомельской областей, изменяясь в сельскохозяйственных землях от 4,0 % в Брестской до 7,2 % в Гомельской области.

Автоморфные дерново-подзолистые почвы занимают в Столинском районе относительно малый удельный вес как в составе сельскохозяйственных земель (9,0 %), так и в составе пахотных (19,9 %). В сельскохозяйственных землях их площади в 3 раза меньше, чем в Гомельской области (27,9 %) и по республике в целом (34,3 %), и в 2 раза меньше в пашне (42,3 и 47,0 % соответственно). В Брестской области доля этих почв составляет 20,3 % среди сельскохозяйственных земель и 32,9 % среди пахотных. Аналогичная картина наблюдается и с дерново-подзолистыми заболоченными почвами.

Следует отметить относительно малый удельный вес в составе сельскохозяйственных земель Столинского района торфяных почв (10,9 %), в то время как в Брестской области эти почвы занимают 18,8 % площади сельхозяйственных земель. Торфяные почвы района в основном маломощные: 95 % этих почв имеют мощность органогенного горизонта менее 1,0 м (мощность торфа от 1,0 до 0,5 м – 25,0 %, от 0,5 до 0,3 м – 38,5 % и менее 0,3 м – 36,5 %). В Республике Беларусь более 30 % торфяных почв обладают среднемощным (1,0–2,0 м) и мощным (> 2,0 м) органогенным горизонтом. В Брестской и Гомельской областях доля этих почв несколько ниже (около 20 %).

Более 90 % территории сельскохозяйственных земель Столинского района имеют разную степень заболоченности. В среднем по республике и в Гомельской области полугидроморфные и гидроморфные почвы занимают около 70 % территории сельскохозяйственных земель, в Брестской области их доля возрастает почти до 80 % (табл. 2).

Таблица 2. **Распределение почв по степени увлажнения, %**

Землепользователь	Автоморфные			Полугидроморфные				Гидроморфные						
	всего	в том числе		всего	в том числе			всего	в том числе					
		контактно оглеенные	оглеенные внизу		слабо-глееватые	глееватые	глеевые		Т>2,0 м	Т 2,0–1,0 м	Т 1,0–0,5 м	Т 0,5–0,3 м	Т 0,3 м	ТМ
Республика	34,6	0,9	2,6	51,3	22,6	21,6	7,1	14,1	0,6	3,2	4,2	2,5	1,1	2,5
Беларусь	47,1	1,2	3,2	46,6	27,7	15,5	3,4	6,3	0,2	1,3	1,8	1,1	0,5	1,4
Брестская	20,4	0,9	3,5	55,4	15,0	24,2	16,2	24,2	–	3,8	7,1	5,6	2,6	5,0
область	33,0	1,4	5,4	52,6	20,8	21,6	10,2	14,4	–	2,4	3,9	3,2	1,5	3,4
Гомельская	28,9	2,2	8,4	52,1	14,5	27,3	10,3	19,0	0,2	2,9	5,8	3,7	1,9	4,5
область	42,6	3,3	11,1	46,5	19,4	22,3	4,8	10,9	0,2	1,8	3,3	2,0	0,9	2,7
Столинский	9,0	0,6	4,2	75,5	12,1	30,6	32,8	15,5	–	0,5	2,6	4,0	3,8	4,6
район	19,9	1,2	9,1	71,5	20,3	29,6	21,6	8,6	–	0,3	1,6	1,8	2,6	2,3

Примечание. Т – торфяный горизонт; ТМ – дегроторфяные почвы с торфяно-минеральным горизонтом.

Но, если в Беларуси в составе сельскохозяйственных земель и пашни среди полугидроморфных почв преобладают слабоглееватые (временно избыточно увлажненные) (22,6 %) и глееватые (21,6 %), а в Брестской и Гомельской областях – глееватые (24,2 и 27,3 % соответственно), то в Столинском районе – глееватые (30,5 %) и глеевые (32,8 %). Таким образом, почвы Столинского района характеризуются большей степенью заболоченности по сравнению со среднереспубликанскими и областными данными.

На сельскохозяйственных землях Беларуси преобладают почвы супесчаного гранулометрического состава (45,2 %), причем рыхлосупесчаные разновидности занимают примерно 60 % площадей всех супесей (табл. 3). На долю суглинистых и песчаных почв приходятся практически одинаковые площади (20,1 и 21,5 % соответственно). В Брестской и Гомельской областях более 40 % сельскохозяйственных земель имеют песчаный гранулометрический состав, а на долю супесчаных почв приходится немногим более 32 %. Суглинистые почвы на территории обеих областей Полесья занимают менее 5 % площади сельскохозяйственных земель. Столинский же район характеризуется относительно большим удельным весом в составе сельскохозяйственных земель почв суглинистого гранулометрического состава (25,8 %). Супесчаные и песчаные почвы имеют практически одинаковое распространение (около 30 %), но среди супесчаных почв преобладают связносупесчаные (около 55 %) разновидности.

Таблица 3. **Распределение почв по гранулометрическому составу, %**

Землепользователь	Глинистые	Суглинистые				Супесчаные			Песчаные			Торфяные	
		всего	в том числе			всего	в том числе		всего	в том числе		всего	в том числе торфяно-минеральные
			тяжелосуглинистые	среднесуглинистые	легкосуглинистые		связносупесчаные	рыхлосупесчаные		связнопесчаные	рыхлопесчаные		
Республика	0,1	20,1	0,3	0,9	18,9	45,2	19,0	26,2	21,5	20,5	1,0	14,1	2,5
Беларусь	0,1	22,4	0,4	1,0	20,9	50,0	20,9	29,1	21,9	20,9	1,0	6,3	1,7
Брестская	–	3,8	–	0,3	3,5	32,7	8,4	24,3	40,7	36,8	3,9	24,2	5,4
область	–	2,5	–	0,3	2,3	37,5	9,1	28,4	46,5	41,7	4,8	14,4	3,5
Гомельская	–	4,7	–	0,3	4,4	32,8	13,1	19,7	46,9	45,7	1,2	19,5	5,3
область	–	3,4	–	0,3	3,1	36,1	13,8	22,4	51,5	50,3	1,2	11,1	3,0
Столинский	–	25,8	0,2	3,4	22,2	29,4	16,1	13,3	29,3	24,5	4,8	15,5	4,6
район	–	20,7	–	3,9	16,8	27,2	14,9	12,3	43,5	34,3	9,2	8,6	2,3

Примечание. Над чертой – сельскохозяйственные земли; под чертой – пахотные земли.

Согласно данным крупномасштабного агрохимического обследования нашей страны [2], почвы пахотных и луговых земель Столинского района характеризуются значительно большим по сравнению с республиканским и областными содержанием гумуса, кальция, магния и более низким содержанием фосфора и калия (табл. 4).

Таблица 4. **Показатели агрохимических свойств пахотных и луговых земель**

Землепользователь	Гумус, %	pH_{KCl}	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
			мг/кг			
Республика Беларусь	2,23 2,73	5,90 5,90	184 112	209 133	1131 1366	244 271
Брестская область	2,44 3,06	5,79 5,78	158 97	179 131	1278 1630	223 258
Гомельская область	2,27 2,72	5,91 5,87	223 124	196 146	940 1274	185 232
Столинский район	2,70 3,27	5,91 5,86	172 111	163 128	2186 2571	308 363

Примечание. Над чертой – сельскохозяйственные земли; под чертой – пахотные земли.

Исходя из генетической специфики компонентного состава почвенного покрова (типовой принадлежности, степени увлажнения, гранулометрического состава почвообразующих и подстилающих пород) сельскохозяйственных земель Столинского района и их современного агромелиоративного (гидромелиоративного и агрохимического) состояния, средний балл плодородия этих земель составляет 29,1 при среднереспубликанском 28,9 [3].

Почвы же луговых улучшенных и естественных земель Столинского района имеют балл значительно более высокий по сравнению со среднереспубликанским и областными. Так, балл плодородия почв улучшенных луговых земель равен 32,1 против 27,6 и 25,1 в Брестской и Гомельской областях и 26,8 в среднем по республике. Балл плодородия почв естественных луговых земель в Столинском районе равен 21,5, а в Брестской области он составляет 17,6, в Гомельской – 16,7, по республике – 15,3 [3]. Это объясняется тем, что почвенный покров луговых земель Столинского района на 34,6 % представлен аллювиальными дерновыми и дерновыми заболоченными почвами, в то время как в Брестской области – на 7,65 %, а в республике – на 10 %. Более 50 % аллювиальных дерновых заболоченных почв Столинского района имеют суглинистый и связносупесчаный гранулометрический состав.

К тому же аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные почвы поймы р. Горыни отличаются от их аналогов остальной территории Беларуси тем, что здесь отсутствует четкая дифференциация по приуроченности почв к прирусловой, центральной и притеррасной частям поймы. Если в преобладающем большинстве рек Беларуси для прирусловой поймы характерны аллювиальные дерновые неразвитые почвы, преимущественно песчаного гранулометрического состава и характеризующиеся низким уровнем плодородия [6, 7], то, как показали маршрутные (2014 г.) и крупномасштабные почвенные исследования (1982 и 2002 гг.), для прирусловой части поймы

р. Горыни характерны аллювиальные дерновые и аллювиальные дерновые заболоченные почвы разной степени гидроморфизма с достаточно мощным гумусовым горизонтом и содержанием гумуса более 2,0 %.

Центральная часть поймы р. Горыни на территории Столинского района также представлена аллювиальными дерновыми заболоченными почвами преимущественно суглинистого и связносупесчаного гранулометрического состава с мощным гумусовым горизонтом и содержанием гумуса более 3,5 %, что не характерно для всех рек южной части республики. Часто почвы центральной части поймы р. Горыни имеют в профиле погребенную прослойку торфа, на повышенных участках встречаются дерново-карбонатные почвы.

Притеррасная часть поймы представлена также аллювиальными дерновыми заболоченными почвами, в понижениях встречаются иловато-торфяные и иловато-перегнойно-глеевые, в то время как для преобладающего большинства рек притеррасная часть поймы представлена торфяно-болотными почвами [6, 8].

Как отмечает Г. В. Добровольский [8], «… в поймы рек поступают … вещества, вынесенные не только из близко прилегающих к ним террас и коренных берегов того же природного района, но также принесенные из других природных районов, нередко из других почвенно-географических зон». Поэтому на формирование почв данной территории оказали влияние лессовые, мергелистые и известняковые отложения Волыно-Подольской возвышенности, откуда берет свое начало р. Горынь. Именно этот факт способствовал формированию на данной территории аллювиальных дерновых и аллювиальных дерновых заболоченных насыщенных карбонатами почв, характеризующихся достаточно высоким по сравнению с дерново-подзолистыми почвами уровнем естественного плодородия. Так, например, согласно шкале оценочных баллов, усовершенствованной для нового (второго) цикла кадастровых землеоценочных работ, балл плодородия почв естественных луговых земель глинистых и суглинистых разновидностей аллювиальных дерновых заболоченных почв колеблется от 42 в глееватых надподтипах до 37 в слабоглееватых и 33 в глеевых, а в аналогичных разновидностях дерново-подзолистых заболоченных почв эти колебания следующие: в слабоглееватых – 32–34, глееватых – 27–29 и глеевых – 21–22 [5].

Согласно материалам крупномасштабного агрохимического обследования, среднее содержание гумуса в почвах луговых земель Столинского района составляет 3,27 %, Брестской области – 3,06 %, Гомельской области – 2,72 %, Республики Беларусь – 2,73 % [2].

Инвентаризация и систематизация данных маршрутных исследований и крупномасштабного почвенного картографирования (1986–1998 гг., 2002 г.) показала, что мощность гумусовых горизонтов аллювиальных дерновых и аллювиальных дерновых заболоченных почв в среднем для территории республики равна 24,8 см, а для Столинского района – 41,6 см.

Что касается благоприятности почв пахотных земель для земледелия, оценка которой выполнена по нормативному чистому доходу на 1 га площади, то в Столинском районе почвы, наиболее благоприятные для земледелия, составляют 17,2 %, в Брестской области – 12,6 %, в Гомельской области – 8,6 %, в республике – 8,9 % [4].

Таким образом, все вышеизложенное подтверждает, что «…поймы рек являются ландшафтами высокой плотности жизни, высокой геохимической энергии живого вещества, …высокой интенсивности почвообразовательного процесса…, обуславливающих более высокий уровень эффективного или потенциального плодородия пойменных почв по сравнению с дерново-подзолистыми» [8].

Заключение. На основании проведенных результатов исследований можно сделать вывод, что почвенный покров сельскохозяйственных земель западной части Припятского Полесья на примере Столинского района Брестской области характеризуется следующими особенностями:

1) большим удельным весом в их составе дерновых заболоченных и аллювиальных дерновых и дерновых заболоченных почв (более 60 %) и относительно незначительным – дерново-подзолистых (автоморфных и полугидроморфных) (около 20 %);

2) высокой переувлажненностью территории: более 90 % занимают полугидроморфные и гидроморфные почвы, а среди полугидроморфных более 80 % приходится на глееватые и глеевые надподтипы;

3) значительным распространением почв суглинистого гранулометрического состава (25,8 %) и преобладанием среди супесчаных почв связносупесчаных разновидностей (более 60 %);

4) невысоким средним баллом плодородия почв пахотных земель и достаточно высоким баллом улучшенных и естественных луговых земель, который превышает среднереспубликанский примерно на 5 ед., что объясняется особыми условиями почвообразования в пойме р. Горыни;

5) относительно высоким удельным весом почв пахотных земель, наиболее благоприятных для земледелия (17,2 % против 8,9 % в республике).

Таким образом, исследования показали, что сельскохозяйственные земли западной части Припятского Полесья, представленные Столинским районом Брестской области, имеют особенный компонентный состав почвенного покрова, выделяющий ее не только в пределах Белорусского Полесья, но и всей территории Республики Беларусь.

Список использованных источников

1. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / под ред. Г. И. Кузнецова, Н. И. Смеяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.

2. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 276 с.

3. Показатели кадастровой оценки земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств / Г. И. Кузнецов [и др.]. – Минск, 2010. – 127 с.

4. Кадастровая оценка земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Распределение площади обрабатываемых земель по благоприятности для земледелия / Г. И. Кузнецов [и др.] / Комитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии при Совете Министров Респ. Беларусь. – Минск, 2002. – 160 с.

5. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Содержание и технология работ. Технический кодекс установившейся практики: ТКП 302–2011 (03150) / Гос. комитет по имуществу Респ. Беларусь. – Минск, 2011. – 137 с.

6. Почвы Белорусской ССР / под ред. Т. Н. Кулаковской, П. П. Рогового, Н. И. Смеяна. – Минск: Ураджай, 1974. – 328 с.

7. *Шалькевич, Ф. Е.* Почвы и почвенный покров нижнего течения р. Припяти и его рациональное использование / Ф. Е. Шалькевич, Т. А. Романова // Почвоведение и агрохимия: сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 1989. – Вып. 25. – С. 12–19.

8. *Добровольский, Г. В.* Почвы речных пойм Русской равнины / Г. В. Добровольский. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва: Изд-во МГУ, 2005. – 289 с.

Поступила в редакцию 03.12.2014

УДК 635.21:631.559:[631.58+632.937](476.1)

С. В. СОКОЛ[1], Д. Д. ФИЦУРО[2], Л. И. ПИЩЕНКО[2], В. Н. НАЗАРОВ[2]

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ, ВЫРАЩИВАЕМОГО ПО ЭКОЛОГИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

[1]Минская ОСХОС НАН Беларуси, д. Натальевск, Червенский р-н, Минская обл., Беларусь, e-mail: ya.sok-82@yandex.ru
[2]Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству, аг. Самохваловичи, Беларусь, e-mail: d.fitsuro@gmail.com

В статье показано преимущество экологизированной технологии как части органического ведения сельского хозяйства по сравнению с традиционным способом. Проведено сравнение биологических и небиологических препаратов в борьбе с вредителями и болезнями, изучено накопление незаменимых и заменимых аминокислот в клубнях картофеля. Установлено, что рентабельность при выращивании картофеля по экологизированной технологии превышает рентабельность по традиционной технологии с использованием химических средств защиты в среднем на 33 %.

Ключевые слова: картофель, экологизированная технология, супесчаная и суглинистая почвы, биологические препараты, картофеля, продуктивность картофеля, качество картофеля.

S. V. SOKOL[1], D. D. FITSURO[2], L. I. PISCHENKO[2], V. N. NAZAROV[2]

COMPARATIVE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF POTATO GROWN IN ACCORDANCE WITH ECOLOGICALLY BASED TECHNOLOGIES IN MINSK REGION

[1]The Minsk oblast agricultural experimental station, Natalyevsk, Chervensky district, Minsk region, Belarus, e-mail: ya.Sok-82@yandex.ru
[2]The research and practical center for potato growing, fruit and vegetable growing, Samokhvalovichi agrotown, Minsk district, Belarus, e-mail: d.fitsuro@gmail.com

The paper presents the advantages of the ecologically based technology as a part of organic agriculture in comparison with traditional ways using the methods of comparison of biological and non biological preparations against weeds and diseases. Also the article shows the study of accumulation of dispensable and nondispensable amino acids in potato tubers what is very important in view of the development of organic agriculture in Belarus. It's established that when potato is grown in accordance with the ecologically based technology the profitability is 33 % higher than the profitability according to the traditional technology with the use of chemical means of protection.

Keywords: potato, ecologically based technology, sandy loam and loamy soil, biological preparations, potato productivity, potato quality.

Органическое земледелие возникло в 20-е годы XX столетия, когда оформились его концептуальные положения и принципы технологии, но лишь 20 лет назад, в начале 90-х годов, практически одновременно и в Западной Европе, и в Северной Америке наблюдался опережающий рост спроса на экологически чистые продукты, который стимулировал их производство [1].

Выращивание экологически чистой продукции в 2010 г. занимает уже 37 млн га сельскохозяйственных площадей планеты. Здесь лидируют Австралия – 12,3 млн га, Китай – 2,3 млн га, Аргентина –2,2 млн га (2008 г.), в странах Европы – более 10 млн га (2010 г.) В процентном соотно-

Важным показателем, определяющим питательную ценность и продуктивное действие рациона, является переваримость питательных веществ. От нее во многом зависит эффективность использования кормов, так как при разном химическом составе они могут иметь не одинаковую переваримость и степень усвоения веществ, что и определяет их продуктивную ценность [8].

На основании данных о потреблении кормов и выделении продуктов обмена определены коэффициенты переваримости питательных веществ (табл. 3).

Таблица 3. **Переваримость питательных веществ рационов, %**

Показатель	I группа	II группа	III группа	IV группа
Сухое вещество	60,93±0,78	62,47±0,74	62,84±1,01	62,08±0,83
Органическое вещество	64,92±0,65	65,87±0,74	66,69±0,72	65,73±0,8
БЭВ	73,37±0,82	74,56±0,51	75,72±0,81	74,6±0,95
Жир	55,68±1,93	57,56±1,4	58,67±1,83	57,93±0,88
Протеин	51,18±2,73	51,34±1,84	51,53±1,0	51,32±1,47
Клетчатка	43,39±0,97	45,28±1,11	45,48±0,6	44,83±0,72

Результаты опыта свидетельствуют, что коэффициенты переваримости питательных веществ у подопытного молодняка находились на достаточно высоком уровне, однако имеются некоторые межгрупповые отличия. Так, переваримость сухого и органического веществ в контрольной группе составила 60,93 и 64,92 %, в опытных группах они оказались выше на 1,15–1,91 и 0,81–1,77 п.п. соответственно. Установлено увеличение переваримости БЭВ у животных всех опытных групп по отношению к контролю на 1,19; 2,35 и 1,23 п.п. соответственно.

Животные опытных групп, потреблявшие комбикорма с кормовыми концентратами, лучше переваривали протеин по сравнению с контрольными аналогами, однако повышение оказалось несущественным – переваримость увеличилась на 0,14–0,35 п.п. Переваримость сырого жира также оказалась выше у животных опытных групп – на 1,88–2,99 п.п. выше контрольных аналогов. Таким образом, скармливание рационов с включением кормовой добавки повышало переваримость питательных веществ кормов.

Изучение баланса и использования питательных веществ также важно, как и изучение их переваримости. Хорошая переваримость питательных веществ – это еще не гарантия их высокого использования. В первую очередь это относится к азоту, потери которого после переваривания могут быть довольно значительными. В результате опыта установлено, что баланс азота, кальция и фосфора был положительным у животных всех групп.

Изучение баланса азота у подопытных животных показало, что как поступление азота с кормом, так и его выделение из организма имело межгрупповые различия (табл. 4).

Таблица 4. **Баланс и использование азота у молодняка КРС**

Показатель	I группа	II группа	III группа	IV группа
Принято с кормом, г	93,52±3,57	98,79±0,93	101,49±1,88	100,97±1,57
Выделено с калом, г	45,82±4,23	48,06±1,76	49,18±1,23	49,20±2,24
Переварено, г	47,69±1,33	50,73±2,0	52,31±1,49	51,77±0,79
Выделено с мочой, г	19,88±1,51	19,91±2,36	19,96±5,67	19,94±1,17
Отложено, г	27,82±3,85	30,82±3,85	32,35±6,61	31,83±1,87
Отложено от принятого, %	29,75	31,2	31,87	31,52
Отложено от переваренного, %	58,33	60,76	61,84	61,48

Как видно из табл. 4, у животных опытных групп, получавших рационы с кормовыми добавками, установлена тенденция к увеличению поступления азота с кормом и выделения его с продуктами обмена, а также усвоения и использование. Лучшее усвоение азота установлено у бычков III и IV опытных групп, получавших в составе рациона комбикорма с нормой ввода 20 и 25 % по массе кормовых концентратов, что на 9,7 и 8,5 % выше контроля соответственно. Также молодняк этих групп лучше использовал азот, принятый с кормом, по сравнению с аналогами

других групп. Животными II опытной группы, получавшими рацион с нормой ввода 15 % по массе кормовой добавки в составе комбикорма, усвоено меньше азота по отношению к другим опытным группам, но больше по отношению к контрольной группе – на 10,8 %.

К незаменимым факторам питания относятся минеральные вещества, так как они не синтезируются в организме, но при этом необходимы для деятельности любой клетки [9]. В организме обмен кальция и фосфора тесно связан между собой. Регуляция обмена кальция и фосфора осуществляется одними и теми же биохимическими и физико-химическими механизмами [10].

По поступлению кальция и фосфора отмечены определенные межгрупповые различия (табл. 5).

Таблица 5. **Баланс и использование кальция и фосфорау молодняка КРС**

Показатель	I группа	II группа	III группа	IV группа
Кальций				
Принято с кормом, г	38,75±1,69	38,89±0,44	44,26±0,89	48,54±0,74
Выделено с калом, г	35,65±2,02	35,73±1,43	39,26±1,99	42,03±2,29
Усвоено, г	3,11±0,33	3,16±1,16	5,00±1,22	6,51±1,56
Выделено с мочой, г	0,05	0,05	0,06	0,06
Отложено, г	3,05±0,33	3,11±1,16	4,94±1,21	6,45±1,56
Отложено от принятого, %	7,88	7,99	11,17	13,2908
Отложено от переваренного, %	98,26	98,33	98,85	99,12
Фосфор				
Принято с кормом, г	23,91±0,73	24,31±0,19	24,73±0,38	24,50±0,32
Выделено с калом, г	14,02±1,2	14,41±0,53	14,65±0,54	14,56±0,57
Усвоено, г	9,89±0,59	9,90±0,35	10,08±0,53	9,95±0,26
Выделено с мочой, г	0,06	0,06	0,06	0,06
Отложено, г	9,83±0,58	9,84±0,35	10,02±0,54	9,88±0,27
Отложено от принятого, %	41,12	40,48	40,51	40,32
Отложено от переваренного, %	99,44	99,43	99,42	99,35

Исследованиями установлено, что больше кальция с кормом поступило в организм животных опытных групп, что связано с повышением потребления рациона, а также с особенностями компонентного состава кормовой добавки. Так, молодняком опытных групп принято с кормом на 0,14, 5,51 и 9,79 г кальция больше по сравнению с контролем. Также животными опытных групп больше потреблено и фосфора, при этом и выделение кальция и фосфора с продуктами обмена оказалось выше.

Кальция в теле молодняка II опытной группы отложено на 2,0 %, а в III и IV практически в 1,5 и 2 раза больше по отношению к контрольной группе. Значительных различий в усвоении и отложении фосфора не установлено. Так, у молодняка опытных групп увеличение отложения фосфора в организме по сравнению с контрольными аналогами составило 0,1; 1,9; 0,5 % соответственно.

Выводы

1. Использование кормовой добавки в установленных количествах в рационах молодняка КРС способствует активизации микробиологических процессов в рубце, приводит к повышению количества ЛЖК на 5,5–8,8 %, снижению аммиака – на 3,1–5,4 %.

2. Включение в рационы молодняка КРС кормовой добавки на основе продуктов сахарного производства способствует повышению переваримости сухого и органического веществ на 1,15–1,91 и 0,81–1,77 п.п., БЭВ – 1,19–2,35, клетчатки – 1,44–2,09, жира – на 1,88–2,99 п.п.

3. Скармливание молодняку крупного рогатого скота кормовой добавки на основе побочных продуктов сахарной промышленности оказывает положительное влияние на физиологическое состояние животных.

Список использованных источников

1. Физиология кормления жвачных животных / Н. С. Мотузко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2007. – 205 с.

2. Кормление сельскохозяйственных животных / В. К. Пестис [и др.] ; под ред. В. К. Пестиса. – Минск : ИВЦ Минфина, 2009. – 540 с.

3. Физиология пищеварения и кормление крупного рогатого скота / В. М. Голушко [и др.]. – Гродно : ГГАУ, 2005. – 443 с.

4. *Левантин, Д. Л.* Влияние разного уровня кормления на рост и развитие молодняка крупного рогатого скота / Д. Л. Левантин // Труды ВИЖ. – Дубровицы, 1962. – Т. 24. – С. 23–26.

5. *Голиков, А. Н.* Физиология сельскохозяйственных животных / А. Н. Голиков, Н. У. Базанова, З. К. Кожебеков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 432 с.

6. *Курилов, Н. В.* Влияние разных факторов на переваримость клетчатки в рубце жвачных животных / Н. В. Курилов // Докл. ВАСХНИЛ. – М., 1964. – Вып. 9. – С. 34–37.

7. Изучение пищеварения у жвачных: метод. указания / Н. В. Курилов [и др.]. – Боровск, 1979. – 137 с.

8. *Тишенков, А. Н.* Уровень рубцовой ферментации в зависимости от сезона года, характера и режима кормления : автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. Н. Тишенков. – Боровск, 1965. – 18 с.

9. *Калунянц, К. А.* Применение продуктов микробиологического синтеза в животноводстве / К. А. Калунянц, Н. В. Ездаков, И. Г. Пивняк. – М.: Колос, 1980. – 228 с.

10. *Петухова, Е. А.* Зоотехнический анализ кормов / Е. А. Петухова, Р. Ф. Бессарабова, Л. Д. Хамнева. – М. : Агропромиздат, 1989. – 239 с.

Поступила в редакцию 09.09.2015

УДК 636.22/.28.087.24

В. Ф. РАДЧИКОВ[1], В. К. ГУРИН[1], В. П. ЦАЙ[1], В. А. ЛЮНДЫШЕВ[2]

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ БАРДЫ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ГОВЯДИНЫ

[1]Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству, Жодино, Беларусь, e-mail: labkrs@mail.ru
[2]Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь

В данной работе приведен рецепт минерально-витаминной добавки с учетом выявленного дефицита макро- и микроэлементов, а также витаминов в рационах с бардой и содержания их в местных источниках – галитах (поваренная соль), доломитовой муке, сапропеле, фосфогипсе, изучена эффективность использования энергии корма при включении добавки в рационы бычков. Установлено, что скармливание молодняку крупного рогатого скота на откорме минерально-витаминной добавки в составе рациона способствует лучшей обеспеченности животных минеральными веществами, что приводит к повышению активности ферментативных процессов в рубце, в результате увеличивается концентрация летучих жирных кислот – на 5,3 %, улучшается усвоение аммиака и повышается содержание общего и белкового азота – на 4,2–7,2 %. При этом степень превращения питательных веществ и энергии корма в мясную продукцию повышается на 9,6 %, среднесуточный прирост увеличился от 850 до 927 г, затраты кормов снижаются на 8 %, в том числе на 12 % концентратов.

Ключевые слова: бычки, рацион, энергия корма, минерально-витаминная добавка.

V. F. RADCHIKO[1]V, V. K. GURIN[1], V. P. TZAI[1], V. A. LYUNDYSHEV[2]

INCREASE OF DISTILLER'S GRAINS EFFICIENCY FOR INTENSIVE BEEF PRODUCTION

[1]The Research and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry, Zhodino, Belarus, e-mail: labkrs@mail.ru
[2] Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus

The paper in question presents the recipe of a mineral and vitamin additive taking into account the deficit of macro and micro elements and vitamins in the diets with distiller's grains and their content in rock salt, dolomite powder, sapropel, phosphogypsum. Studied is the efficiency of using feed energy when the additive is included in the diets of calves. It is determined that feeding young cattle on the mineral and vitamin additive promotes a better supply of animals with minerals that brings about the increase of enzymatic process activity in the rumen. As a result the concentration of volatile fatty acids rises by 5.3 %, absorption of ammonia improves, and the content of total and protein nitrogen increases by 4.2–7.2 %. The degree of conversion of nutrients and feed energy into meat increases by 9.6 %, the average daily weight gain increases from 850 to 927 g, and feed costs are reduced by 8 %, including concentrates – by 12.

Keywords: calves, diet, feed energy, distiller's grains, mineral and vitamin additive.

В Республике Беларусь хорошо развита отрасль промышленности по переработке сельскохозяйственного сырья, побочная продукция и отходы которой используются дополнительно в пополнении кормового баланса, это касается и барды, выход которой составляет более 1,5 млн т в год. Барда в основном скармливается молодняку крупного рогатого скота на откорме в хозяйствах, имеющих на своей территории спиртовые заводы. Использование барды снижает затраты кормов и повышает показатели мясной продуктивности животных [1–6].

В то же время интенсивное производство говядины требует не только укрепления кормовой базы, но и обеспечения рационов всем комплексом необходимых питательных веществ, в том числе и минеральных. Известно, что основным источником макро- и микроэлементов для сельскохозяйственных животных являются растительные корма. Однако их минеральный состав колеблется в широких пределах в зависимости от климатических и зональных условий, приемов

выращивания кормовых культур, качества кормов и других факторов. Положительное влияние минерального питания на продуктивность молодняка крупного рогатого скота установлено в исследованиях ряда авторов [3, 5–7].

Отличительная особенность откорма крупного рогатого скота с использованием барды заключается в том, что животные с этим кормом потребляют большое количество воды, следовательно, увеличивается выведение минеральных солей из организма, в результате чего повышается потребность в этих элементах [4, 8–10].

В литературе имеются сведения о том, что при скармливании барды потребность животных в магнии увеличивается на 18–31 % [3], поэтому рационы с бардой необходимо тщательно балансировать по недостающим питательным, минеральным и биологически активным веществам. Однако рецептов минеральных добавок, позволяющих максимально обеспечить потребности животных, откармливаемых на рационах с использованием барды, не разработано.

Микробиологические процессы в преджелудках жвачных, как правило, всегда протекают более активно при скармливании сбалансированного рациона не только по энергии, протеину, углеводам, но обязательным условием является поступление с кормом достаточного количества и в определенном соответствии минеральных элементов. Особенно чувствительны микроорганизмы к недостатку в кормах кальция, фосфора, натрия, калия, серы, магния, меди, кобальта и др. [6, 9].

В литературе отсутствуют сведения об эффективности использования энергии рационов бычками в продукцию при скармливании барды и минерально-витаминной добавки на основе местных источников сырья.

Цель работы – изучение эффективности использования энергии корма бычками при балансировании рационов с бардой комплексной минеральной добавкой.

Материалы и методы исследований. В данной работе ставилась цель разработать рецепт минерально-витаминной добавки с учетом выявленного дефицита макро- и микроэлементов, а также витаминов в рационах с бардой и содержания их в местных источниках – галитах (поваренная соль), доломитовой муке, сапропеле, фосфогипсе и изучить эффективности использования энергии корма при включении добавки в рационы бычков.

Исследования проводили в СПК «Уречский» Любанского района Минской области и физиологическом корпусе РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» в 2014 г.

В процессе проведения исследований учитывали следующие показатели: сахаро-протеиновое соотношение в рационах – путем отношения содержания сахара в рационе (г) к переваримому протеину (г); соотношение кислотных и щелочных элементов рассчитывали по формуле

$$\frac{Cl \cdot 0{,}028 + S \cdot 0{,}062 + P \cdot 0{,}097}{Na \cdot 0{,}044 + K \cdot 0{,}0256 + Mg \cdot 0{,}082 + Ca \cdot 0{,}050};$$

валовую, переваримую, обменную энергию в рационах – путем сжигания кормов, кала и мочи в калориметрической бомбе; теплопродукцию – расчетным методом; энергию отложения – по разнице между обменной энергией и теплопродукцией.

Для проведения научно-хозяйственного опыта были сформированы две группы – I контрольная и II опытная, по 20 гол. в каждой. Прдолжительность опыта – 120 дней. Особенности кормления: I контрольная группа – основной рацион (барда, 30 %, силос, солома, зернофураж, патока) + мел + NaCl; II опытная группа – ОР + минерально-витаминная добавка (МВД).

Для физиологического опыта также были сформированы две группы – I контрольная и II опытная, по 6 гол. в каждой. Прдолжительность опыта составила 30 дней. Особенности кормления соответствовали научно-хозяйственному опыту.

Бычки контрольной группы в качестве минеральной подкормки получали по 50 г поваренной соли и по 70 г мела кормового, а в рацион животных опытной группы включали зернофураж, 4 % по массе минерально-витаминной добавки и 100 г на голову в сутки, и скармливали из кормушек при свободном доступе.

Результаты и их обсуждение. На основании проведенных анализов кормов установлено, что при откорме молодняка крупного рогатого скота на рационах с использованием барды дефицит кальция составил 20–28 %, магния – 18–35, натрия – 36–50, серы – 17–25, меди – 46–58, цинка – 32–43 и витамина D – 80–95 % от детализированных норм ВАСХНИЛ (1985).

Разработанный рецепт минерально-витаминной добавки покрывает выявленный дефицит минеральных элементов и витаминов в рационах для откорма скота с бардой.

Состав минерально-витаминной добавки:

компоненты, % ввода: соль поваренная – 13; доломитовая мука – 50; фосфогипс – 15; сапропель – 20; премикс – 2;

элементы, содержание добавки в 100 г: медь – 22 мг; цинк – 102 мг; кобальт – 2 мг; йод, – 0,3 мг; селен – 0,3 мг; витамин А– 12 тыс. МЕ; витамин D – 2 тыс. МЕ.

Отличительной особенностью представленного рецепта минерально-витаминной добавки на основе местных источников минерального сырья является то, что в ее состав включен доломит в количестве 50 % по массе, это позволило в рационе бычков II опытной группы на 23 % увеличить содержание магния относительно детализированных норм.

Анализ рационов за период опыта свидетельствует о том, что бычки контрольной и опытной групп потребляли примерно одинаковое количество кормов. Зернофураж в структуре рационов занимал 24 % по питательности, силос кукурузный – 24 %, солома ячменная – 13 %, барда зерновая – 30 %, патока – 9 %. В составе суточных рационов молодняк обеих групп потреблял 8,4 к. ед., 12–12,2 кг сухих веществ, 89–91 МДж обменной энергии. В то же время установлено увеличение в потреблении минеральных элементов в контрольной и опытной группах бычков: кальция – от 70 до 75 г, фосфора – от 25 до 28, магния – от 13 до 27, серы – от 16 до 20 г; меди – от 51 до 83 мг, цинка – от 315 до 440, кобальта – от 2,3 до 4,4, йода – от 3,7 до 4,2 мг. Такие различия обусловлены включением в рационы разных минеральных добавок. Отмечено повышенное поступление в организм молодняка II опытной группы магния – на 23 % по сравнению с нормами.

Поедаемость зернофуража, патоки и барды животными I и II групп была без остатков с незначительными межгрупповыми различиями в потреблении кукурузного силоса и ячменной соломы, что указывает на нормальное физиологическое состояние бычков.

Скармливание потоки способствовало повышению уровня сахара в рационе до 600–604 г. Сахаро-протеиновое отношение I и II группах при 30 % барды равнялось 0,76–0,80.

Кислотно-щелочное отношение в рационе бычков I группы составило 0,81, а во II группе – 0,91. Такие различия объясняются включением в рацион животных опытной группы минерально-витаминной добавки, состоящей из галитов, фосфогипса, доломитовой муки, что обеспечивает повышение отношения от 0,81 до 0,91.

Изучение процессов рубцового пищеварения показало, что скармливание МВД способствовало лучшей обеспеченности животных опытной группы элементами минерального питания, в результате чего повышалась активность ферментативных процессов в рубце. В рубцовой жидкости бычков опытной группы содержалось 10,5 ммоль/100 мл ЛЖК, что на 5,3 % превышало их уровень в контроле при снижении концентрации pH на 4,8 %. Увеличение количества инфузорий в рубце опытных бычков способствовало лучшему усвоению аммиака – его концентрация снижалась ($P < 0,05$). Это сопровождалось увеличением общего азота в рубцовой жидкости на 7,2 %, белкового – на 4,2 % ($P < 0,05$).

Повышение уровня магния в рационах бычков опытной группы способствовало лучшей переваримости питательных веществ на 2–4 %, а межгрупповые различия по сухому и органическому веществу у бычков II группы были достоверными.

В крови бычков II опытной группы, потреблявших барду и минерально-витаминную добавку в составе рациона, отмечено повышение содержания общего белка на 8,2 % ($P < 0,05$), снижение уровня мочевины на 9,5 %.

Изучение обмена и использование энергии корма (табл. 1) показало, что рационы по содержанию валовой энергии были практически одинаковыми у бычков контрольной (199,8 МДж) и опытной (203 МДж) групп. В то же время потери энергии в кале у животных опытной группы оказались значительно ниже, чем в контрольной, и составили 31,2 %, в то время как в контроль-

Таблица 1. **Обмен и использование энергии, МДж в сутки на голову**

Показатель	I группа	II группа
Валовая энергия рациона	199,80	203,00
Потери энергии с калом	75,65	63,34
Переваримая энергия	132,46	139,66
Потери энергии с мочой и метаном	20,92	24,24
Обменная энергия	111,54	115,42
Энергия теплопродукции	97,91	99,88
Энергия отложения	13,63	15,54

ной 37,8 %. В результате переваримая энергия у бычков контрольной группы составила 66,3 %, опытной – 68,8 % ($P > 0,05$).

Полученные данные свидетельствуют о том, что включение в рационы с бардой минерально-витаминной добавки способствовало активизации микробиологических процессов в рубце, что положительно сказалось на переваримости питательных веществ рационов. В рубцовой жидкости больше содержалось ЛЖК, выше было количество инфузорий, меньше аммиака и больше белка.

Потери энергии с мочой и метаном оказались примерно одинаковыми у бычков контрольной и опытной групп – 15,8 и 17,3 % ($P < 0,05$). Общие потери энергии у животных контрольной группы составили 96,54 МДж, или 48,3 %, у животных опытной группы этот показатель был равен 87,58 МДж, или 43 %.

В результате неодинаковых потерь энергии в кале, моче и метане у бычков опытной группы несколько выше оказалось ее усвоение. Так, обменная энергия у животных контрольной группы составила 111,54 МДж, или 55,8 % от валовой, у бычков опытной группы – 115,42 МДж, или 56,8 %.

Анализ показателей затрат энергии на физиологические функции, которые суммарно выражаются величиной теплопродукции, показал, что включение в рационы минерально-витаминной добавки положительно сказалось на использовании усвоенной энергии. Так, величина теплопродукции в расчете на 1 МДж валовой, переваримой и обменной энергии, а также энергии, отложенной в организме животных, оказалась несколько ниже у бычков, получавших минерально-витаминную добавку, по сравнению с животными контрольной группы она снизилась на 2,3–11,3 % (табл. 2). Аналогичные закономерности по величине теплопродукции у подопытных бычков наблюдались и в расчете на единицу потребленного корма и живой массы, хотя разница между группами была несущественная.

Таблица 2. **Затраты энергии на теплопродукцию**

Вариант опыта	Теплопродукция в расчете на 1 МДж				Теплопродукция, МДж		
	валовой энергии, МДж	переваримой энергии, МДж	обменной энергии, МДж	энергии отложения, МДж	на 1 кг сухого вещества рациона	на 1 кг переваримого органического вещества	на 100 кг живой массы
I группа	0,49	0,74	0,88	7,26	8,09	13,10	33,19
II группа	0,49	0,71	0,86	6,42	8,05	12,72	32,22

В табл. 3 представлены данные по использованию обменной энергии на прирост живой массы, из которых видно, что бычки опытной группы в среднем на 9,6-13 % лучше использовали ее на продукцию.

Таблица 3. **Использование обменной энергии на прирост живой массы**

Вариант опыта	Среднесуточный прирост, г	Энергия отложения, %			Удержано на 100 кг живой массы, МДж
		к валовой	к переваримой	к обменной	
I группа	850	6,75	10,18	12,10	4,57
II группа	927	7,65	1,13	13,46	5,01

Так, если у животных контрольной группы на 100 кг живой массы было отложено в приросте 4,75 МДж, то у бычков, получавших минерально-витаминную добавку, этот показатель был равен 5,01 МДж, что на 9,6 % ($P < 0,05$) выше.

Установленные различия в потреблении и использовании питательных и минеральных веществ, а также энергии корма оказали положительное влияние на динамику живой массы и среднесуточного прироста бычков (табл. 4).

Представленные данные по изменению живой массы и среднесуточного прироста в течение 120-дневного опытного периода показывают, что скармливание минерально-витаминной добавки при откорме бычков на рационе с бардой оказало положительное влияние на продуктивность животных. У бычков опытной группы среднесуточный прирост живой массы составил 927 г и достоверно увеличивался по сравнению с контрольными животными на 9,0 %. Это объясняется повышением отношения кислотных элементов к щелочным – от 0,81 (контроль) до 0,91.

Таблица 4. **Изменение живой массы и среднесуточного прироста бычков**

Показатель	I группа	II группа
Живая масса, кг:		
в начале опыта	334	334
в конце опыта	436	445
Валовой прирост, кг	102	111
Среднесуточный прирост, г	850	927*
В % к контролю	100	109

Экономический анализ полученных результатов показал, что скармливание бычкам на откорме в составе рациона 30 % по питательности барды в сочетании с минерально-витаминной добавкой обеспечивало снижение затрат кормов на 1 ц прироста живой массы на 8,1 %, в том числе концентратов на 12 % по сравнению с аналогичными рационами контрольных животных, получавших в качестве минеральной подкормки мел кормовой и поваренную соль. Экономическая эффективность в расчете на 1 голову за опытный период (120 дней) повысилась на 10 %.

Выводы

1. Скармливание бычкам на откорме минерально-витаминной добавки в составе рациона, содержащего 30 % барды, 24 кукурузного силоса, 10 соломы, 9 патоки и 27 % по питательности зернофуража, оказывает существенное влияние на величину переваримой и обменной энергии, теплопродукции и энергии отложения. При этом степень превращения питательных веществ и энергии корма в мясную продукцию повышается на 9,6 %, среднесуточный прирост увеличивается от 850 до 927 г.

2. Включение в рационы бычкам минерально-витаминной добавки способствует лучшей обеспеченности животных минеральными веществами, что приводит к повышению активности ферментативных процессов в рубце, в результате чего увеличивается концентрация ЛЖК на 5,3 %, улучшается усвоение аммиака и повышается содержание общего и белкового азота в содержимом рубца на 4,2–7,2 % ($P < 0,05$).

3. Разработанный рецепт минерально-витаминной добавки на основе местных источников минерального сырья (поваренная соль, доломит, фосфогипс, сапропели) для рационов с бардой позволяет снизить затраты кормов на единицу продукции на 8 %, в том числе концентратов на 12 %, и получить прибыль на 1 голову за счет дополнительного прироста на 10 % больше контрольного варианта.

Список использованных источников

1. *Драганов, Н. Ф.* Барда и пивная дробина в кормлении скота и птицы / Н. Ф. Драганов. – М. : Россельзоиздат, 1986. – 136 с.

2. *Драганов, Н. Ф.* Откорм сельскохозяйственных животных на барде и пивной дробине / Н. Ф. Драганов. – М., 1988. – 43 с.

3. Новое в минеральном питании сельскохозяйственных животных / С. А. Лапшин [и др.]. – М. : Россельзоиздат, 1988. – 207 с.

4. Белково-витаминно-минеральные добавки в кормлении молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков [и др.]. – Жодино : Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству, 2010. – 156 с.

5. Приемы повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков [и др.]. – Жодино : Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству, 2010. – 244 с.

6. *Пентилюк, С. И.* Комплексное применение препаратов биологически активных веществ в кормлении свиней / С. И. Пентилюк, В. Ф. Радчиков, Р. С. Пентилюк // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. ст. V междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул, 2010. – С. 177–179.

7. Конверсия энергия рационов бычками в продукцию при скармливании сапропеля / В. Ф. Радчиков [и др.]. // Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи : матеріали IV міжнарод. наук.-практ. конф. – Кам'янець-Подільський, 2014. – С. 154–155.

8. Микроэлементные добавки в рационах бычков / В. Ф. Радчиков [и др.]. // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / под ред. В. К. Пестиса. – Гродно, 2011. – Т. 1. – С. 159–163.

9. *Радчиков, В. Ф.* Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, Е. А. Шнитко // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных : сб. науч. тр. / СКНИЖ. – Краснодар, 2013. – Ч. 2. – С. 145–150.

10. Сбалансированное кормление молодняка крупного рогатого скота / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2012. – 280 с.

Поступила в редакцию 27.08.2015

УДК 639.3(476)

В. Ю. АГЕЕЦ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗВЕДЕНИИ И ВЫРАЩИВАНИИ ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ В БЕЛАРУСИ

Институт рыбного хозяйства, Минск, Беларусь, e-mail: belniirh@tut.by

Определены основные направления исследований в разведении и выращивании ценных видов рыб РУП «Институт рыбного хозяйства» в свете развития отечественной и мировой аквакультуры.

Ключевые слова: аквакультура; интенсивное и экстенсивное рыбоводство; поликультура; ценные виды рыб; разведение; рыбоводство; выращивание.

V. Yu. AGEYETS

MAIN DIRECTIONS OF BREEDING AND REARING OF VALUABLE FISH SPECIES OF BELARUS

The Institute for Fish Industry, Minsk, Belarus, e-mail: belniirh@tut.by

The paper deals with the main directions of the research on valuable fish species breeding and rearing of the Institute of Fisheries in the light of the development of the domestic and world aquaculture.

Keywords: aquaculture, intensive and extensive fish breeding, polyculture, valuable fish species, fish breeding, rearing.

В последние годы в мире аквакультура развивается быстрыми темпами. В 2011 г. мировой объем производства рыбы возрос до 154 млн т, из которых практически половину составляла аквакультура. Ежегодный мировой прирост продукции аквакультуры в хозяйствах составляет около 10 % [1, 2].

Наибольшее развитие в последнее десятилетие аквакультура получила в странах Восточной Азии. Доля Азии в мировом производстве продукции аквакультуры составляет 89 %, причем на долю Китая приходится более 60 % мирового производства [3, 4].

Крупнейшим в Европе производителем продукции пресноводной рыбной продукции является Франция – ее доля в общем объеме производства составляет более 14,2 % [5]. На втором месте находится Германия (11,5 % всего европейского производства), где также преобладают радужная форель (23,9 тыс. т в год) и карп обыкновенный (12,9 т в год) [6]. В Северной Америке рост аквакультуры в последние годы прекратился, однако в Южной Америке этот сектор динамично и стабильно развивается, особенно в Бразилии и Перу [3].

Доминирующими видами в странах Центральной и Восточной Европы (75 %) являются карповые [7, 8], второе место занимает радужная форель. Норвегия – основной производитель атлантического лосося. В меньших количествах производят растительноядных рыб. В последние годы отмечается рост производства африканского сома, ручьевой форели и нильской тилапии [7, 9–12].

Также в Европе быстрыми темпами развивается осетроводство. По экспертным оценкам, в настоящее время в странах Центральной и Восточной Европы ежегодно производится свыше 10 тыс. т товарной осетровой рыбы, в том числе: в России – 6 тыс. т, Болгарии – 1,2 тыс. т, Румынии – 800 т, Украине – 300 т, Беларуси – 80–100 т, Польше – 200 т, Молдове – 400 т, в остальных странах (Латвия, Эстония, Литва, Венгрия, Чехия, Словакия) – около 1000 т [13, 14].

В настоящее время в осетроводстве активно развивается икорное направление. В США ежегодно из аквакультуры производят свыше 50 т осетровой черной икры, в Западной Европе ежегодно получают около 40 т икры. В странах Центральной и Восточной Европы в 2009 г. из аквакультуры произведено около 20 т пищевой черной осетровой икры, наибольшие объемы приходятся на Россию – 12 т, Болгарию – 5 т, Румынию – 0,5 т, Молдову – 0,3 т [14].

© Агеец В. Ю., 2016

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

Нормами рационального потребления пищевых продуктов, утвержденными Министерством здравоохранения Республики Беларусь, предусмотрено среднегодовое потребление рыбы и морепродуктов (в зависимости от возраста и физической активности) от 16 до 24 кг в год на человека. Нынешний уровень среднедушевого потребления рыбной продукции в Беларуси – 13 кг в год. Для сравнения: в Нидерландах – 19 кг, Италии – 20, Франции – 25, Дании – 31, Норвегии – 55, Японии – 72, Испании – 100 кг [15–17].

Республика Беларусь не имеет выхода к морю, поэтому основное количество рыбы завозится в состоянии глубокой заморозки из-за ее пределов, что значительно снижает ее полезность и потребительские качества.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, за январь–декабрь 2012 г. в страну импортировано 121,6 тыс. т рыбы и рыбопродуктов, из них около 6,0 тыс. т свежей и охлажденной рыбы. В числе последней преобладает продукция морской и пресноводной аквакультуры из числа так называемых «деликатесных» или «ценных» видов (лососевые, осетровые и др.).

Министерством здравоохранения Республики Беларусь установлено, что 20 % потребляемой рыбы должно поступать населению в живом и свежем виде. При физиологической норме потребления рыбы 18 кг/чел. в год на 10 млн жителей Беларуси потребуется 180 тыс. т рыбной продукции. Следовательно, для полного обеспечения населения рыбопродуктами ежегодно в аквакультуре необходимо выращивать до 36 тыс. т пресноводной рыбы. Продукция собственного производства за этот период составила всего 17,6 тыс. т (без учета посадочного материала), из них 94,5 % приходится на продукцию прудовой аквакультуры (в основном карпа). Однако перед рыбной отраслью Беларуси стоит задача не только увеличить объемы выращиваемой рыбы, но и ее разнообразие, в первую очередь за счет ценных видов рыб. Увеличение объемов выращивания ценных видов рыб позволит насытить внутренний рынок деликатесной продукцией, заменить часть импортируемой рыбы продукцией собственного производства и сэкономить валютные средства.

Республика Беларусь имеет значительные потенциальные возможности для развития пресноводной аквакультуры. Прудовое рыбоводство является наиболее привлекательным как с экономической рыбоводной, так и с экологической точки зрения. Площадь прудового фонда специализированных рыбоводных хозяйств республики составляет 20,26 тыс. га, в том числе для выращивания товарной рыбы – 16,33 тыс. га. При использовании высокоинтенсивных технологий, основанных на выращивании карпа при высоких плотностях посадки и кормлении искусственными кормами, производственные мощности рыбоводных организаций обеспечивают получение до 16,6 тыс. т товарной рыбы.

Анализ динамики вылова товарной прудовой рыбы в Беларуси (рис. 1) показал, что наибольший объем прудовой рыбы в Беларуси был произведен в 1989 г. – 17,4 тыс. т. За время реализации Республиканской программы развития рыбной отрасли на 2006–2010 гг. объем производства товарной прудовой рыбы увеличился от 5,5 до 14,2 тыс. т, в 2011 г. достиг 17,0 тыс. т. Государственной



Рис. 1. Динамика вылова товарной прудовой рыбы в Беларуси

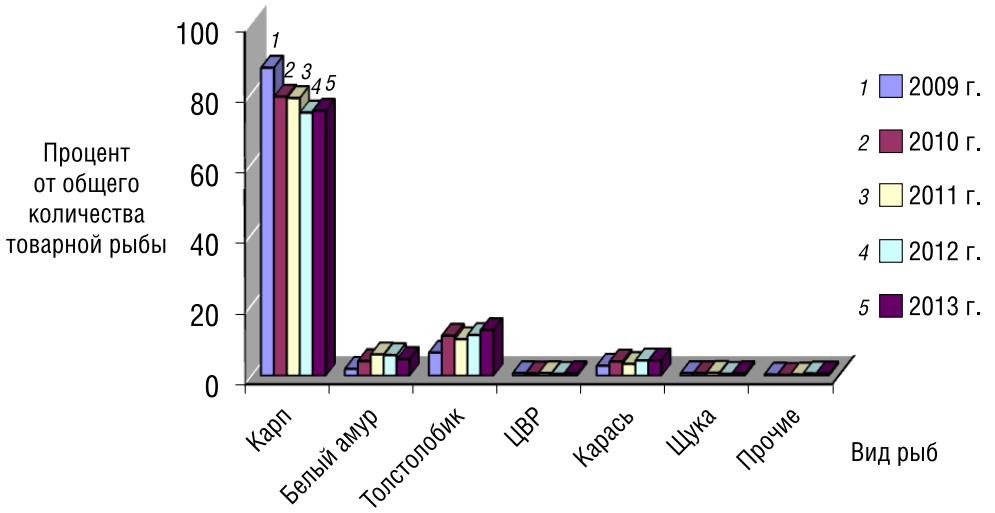


Рис. 2. Состав прудовой поликультуры в Беларуси в 2009–2013 гг.

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

Однако, несмотря на все усилия работников рыбоводной отрасли Беларуси, эхо мирового экономического кризиса докатилось и до нас, вследствие чего выполнение поставленных задач столкнулось с некоторыми трудностями, вследствие чего пока не произошло достижение запланированных показателей.

Рыбоводство Беларуси традиционно базируется на разведении карповых рыб в прудах, однако доля карпа в настоящее время снижена в связи с акклиматизацией растительноядных рыб (рис. 2).

В период нахождения Беларуси в составе СССР доля карпа в структуре рыб достигала 95 %, в 2009 г. она снизилась до 87 %, а в 2012–2013 гг. установилась на уровне 74–75 % (рис. 3).

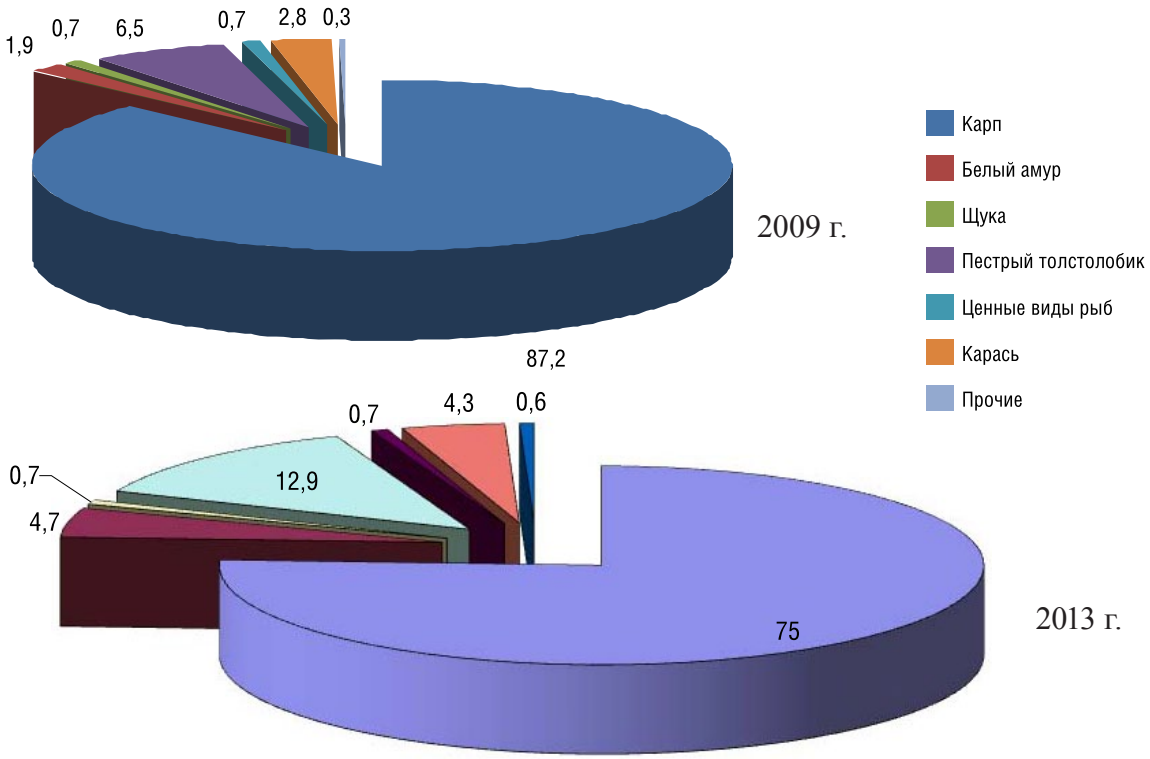


Рис. 3. Состав прудовой поликультуры в Беларуси, %

Доля растительноядных рыб за период 2009–2013 г. увеличилась от 8,4 до 17,6 %. Кроме того, в прудовых хозяйствах Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь в настоящее время выращивается около 900 кг товарного карася, щуки и прочих добавочных рыб. Ценных видов рыб (осетровых, сомовых и лососевых) выращивается около 100 т (таблица).

Динамика выращивания товарной рыбы предприятиями Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 2009–2013 гг.

Год	Всего товарной рыбы, тыс. т	В том числе													
		карп		белый амур		пестрый толстолобик		ценные виды рыб		карась		щука		прочие	
		тыс. т	%	т	%	т	%	т	%	т	%	т	%	т	%
2009	15,6	13,6	87,2	304,9	1,9	1018	6,5	115,4	0,7	445,2	2,8	109,9	0,7	55,8	0,3
2010	16,2	12,8	79,0	665,4	4,1	1839	11,3	90,4	0,6	640,0	4,0	111,1	0,7	40,4	0,2
2011	15,4	12,1	78,6	924,7	6,0	1581	10,3	104,9	0,7	504,6	3,3	95,8	0,8	49,6	0,3
2012	16,1	12,0	74,5	930,4	5,8	1853	11,5	79,6	0,5	692,4	4,3	87,5	0,5	90,7	0,6
2013	13,6	10,2	75,0	636,8	4,7	1759	12,9	95,6	0,7	586,5	4,3	91,1	0,7	85,6	0,6

Другим направлением развития рыбоводства в республике является индустриальное, основанное на выращивании рыбы в садках, бассейнах, установках с замкнутым водообеспечением. Производственные мощности садковых линий установлены на базе сбросных теплых вод Березовской и Новолукомльской ГРЭС. Выращивание товарного карпа в садках из-за высоких затрат на кормление нерентабельно, поэтому садки используются только для выращивания ремонтно-маточных стад и ценных видов товарной рыбы – форели, ленского и русского осетра, стерляди, бестера, европейского и африканского сома и т. д. Потребность республики в ценных видах рыб составляет 5–6 тыс. т в год. К 2015 г. объемы ее производства в Беларуси возрастут до 3,8 тыс. т (16 % от общего производства: сомовые – 1910 т, форелевые – 1470 т, осетровые – 420 т), что обеспечит потребность белорусов примерно на 70 %.

Начиная с 2005 г. развитие товарного производства осетровых и лососевых видов рыб базируется в основном на завозном рыбопосадочном материале с одновременным проведением в рыбоводных организациях работ по созданию ремонтно-маточных стад. В дальнейшем предусматривается обеспечение полного цикла выращивания товарной рыбы из собственного посадочного материала, что значительно снизит их себестоимость и увеличит рентабельность производства.

Для получения рыбопосадочного материала ценных видов рыб осуществляется строительство специализированных рыбопитомников и проводится реконструкция имеющихся производственных площадей (садковые линии, бетонные бассейны), которые позволят увеличить производство товарной продукции на существующих площадях. Кроме того, осуществляется строительство индустриальных специализированных комплексов по выращиванию осетровых, лососевых и сомовых рыб с установками замкнутого водообеспечения (УЗВ).

В ближайшей перспективе основным направлением развития аквакультуры республики останется прудовое рыбоводство. В этих условиях следует продолжать культивирование растительноядных рыб с использованием гибридов толстолобика, обладающих повышенной жизнестойкостью. В настоящее время возникла необходимость поиска новых вариантов поликультуры, учитывающих современные условия, достижения рыбоводства, новые приоритеты и новые задачи, стоящие перед рыбной отраслью.

Определенный интерес как объект поликультуры представляют *буффало*. Требования к условиям содержания, в том числе гидрохимическому режиму, при выращивании буффало те же, что и для растительноядных рыб. Средняя масса двухлетков большеротого буффало может составлять 450–600 г. Целесообразно использовать большеротого буффало для совместного выращивания с карпом и гибридом белого и пестрого толстолобиков. Представляет интерес поликультура из трех видов – буффало с карпом, белым амуром и белым толстолобиком.

Очень перспективным видом рыб для выращивания в прудах является *веслонос*. Это единственный представитель осетрообразных, питающийся планктоном и детритом. Высокий темп роста, отличные вкусовые качества мяса, сходные с мясом белуги, и деликатесная икра ставят

веслоноса в ряд наиболее ценных видов рыб планеты и делают его перспективным объектом для разведения в прудах. Кроме того, особый интерес веслонос-планктофаг представляет при использовании его в поликультуре. Как объект прудового и пастбищного рыбоводства он позволит утилизировать огромные биоэнергетические ресурсы внутренних водоемов в виде продукции зоопланктона и детрита, трансформируя их в ценную рыбную продукцию. При наличии собственного посадочного материала можно будет без дополнительных затрат дорогостоящих концентрированных кормов получать более 100 кг/га дешевой отечественной осетрины.

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

С целью профилактики трематодозов карповых рыб и получения дополнительной продукции в водоемы можно подсаживать *черного амура*, который питается моллюсками, резко снижая их численность. Нормы посадки черного амура зависят от количества моллюсков. Следует шире внедрять в прудовую поликультуру *линя*, *европейского сома* и *судака*.

Для районов с недостаточным количеством тепла объектом выращивания могут стать *сиговые рыбы*. Наиболее широко распространена пелядь. В прудах, богатых зоопланктоном, рыбопродуктивность за счет пеляди может достигать 150–200 кг/га. Возможно совместное выращивание пеляди с карпом, чиром и чудским сигом. В качестве добавочных рыб можно использовать ряпушку, рипуса, а также гибридов чудского сига с пелядью и пеляди с чиром. Эти виды рыб способны жить и расти при температуре воды 20–22 °С в не заросших и слабо заиленных прудах. Уже на первом году жизни, к концу вегетационного периода, пелядь может достигать товарной массы 150 г. На втором году выращивания масса двухлетков осенью может составить 300–400 г.

Темп роста *пелчира* несколько превосходит темп роста пеляди. Наиболее благоприятными районами для выращивания пеляди и пелчира являются I–III зоны рыбоводства. Пелчир хорошо растет в поликультуре совместно с карпом и белым толстолобиком.

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

Исходя из основных задач и направлений развития рыбоводной отрасли в нашей республике формируется пакет научно-исследовательских программ, где основным направлением является разработка технологий разведения и выращивания осетровых, сомовых и других перспективных ценных видов рыб в искусственных условиях.

Для успешного культивирования осетровых рыб в Республике Беларусь необходимо провести следующие исследования:

1) сформировать собственные генетически полноценные маточные стада;

2) выделить линии и кроссы для формирования производственных маточных стад;

3) изучить возможности разведения и внедрения новых объектов осетроводства в различных типах хозяйств;

4) разработать эффективные технологии интенсивного выращивания осетровых в индустриальных хозяйствах разных типов и различных форм собственности (в небольших прудах, садках или бассейнах с достаточно высоким водообменом, кормлением искусственными кормами, с естественным термическим режимом или на теплых сбросных водах);

5) создать высокоинтенсивное круглогодичное выращивание осетровых и их гибридов в установках замкнутого водообеспечения при полном мониторинге абиотических факторов.

Следует также разработать и внедрить адаптированные к условиям Беларуси технологии воспроизводства ценных видов рыб; технологические регламенты выращивания жизнестойкого посадочного материала; технологии выращивания разных групп ремонтных стад.

Для повышения рентабельности осетроводства необходимо:

1) провести исследования по поиску путей снижения себестоимости товарной продукции осетровых рыб;

2) разработать интенсивную и экстенсивную технологии выращивания осетровых рыб в обычных рыбоводных прудах Беларуси в моно- или поликультуре с другими рыбами на естественных кормах и при подкормке искусственным кормом;

3) разработать рецепты и технологию изготовления качественных отечественных комбикормов, способных полностью заменить импортные аналоги.

С целью обеспечения населения республики собственной черной икрой следует продолжить исследования по формированию стада высокопродуктивных самок ленского осетра, стерляди и бестера для получения икры-сырца.

Перспективными задачами исследований в области ***осетроводства*** являются: проведение биохимико-генетической экспертизы имеющихся исходных маточных стад; подбор родительских форм для получения товарных гибридов; установление параметров оптимальных условий содержания; отработка технологических нормативов получения и выращивания различных возрастных групп межвидовых гибридов; определение оптимальных условий нагула и зимовки; изучение эпизоотического состояния разновозрастных гибридов осетровых рыб.

Важной проблемой является восстановление численности в водоемах республики аборигенного вида осетровых рыб стерляди.

Сотрудниками института разработано и согласовано с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь «Биологическое обоснование зарыбления стерлядью участков рек в бассейне р. Днепр». В настоящее время проводятся работы по зарыблению этих участков рек рыбопосадочным материалом стерляди (в р. Березина выпущено 5000 экз. сеголетков стерляди, в р. Припять в 2010 г. выпущено 500 экз., в 2011 г. – 700 экз. стерляди в возрасте 3 лет).

Дальнейшие научные исследования позволят в перспективе восстановить численность аборигенного вида стерляди в реках Беларуси и вывести этот объект из Красной книги Республики Беларусь. С зарыблением белорусских рек молодью стерляди возникает необходимость исследования выживаемости и экологии вселенцев, организации охранных мероприятий, возможно, и территорий (акваторий), выявления нерестилищ, контроля за их состоянием и охраны.

Для решения проблемы сохранения исчезающего вида осетровых рыб требуется на основании разработанного биологического обоснования по реинтродукции единственного аборигенного вида осетровых – стерляди в реки Днепр и Березина следует разработать и узаконить Программу по восстановлению численности стерляди в указанных реках на уровне стабильно самовоспроизводящихся популяций.

Другим важным направлением исследований института является ***сомоводство***. Разработанная ранее и запатентованная технология воспроизводства европейского сома эколого-физиологическим способом позволила ввести европейского сома в прудовую поликультуру Беларуси. При выращивании товарного сома в прудах можно получать до 60 кг/га дополнительной рыбопродукции без дополнительных затрат на кормление. Однако не все пруды пригодны для выращивания европейского сома. Огромные площади, плохо спланированное ложе, закоряженность, ямы не позволяют полностью выловить его из прудов, в результате чего теряется значительная часть ценной рыбной продукции.

Перспективным, позволяющим увеличить объемы производства европейского сома, является способ выращивания в контролируемых условиях, для чего необходимо разработать:

1) технологию выращивания посадочного материала в индустриальных условиях с кормлением молоди искусственными кормами;

2) технологию выращивания товарного европейского сома в садках на теплых водах;

3) технологию интенсивного выращивания товарного европейского сома в прудах (в монокультуре) рыбоводных хозяйств с естественными температурными условиями.

Для исключения имбридинга и создания в перспективе белорусской породы европейского сома необходимо проведение биохимико-генетической и рыбоводно-биологической экспертизы сформированных ремонтно-маточных стад, отбора и селекции для формирования отводок с определенными заданными хозяйственно полезными качествами с формированием на перспективу чистых линий. Для дальнейшего товарного выращивания европейского сома в рыбхозах предлагается использовать гибриды между отводками.

Вторым представителем сомовых рыб является *канальный сом*. Это теплолюбивый вид, и его разведение может осуществляться в садках, установленных на каналах водоемов-охладителей Березовской и Новолукомльской ГРЭС. Сотрудниками института разработана технология формирования ремонтно-маточного стада, воспроизводства и выращивания сеголетков канального сома, позволяющая получать собственный посадочный материал. Требуется научная разработка параметров технологических процессов выращивания товарного канального сома в садках на теплых водах Березовской и Новолукомльской ГРЭС, что позволит получать с 1 $м^2$ до 100 кг и более рыбной продукции.

Еще одним перспективным объектом рыбоводства из сомовых рыб является *африканский сом*. Это быстрорастущая, раносозревающая, устойчивая к неблагоприятным условиям выращивания рыба, требующая высоких температур воды (25–28 °С). За один сезон она способна достигать массы 1 кг и становиться половозрелой. При выращивании в садках можно получать до 200–500 кг/$м^3$ продукции.

Для его выращивания израильские спонсоры строят специальные дорогостоящие установки замкнутого типа (ИООО «Ясельда»). Однако известно, что культивирование африканского сома возможно в любых емкостях, резервуарах, водоемах при условии создания необходимого температурного и санитарного режимов.

Для внедрения африканского сома в рыбоводство Беларуси необходима научная разработка технологических параметров искусственного воспроизводства, выращивания рыбопосадочного материала и товарной рыбы в местных условиях. Объемы его выращивания также будут определяться количеством выделенных площадей на теплых водах.

Кроме того, для увеличения экономической эффективности и рентабельности выращивания прудовых рыб необходимо разработать новый состав прудовой поликультуры с участием ценных видов рыб и все сопутствующие нормативы. Это также является перспективным направлением исследований.

Заключение. Таким образом, анализ мировой аквакультуры показывает, что в странах Центральной и Восточной Европы, а также в странах бывшего СССР значительное количество рыб (в основном карповых) выращивается в прудах. В последнее время наблюдается тенденция снижения объемов их производства и увеличения объемов производства ценной не только по цене, но и по вкусовым и потребительским качествам рыбной продукции.

В странах Западной Европы и других странах мира быстро развивается индустриальное рыбоводство. И хотя оно более затратное и энергоемкое, чем прудовое, производство в индустриальных системах ценных видов рыб с высокой товарной стоимостью и значительным экспортным потенциалом делает индустриальное выращивание рыбы экономически выгодным, так как позволяет круглогодично получать высококачественную продукцию.

Рыбоводство Беларуси так же, как и рыбоводство других стран, находится на переходном этапе от экстенсивной прудовой к интенсивной индустриальной аквакультуре, на котором будет происходить постепенная замена выращиваемых карповых рыб с низкой ценовой характеристикой на более ценные виды с более высокими ценовыми, вкусовыми и потребительскими качествами, для чего строятся новые и модернизируются старые производственные мощности и разрабатываются и внедряются современные технологии выращивания рыбы в конкретных условиях.

Для решения стоящих перед рыбной отраслью Беларуси непростых задач необходимы совместные усилия научного потенциала и производственной составляющей республики. Необходима разработка новых прорывных инновационных технологий выращивания рыбы в конкретных условиях, активное внедрение разработанных эффективных технологий, модернизация имеющихся и строительство новых промышленных, в том числе и индустриальных мощностей.

Список использованных источников

1. *Приверзенцев, Ю. А.* Рыбоводство / Ю. А. Приверзенцев, В. А. Власов. – М., 2004. – С. 1.

2. *Федорова, З. В.* Марикультура в 2000 г. (статистические данные ФАО) и перспективы развития аквакультуры до 2010 г. / З. В. Федорова // Аналитическая и реферативная информация / ВНИЭРХ. – М., 2000. – Вып. 1. – С. 1–20.

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

4. Презентация рыбного хозяйства Китая // Рыбная промышленность. – 2007. – № 1. – С. 26.

5. *Моисеев, П. А.* Морская аквакультура / П. А. Моисеев, А. Ф. Карпович, О. Д. Романова. – М., 1985. – С. 7.

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

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

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

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

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

11. *Welcomme, R .L.* International introductions o f inland aquatic species / R. L. Welcomme // FAO Fisheries Technical Paper. – 1988. – N 294.

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

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

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

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

16. О развитии рыбохозяйственной деятельности в Республике Беларусь / Нац. статист. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2013. – С. 41.

17. Государственная программа развития рыбохозяйственной деятельности на 2011–2015 годы / М-во сел. хоз. и продовольствия Респ. Беларусь, Ин-т рыбного хозяйства. – Минск, 2010. – С. 6.

Поступила в редакцию 27.05.2015

МЕХАНІЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА

UDC 631.151.6:004.4

A. V. LENSKI[1], E. M. IVANOV[1], E. KASHDAN[2]

INTEGRATED SOFTWARE SYSTEM FOR AGRICULTURAL ENTERPRISE STRATEGY OPTIMIZATION

[1]The Research and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Mechanization of Agriculture, Minsk, Belarus, e-mail: alex_lenskiy@mail.ru
[2]University College Dublin – National University of Ireland, Dublin, Ireland

The paper deals with the concept of the development of Integrated Software System for planning of production of an agricultural enterprise. A review of the existing software systems has been conducted. On the basis of the research the model of the software system is proposed, its functions are described; the structure and the business model of the project are developed.

Keywords: agricultural enterprise, planning, software system, optimization of management, business model, efficiency.

А. В. ЛЕНСКИЙ[1], Е. М. ИВАНОВ[1], Е. КАЖДАН[2]

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

[1]Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, e-mail: alex_lenskiy@mail.ru
[2]Дублинский университетский колледж Национального университета Ирландии, Дублин, Ирландия

В статье рассмотрена концепция разработки многофункционального программного комплекса для планирования производственной деятельности сельскохозяйственного предприятия. Выполнен краткий критический обзор существующего программного обеспечения. На основании аналитических исследований предложена авторская модель построения программного комплекса, отражены его функциональные возможности, разработана структурная схема и бизнес-модель реализации проекта.

Ключевые слова: сельскохозяйственное предприятие, планирование, программное обеспечение, оптимизация управления, бизнес-модель, эффективность.

1. The idea of the project and preliminary feasibility studies

Costs associated with operation of machinery and equipment represent the major price component in the production of food ingredients and entire food chain. In accordance with the recent report prepared by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), increased mechanisation and effective (optimal) use of farm machinery has become a priority in the development of agriculture [1]. The report emphasises that the potential for effective use of modern machines and, the innovative technologies of cultivation products are far from being fully utilized.

This issue is especially relevant for Ireland. The agri-food sector is Irish largest indigenous industry with a gross annual output of over €22 billion, exports worth over €8bn per annum with some 135,000 people employed in sector [2]. “Crop Management and New Technologies” is selected as one of the key investment areas in the roadmap prepared by Irish DAFM [3].

Optimisation of use of agricultural machinery is unmet need in Ireland due to a number of historical and economic factors:

1. Field fragmentation and fairly complex shapes characterised by presence of slopes and obstacles.
2. Soil exhaustion due to limited resources and overuse.

© Lenski A. V., Ivanov E. M., Kashdan E., 2016

3. Limited access to funding for purchase and modernisation of machinery as a consequence of the economic crisis and sharp decline in bank lending to the agricultural businesses.

The concept of sustainable agriculture, endorsed by the EU member states also means increased responsibility for the ecological state of the environment (reduction of emissions into the atmosphere and reducing the load on the soil from running systems of agricultural machinery).

Export of agri-food technologies plays a very important role in the revival of the Irish economy following the economic crisis. The FAO report establishes that raising the level of equipment and technological modernisation of agriculture is a state priority in the countries of Africa and Asia as well in India and in China. However, without an effective approach to machinery use, these countries suffer from the unsustainable resource cost, simplified technology and as result low crop yields.

In the context of the development of science and technology, the worldwide trend in agricultural mechanisation is not just increasing yield generating capacity, but the transition to the concept of "precision agriculture" that makes even higher demands on the quality of agricultural enterprise management.

We live in the epoch of "big data", the massive amounts of information, which is impossible to handle without the use of the specialized hardware and software systems. With proper processing and analysis, such information can play a crucial role in decision making process on all stages of food chain, and, in particular, its agricultural component.

Thus this EI CCFS proposal seeks to further explore the use of such an automated system playing the role of farm expert by offering the user (agricultural enterprise) a set of recommendations obtained through rigorous "big-data" calculations using multi-criteria optimization and taking into account the local requirements for the production process.

The funding will be used to finish development of the first fully operational version of Integrated Software System with all basic capabilities. The system would be distributed between the farmers and agricultural enterprises for testing in real conditions. The feedback from the testers will be taken into account for improvement of the system, including addition functionality and formulation of the roadmap towards entering agricultural software market.

The market for such systems is emerging due to the new generation of farmers who are well educated, tech-savvy, environmentally concerned and looking forward to the latest developments in agricultural sciences.

However, one still needs to take into account that farmers remain the most conservative managers and most likely will prefer the software products that require their minimal involvement in preparing and editing of content. So the computer program must be based on the intuitive perception of the interface and coherence of its use, which is often cumbersome in the existing farm automation software [4].

A number of software system exist on the farm automation software market. Their goal is to simplify the process of planning of agricultural works and control their performance:

1. *CenterPoint (www.redwingsoftware.com)* is an accounting package for evaluation of fixed assets, depreciation, inventory, taxes, wages, etc.).

2. *Agrivi (www.agrivi.com/)* – the most interesting and sophisticated program for planning of agricultural production and technological processes in general (planning of crop cycle, allocation and accounting of fixed assets, financial analysis, etc.). However, the system does not include the process optimization and does not provide user with recommendations on machinery use. The functionality of the program is built on the subjective preferences of the user and the historical data of the company performance only.

3. *iAgri Online (www.iagri.com/)* is an online system for farm budgeting and account management (it also includes axillary tools such as blogs, research article repository and cartographic information).

4. *GroMAX-ContractFarming* (www.groveinfo.com/content.aspx?cid=12) is an automatic system of farm management based on the information analysis: selection of the crop seeding dates based on the meteorological data, real-time field monitoring and historical data collection, online message board for the farmers.

5. *Harvest It (www.ibspl.com/harvest_it_more.html)* is an extended system of accounting and budgeting, similar to iAgri, but with additional functionality.

6. *Land.DB (www.agconnections.com/products-and-services/land-db/)* is a program designed to assess the net cost of production and to control the production process (it includes cartographic information, planning of crop planting dates, analysis of costs and analysis of soil fertility maps and crop yields, as well as regulatory database).

7. *AgFleet (www.agfleet.com)* is a system for precision farming, which includes recommendations for use of fertilisers based on the electronic maps of soil fertility, planning and recording of agricultural field operations. The system's functionality enables to use mobile solutions for data collection in the field, the actual record of crop pests and diseases, as well as meteorological conditions.

8. *AgricultureSoftware (www.cengea.com/)* is the system for planning and report-generation based on actual agronomic data.

9. *LandMagic (www.landmagic.com/)* is a set of software tools for recording of field data, tracking crops development, recording of field work, evaluation, map analysis, inventory, etc.

10. *PAM QA Plus (http://www.fairport.com.au/en/)* is a software system for budgeting, planning and recording of all kinds of works related to growing crops. The system also runs a journal of costs and earnings and includes cartographic materials and monitoring systems. The company has well organised system of client support and consulting.

Most of these software products are designed for farm data recording and manual work planning, which is cumbersome and a time consuming process. On the other hand, no system works as a real-time decision making assistant to advise the farmer of a number of optimal strategies in accordance with his/her specific needs.

It is clear that the first to market, with a reasonably good solution in this area (e. g., a *multifunctional and user friendly expert system*), will conquer the market immediately!

Our software system allows the farmer not only to optimise his machinery fleet, when the resources for expansion are limited, but it also significantly simplifies the planning of work, including real-time adjustments in case of changing weather, machinery availability, economic indicators etc. The system has the standard set of reporting and monitoring utilities, in order to reduce a number of software packages used by the customer. However, these utilities play the secondary role. The main goal of the product is to provide the user with an automatic decision-making support tool based on the multi-criteria optimization.

The modular structure of the software system enables us to add additional features tailored in accordance with user demand and government regulations:

a) Minimisation of environmental damage through optimization of fuel consumption (through the selection of appropriate machinery aggregations schemes), as well as analysis of the use of organic fertilizers.

b) Long term strategic planning aimed at preserving soil fertility. The goal of this module would be to analyse the adverse effects on soil by the propulsion self-propelled machines and to evaluate various tillage systems (classic, minimal, moldboardless, zero tillage, etc.).

c) In addition to machinery aggregation, the "field aggregation" module could be added to reduce the machinery costs and operation time. This module could be especially useful for groups of farmers (farming co-operatives) who are interested in reducing their expenses through joint machinery ownership/operation. Aggregation of neighbouring fields might also reduce a negative effect of field fragmentation on the agricultural yield.

d) Interactive module for farmer collaborations to facilitate the use of machinery or fertilisers surpluses.

e) Data visualisation module for analysis of soil moisture and crops from the aerial images.

To summarise, *the main idea of the proposed project is to bring to the agricultural software market a fully automated decision assistance system for operational and strategic management of the entire agricultural enterprise (and food chain in general).* As a straightforward example, our methodology could be also used for optimal placement of the infrastructure and logistics objects, including food processing and machinery service enterprises. We also want to emphasise, that this product represents a component of a potentially much larger enterprise management framework that has applications well beyond agriculture. In particular, it could be used for broad enterprise resource planning (ERP) optimisation.

It should be noted that the interest in such automatic decision support systems exists well beyond Ireland and this predetermines a significant export potential of the project. The theoretical studies on farm machinery

management could be found in a number of books [5] research papers [6, 7, 8] and web portals operated by the agriculture departments of the US universities [9, 10]. However, the results in the publications are presented in the form of theoretical analysis, or are focused on the performance of specific segments of agricultural machinery market with no objective to supply management support decisions to the real-scale agricultural enterprise.

2. The business model of the project

Commercialization of the proposed project is based on the concept of SaaS (Software as a service). The system would be developed as a lightweight web application with main data storage and processing modules placed in cloud computing services. The customer gets access to the modules through an intuitive user-friendly interface of a virtual farm. The customer pays the fees to access the software system with an option of additional functionality. The data is processed remotely and the user gets the set of recommendations for each of the optimization criteria as well as all available information for his/her decision support, including recommendations.

The software system is a multilevel environment whose main elements are the Administrator and User.

Administrator functions, rights and responsibilities:

1. Database and computational (data processing) module support. This includes both preparation and upload of agricultural machinery information and experimental and estimated parameters used in the calculations.

2. User management, including issuing permissions and module access regulation.

3. System and user interface update in accordance with the customer feedback and technological developments (in particular, in data processing hardware).

User rights:

1. Unlimited access to the application and machinery databases, option to create customer databases.

2. Creation of virtual farm that includes the electronic maps of the fields, work plan derivation.

3. Obtaining the set of optimal suggestions for machinery use, automatic report generation.

4. Voluntary participation in expert evaluation of machinery and equipment.

3. State-of-the-art and work in progress

The systems includes four main modules as shown in Fig. 1:

1. Computational module (optimisation of agricultural machinery fleet, fertilisers use, comparison and examination of machinery and crop processing technology).

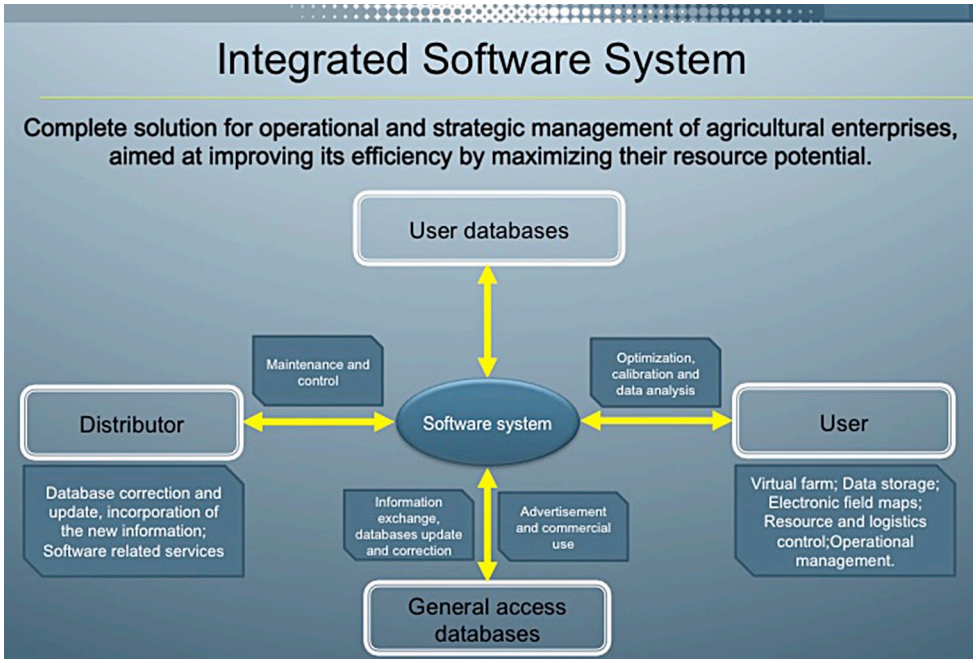


Fig. 1. Main modules of Integrated Software System

2. Information module (machinery manufacturers database, survey of available technologies).

3. Analytical module (report generation, decision support, real-time recommendations and suggestions).

4. GIS module (electronic field-map generation, optimisation of machine trajectory on the field).

The structure of the system and tasks designated for each module is summarised in Fig. 2.

The following tasks have been accomplished:

1. The detailed Business Requirements Document (BRD) has been prepared.

2. The mathematical model for multi-criteria optimization has been formulated.

3. The database templates have been created and the system for database intercommunication has been coded.

4. A number of modules have been developed and coded:

– virtual enterprise;

– long-term work plan;

– performance characteristics of machine-and-tractor aggregated units;

– machine-and-tractor aggregated units aggregate trajectory optimization based on the Geographic Information Systems (GIS) information.

The project has been discussed with faculty members of the UCD School of Biosystems Engineering: Prof Nick Holden, Dr Kevin McDonnell and Prof Shane Ward. All of them confirmed the uniqueness of the proposed system and suggested the number of criteria for optimization, which are most relevant for Irish farmers and related to the latest trends in European crop farming. Dr McDonnell who is a farmer himself has suggested testing and validating of the decision-making algorithm using his own experience as well as his connections in farming community.

4. Advantages of the project compared to existing technologies

Agricultural businesses are faced with the need for planning, analysis and recording of their operations in order to improve their performance, increase their revenue or reduce associated costs. They also need to minimise their environmental impact and preserve the food generating capabilities for future generations. In such conditions, decision-making process becomes very complicated and based on an increasing number of factors. The only way to deal with this situation is to introduce a multi-

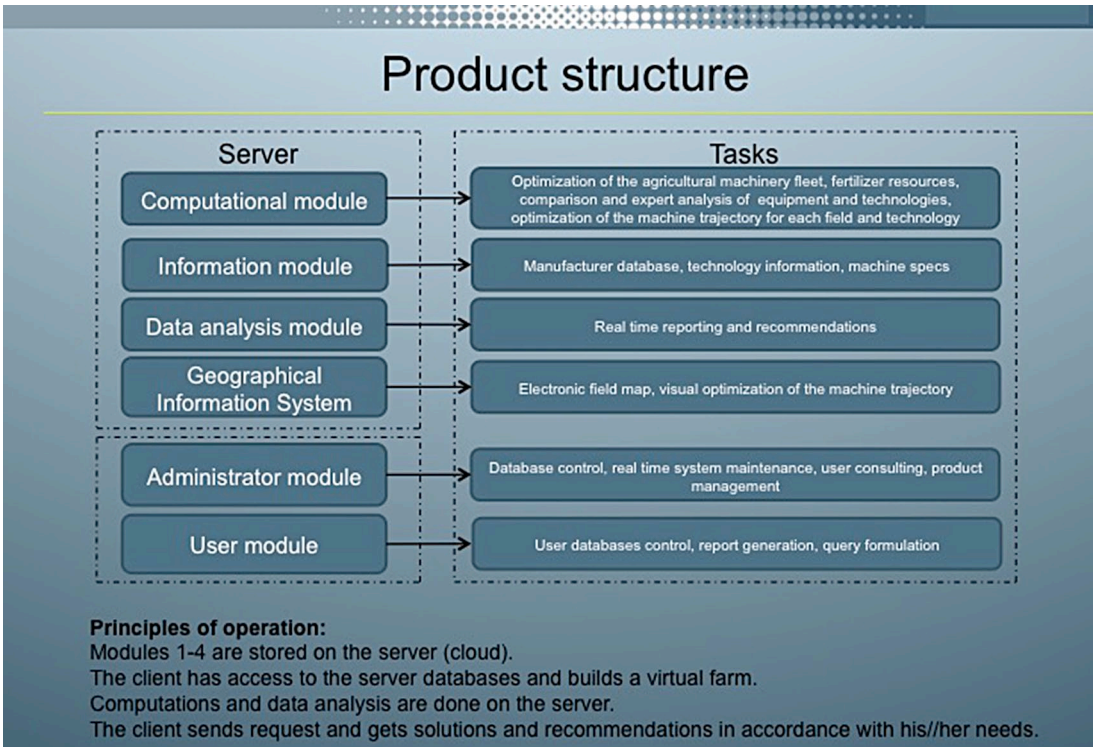


Fig. 2. Distribution of tasks between the modules

criteria technology to optimise and support the farmer's decision-making process through the automatic multifunctional expert system.

Due to its size and importance, the agricultural software market has a number of products that help farmers to automate their reporting and accounting and provide them with the performance analysis tools.

The distinctive feature of our product is its use of the most advanced mathematical optimisation algorithms for both data analysis and recommendations. The modular structure of our software systems helps to make *Integrated Software System* tailored for the needs of the specific farmer, which also adds to the system uniqueness and brings it to the very important and still unoccupied niche in the agricultural software market. These features would also become a basis of our patent portfolio aimed at protecting of our IP and licensing of the technology to the 3rd parties developing Enterprise Resource Planning (ERP) software products.

The framework of data analysis, interpretation and user interaction behind *Integrated Software System* makes it a tool of choice also for agricultural equipment manufacturers and educational and research organisations. Our advantage compared to competitors is that the system is easily customisable well beyond the main users base.

The examples of such customisation include:

– Evaluation of the current and projected weather conditions (up to the single field scale);

– Evaluation of micro-and macro-elements concentration in soil, for example with help of the remote sensors mounted on the unmanned aircraft

A brief summary of the advantages of Integrated Software System compared to competitors*:

1. For farmers:

a) Choice of the most efficient ways for agricultural machinery allocation and use;

b) Field monitoring and visualisation;

c) Real-time reporting and control systems for operative management;

d) Short-term and long term work planning and yield projection;

e) Analysis and forecast of profits and required investments;

f) Development of the machinery purchase and renewal policy;

g) Forecast of the needs in seeds, fertilisers and crop protection means;

h) Planning of the work in the current period;

i) Timetable optimisation based on the biological indicators.

j) Forecast and analysis of profits and required investments into machinery fleet;

k) Comparative evaluation of machinery and equipment

l) Online interaction with counterparts, machinery manufacturers and experts.

2. For manufacturers:

a) Advertising of new models of machines and equipment directly to the agricultural enterprises;

b) Feedback and evaluation of the effectiveness of farming machinery for each particular technology;

c) New machines demand forecast.

5. Milestones and deliverables

The project is divided into four stages that we expect to accomplish within the EI CCFS grant duration framework.

Our initial task is to conduct the marketing research aimed at analysis of the market in Ireland, EU and the rest of the world and understanding the needs and requests from potential customers. The marketing report would consist of two parts: Market Validation and Route-to-Market. The Route-to-Market part will also include the analysis of the feasibility of a SaaS ("software as a service") business model for project commercialisation.

The second stage would include update and correction of the project business requirements document based on the findings of the market research report. It will also include formation of the databases and inserting the data, validation and tuning of the mathematical optimisation algorithms.

The stage three would include coding of the optimisation engine, design and implementation of the user interface, placement of the computational and data processing modules on cloud computing services and development of the user-cloud interaction model.

* Some of these features could be found in the existing software, however, no system has a full set of characteristics and no system has a decision support engine based on the multi-criteria optimisation.

On stage four, a number of farmers and agricultural enterprises interested in testing of the system (identified in the market feasibility report) would get access to the initial release of the system and start its testing. Their feedback would be taken into account for the next system release and formulation of the route to market.

References

1. "Mechanization for Rural Development: A review of patterns and progress from around the world", Integrated Crop Management, Vol. 20, 2013.

2. "Food Harvest 2020" report: http://www.agriculture.gov.ie/media/migration/agri-foodindustry/foodharvest2020/2020FoodHarvestEng240810.pdf.

3. Stimulating Sustainable Agricultural Production through Research & Innovation (SSAPRI): A Research Agenda to guide public investment in primary agricultural research in Ireland.

4. "Digital disruption on the farm": The Economist, May 24th, 2014.

5. Farm Machinery: Selection, Investment and Management. By Dr. Andrew Landers, Farming Press, 2000.

6. A Computer Model to Select Optimum Size of Farm Power and Machinery for Paddy-Wheat Crop Rotation in Northern India. By R. C. Dash and N. P. S. Sirohi, Agricultural EngineeringInternational: the CIGR Ejournal. Manuscript PM 08 012. Vol. X. November, 2008.

7. Suggested Procedures for Estimating Farm Machinery Costs. By William F. Lazarus and Roger A. Selley. The University of Minnesota, December, 2002.

8. Case Analysis of Farm Agriculture Machinery Informatization Management Network System. By Hui Yang, Xi Wang, and Weidong Zhuang, IFIP Advances in Information and Communication Technology, Vol. 317, 2010, pp. 65–76.

9. Iowa State University: www.extension.iastate.edu/agdm/cdmachinery.html.

10. Kansas State University: www.agmanager.info/.

Received 17.03.2015

УДК 631.331.024.3

В. Р. ПЕТРОВЕЦ, С. В. АВСЮКЕВИЧ, Н. И. ДУДКО

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДВУХДИСКОВОГО СОШНИКА С УСЕЧЕННО-КОНУСНЫМИ РЕБОРДАМИ-БОРОЗДООБРАЗОВАТЕЛЯМИ

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки, Беларусь, e-mail: petrovec_vr@mail.ru

На основании аналитических исследований разработана конструктивно-технологическая схема двухдискового сошника с нулевым углом атаки дисков и усеченно-конусными ребордами-бороздообразователями. Наличие реборд-бороздообразователей позволяет формировать бороздки с повышенной площадью уплотнения почвы под семенами и боковой поверхности. По сравнению с серийными дисковыми сошниками они обеспечивают быстрейшее набухание семян и их полевую всхожесть. В статье определены зависимости глубины образования бороздок и глубины укладки семян, а также разности между глубиной бороздок и семенами в зависимости от скорости движения сошников и давления прижатия их к почве.

Ключевые слова: двухдисковый сошник с усеченно-конусными ребордами-бороздообразователями, конструктивно-технологическая схема, бороздки, скорость движения, давление прижатия.

V. R. PETROVETS, S. V. AVSYUKEVICH, N. I. DUDKO

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF AN EXPERIMENTAL TWO-DISK PLOUGHSHARE WITH TRUNCATE CONICAL FURROW FORMING LEDGES

Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Belarus, e-mail: petrovec_vr@mail.ru

On the basis of the analytical research the constructive-technological scheme of a two-disc ploughshare with a zero angle of slope and truncate conical furrow forming ledges has been developed. Furrow forming ledges allow making furrows with an increased area of soil compaction under seeds and side surface. In comparison with serial disc ploughshares they ensure a quicker soaking of seeds and their field germination ability. The article determines the dependence of the depth of furrow formation and the depth of seed placement, and also the difference between the depth of furrows and seeds depending on the speed of ploughshares movement and their pressure on soil.

Keywords: two-disk ploughshare with truncate conical furrow forming ledges, constructive-technological scheme, furrows, speed of movement, pressure.

В машинах для посева зерновых культур важнейшим рабочим органом является сошник, который формирует бороздку, создает плотное ложе на глубину заделки семян для подтягивания к ним влаги. Семена должны быть равномерно закрыты мелкокомковатым слоем почвы для проникновения тепла, кислорода и влаги.

Наиболее перспективными в настоящее время являются двухдисковые сошники, которые хорошо работают на различных типах почв, в том числе засоренных растительными и пожнивными остатками [1, 9, 10]. Недостатками данных сошников является неравномерность распределения семян по глубине, захват семян вращающимися дисками с выбросом их за пределы бороздки и в верхние слои почвы, неравномерное осыпание бороздок, в связи с чем семена заделываются на разную глубину. Кроме того, дисковые сошники имеют высокую металлоемкость, а угол атаки дисков от 9 до 18° (для широкорядного и узкорядного посева – 0,15 и 0,075 м соответственно). С увеличением скорости свыше 8 км/ч резко растет отброс почвы, забрасывание соседних рядков, повышение тягового сопротивления, а также высокая гребнистость после прохода сошников [2].

Поэтому разработка новых дисковых сошников, теоретическое и экспериментальное обоснование их рациональных параметров с целью равномерного распределения и заделки семян, укладки последних на уплотненное дно бороздки, уменьшение их металлоемкости и тягового

© Петровец В. Р., Авсюкевич С. В., Дудко Н. И., 2016

сопротивления является актуальной задачей, решение которой позволит повысить урожайность зерновых культур.

Предлагаемая нами конструктивно-технологическая схема двухдискового сошника (рис. 1) состоит из корпуса *1* с отверстиями *2* и болтами *3*, двух плоских (левого и правого) дисков *4* с внешними ребордами-бороздообразователями *5*. Диски *4* расположены вертикально и параллельно один другому и направлению движения сошника с нулевым углом атаки [3, 4].

В задней части корпуса *1* закреплены оси *6*, на которых установлены диски *4* с ребордами-бороздообразователями *5*. На корпусе *1* закреплена пластина *7*, на которой установлен семянаправитель *8*, в который подаются семена *10*.

Корпус *1* двухдискового сошника присоединяют к поводку сеялки. Рабочие диски *4* с усеченно-конусными ребордами-бороздообразователями *5* установлены на осях *6* с углами атаки 0°. Диски *4*, двигаясь в почве, разрезают ее, пожнивные и растительные остатки, а затем усеченно-конусными ребордами-бороздообразователями *5* выдавливают бороздки с правой стороны правого диска *4* и с левой стороны левого диска *4*. В образованные бороздки *9* укладываются семена *10*, например зерновых культур, вместе со стартовой дозой фосфорных удобрений, поступающих под действием воздушного потока пневматической высевающей сеялки или за счет свободного падения при механическом высеве по семянаправителю *8*.

Усеченно-конусная реборда-бороздообразователь *5* работает следующим образом. Плоская часть диска *4* разрезает почвенные и растительные остатки, почву и образует щель *11*, по которой к семенам подтягивается влага. Реборда-бороздообразователь *5* ограничивает глубину заделки семян, а также при образовании бороздки уплотняет не только ее дно, но и ее боковую поверхность. Это значительно увеличивает площадь уплотненной бороздки и количество подтягиваемой влаги, последнее положительно сказывается на полевой всхожести семян зерновых культур.

Установка рабочих дисков *5* с углом атаки и крена 0° на двухдисковом сошнике позволяет уменьшить до минимума отброс почвы в стороны от диска. В процессе работы дисков *4* с ребордами-бороздообразователями *5* происходит одновременно образование бороздок, их уплотнение, а также ограничение глубины заделки семян при работе двухдискового сошника.

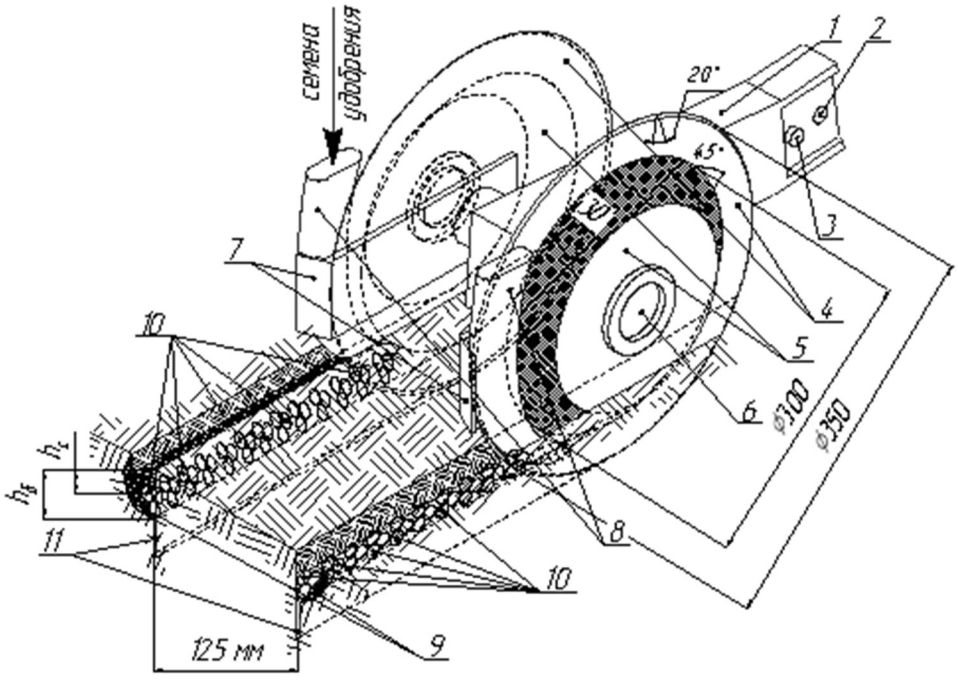


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема работы двухдискового сошника с нулевым углом атаки дисков и внешними усеченно-коническими ребордами-бороздообразователями: *1* – корпус; *2*, *3* – отверстия с болтами для крепления к поводку сеялки; *4* – плоские диски; *5* – усеченно-конусные реборды-бороздообразователи; *6* – оси; *7* – пластина; *8* – семянаправители; *9* – бороздка; *10* – семена и гранулы стартовой дозы фосфорных удобрений; *11* – уплотненное ложе; $h_б$ – глубина бороздки; $h_с$ – глубина укладки семян

Установка дисков *4* с углом атаки 0° позволяет работать на скоростях движения сеялок 10–15 км/ч и более, при этом значительно уменьшает разброс почвы и забрасывание соседних рядков. Это дает возможность произвести расстановку сошников в один ряд с расстоянием между рядками семян 12,5 см и менее. Щель *11*, образованная диском *4* в почве, позволяет подтянуть влагу к уплотненной ребордой-бороздообразователем *5* ко дну бороздки для ускорения полевой всхожести семян. Плотность почвы на глубине заделки семян после прохода двухдискового сошника с ребордами-бороздообразователями, согласно агротехническим требованиям, должна составлять 1,20–1,25 г/см^3.

Установка дисков *4* с нулевым углом атаки на двухдисковом сошнике позволяет уменьшить тяговое сопротивление сошников и улучшить равномерность глубины заделки семян при работе на повышенных скоростях, а также обеспечивает прямолинейность движения двухдисковых сошников.

Для оценки эффективности работы предлагаемого экспериментального сошника нами были проведены теоретические и экспериментальные исследования и дана их сравнительная оценка.

Обозначим $h_б$ – глубину бороздки и h_c – глубину укладки семян. Поскольку далеко не каждое семя попадает на дно бороздки, образованной усеченно-конусной ребордой, из-за частичного осыпания почвы в бороздку и разброса семян по ширине бороздки можно сделать предположение, что $h_c \le h_б$.

Величина глубины распределения семян h_c подвержена значительным случайным колебаниям. Отсюда следует, что в анализе h_c важны не только средние значения глубины, но и характеристики разброса семян по глубине: стандартное отклонение и коэффициент вариации.

Сравнение теоретических данных глубины образования бороздки $h_б$ с опытными данными глубины укладки семян на дно бороздки h_c от скорости движения посевной машины v и давления на сошник G показывает, что эти зависимости аналогичны.

В результате поисковых исследований для предлагаемого двухдискового сошника был принят максимальный радиус реборды D = 300 мм, радиус дисков D_1 = 350 мм, ширина реборды $b_р$ = 30 мм, толщина диска b_1 = 2 мм, угол наклона реборды μ = 45°, угол заточки лезвия диска α = 20°.

Для упрощения теоретических исследований было принято, что на глубину формирования бороздки $h_б$ влияет давление G на сошник и скорость движения сошника v. Основой для получения зависимости $h_б = f(v, G)$ является одно из уравнение равновесия:

$$F_z = G. \tag{1}$$

Здесь F_z – симметричное вертикальное сопротивление:

$$F_z = R_z + T_z + D_z, \tag{2}$$

где R_z – составляющая по оси z сопротивления прижатия сошника к почве, Н; T_z – трение двухдискового сошника о почву, Н; D_z – составляющая динамического сопротивления сошника, Н.

Ранее нами были получены формулы этих величин для усеченно-конических реборд и плоских дисков [5]. Данные формулы получились объемными, что не позволяет аналитически решить уравнение (1). Для того чтобы построить более простые, удобные для практического пользования формулы для величин R_z, T_z, и D_z, принимаем параметры двухдискового сошника R, R_1, α, μ, $b_р$, b_1 постоянными. Было учтено также, что величины R_z и T_z не зависят от скорости сошников, а только от глубины $h_б$, а D_z имеет множитель v^2, т. е. соотношение D_z / v^2 зависит только от глубины образуемой бороздки $h_б$.

При определении приближенных формул для R_z, T_z и D_z использовали метод наименьших квадратов, а так как функции были выбраны степенные типа h^m, то данные предварительно логарифмировались. Исходным материалом для расчета формул были табличные данные $R_z(h_б)$, $T_z(h_б)$ и $D_z / v^2(h_б)$, полученные на компьютере по ранее найденным формулам [5, 6].

Коэффициенты формул, полученные методом наименьших квадратов, были несколько округлены для упрощения. После этого были получены следующие формулы:

$$R_z = 4{,}96h_б^2, \text{ погрешность не более 2 \%;} \tag{3}$$

$$T_z = 3{,}5h_б^2, \text{ погрешность не более 5 \%;} \quad (4)$$

$$D_z = 0{,}01h_б^2v^2, \text{ погрешность не более 8 \%.} \quad (5)$$

Путем сложения значений R_z, T_z и D_z получаем уравнение для определения глубины образуемой бороздки $h_б$:

$$h_б{}^2(8{,}46 + 0{,}01v^2) = G. \quad (6)$$

Отсюда:

$$h_б = \sqrt{\frac{G}{8{,}46 + 0{,}01v^2}}. \quad (7)$$

Сравнивая значения $h_б$, подсчитанные по формуле (7) и ранее полученного уравнения (1), убеждаемся, что различие составляет не более 3 %.

Исходными данными для получения формулы глубины $h_с$ укладки семян на дно бороздки служили средние значения измерений для трех значений скорости движения двухдискового сошника: v_1 = 8, v_2 = 12 и v_3 = 16 км/ч и трех значений давления пружины на сошник: G_1 = 120 Н, G_2 = 160 Н и G_3 = 200 Н. Поскольку глубина укладки семян $h_с$ сильно подвержена случайным колебаниям, лабораторно-полевые опыты проводили в 10-кратной повторности.

В табл. 1 приведены средние значения измерений глубины $h_с$ укладки семян на дно бороздки, стандартные отклонения, коэффициенты вариации, а также нижняя и верхняя границы доверительных интервалов, %.

Формулу для глубины укладки семян $h_с$ по аналогии с глубиной бороздки $h_б$ определяли по уравнению:

$$h_с = \sqrt{\frac{G}{A + Bv^2}}, \quad (8)$$

где A и B – коэффициенты, которые необходимо определить.

При использовании метода наименьших квадратов сначала были рассчитаны по опытным данным таблицы значения $G / h_с{}^2$ [7, 8]. По найденным значениям с помощью методов наименьших квадратов определили коэффициенты линейной v^2 от зависимости $A + Bv^2$. По расчетным данным получена следующая формула:

$$h_с = \sqrt{\frac{G}{10{,}75 + 0{,}00687v^2}}. \quad (9)$$

Таблица 1. **Результаты лабораторно-полевых опытов по глубине укладки семян в бороздки**

Показатель	Скорость движения посевной машины, км/ч								
	8	12	16	8	12	16	8	12	16
	G = 120 Н			G = 160 Н			G = 200 Н		
Среднее значение глубины по лабораторно-полевому опыту, см	3,49	3,01	3,17	3,97	3,53	3,59	4,12	4,05	4,10
Стандартное отклонение, см	0,43	0,54	0,49	0,38	0,48	0,43	0,42	0,44	0,55
Коэффициент вариации, %	12,39	17,98	15,53	9,63	13,65	11,9	10,74	10,89	13,32
Нижняя граница доверительного интервала, см	3,14	2,58	2,77	3,66	3,14	3,24	3,55	3,69	3,65
Верхняя граница доверительного интервала, см	3,84	3,44	3,58	4,28	3,92	3,94	4,23	4,41	4,55
Расчетная глубина по формуле (9), см	3,29	3,21	3,09	3,80	3,70	3,57	4,25	4,14	3,99
Отношение разности глубины $h_б$ по формуле (7) и опытными данными к глубине $h_с$ по формуле (9), %	−6,04	6,19	−2,49	−4,46	4,72	−0,51	3,03	3,23	−2,68
Разность $h_б - h_с$ по формулам (7) и (9), см	0,32	0,26	0,18	0,37	0,30	0,21	0,41	0,34	0,24

Анализ табл. 1 показывает, что стандартное отклонение по глубине укладки семян находится в пределах 0,38–0,55 см, коэффициент вариации составляет 10,74–17,98 %.

На рис. 2 приведен график зависимости глубины бороздок $h_б$ и глубины размещения семян $h_с$ на дно бороздки, раскрываемой двухдисковым сошником с усеченно-конусными ребордами-бороздообразователями при изменении скорости движения v, и усилие прижатия сошника к почве G. Из графика видно, что с увеличением скорости движения двухдискового сошника глубина бороздок $h_б$ и глубина укладки семян $h_с$ уменьшается. В то же время с увеличением давления на сошник глубина бороздок $h_б$ и глубина укладки семян $h_с$ увеличиваются.

Недостатком формул (7) и (9) является то, что они не включают характеристики почв: K – коэффициент объемного смятия, ρ – плотность почвы, f – коэффициент трения. Для устранения этого недостатка определим трение двухдискового сошника о почву T_z. Величина T_z, согласно теоретическим исследованиям, имеет следующую функциональную зависимость:

$$T_z = Kfgh_б(R, R_1, \ldots, R_n), \text{ Н.} \tag{10}$$

Для различных почв K принимает значение от $0,08 \cdot 10^{-7}$ до $0,013 \cdot 10^{-7}$ Н/м^3. Мы приняли для наших условий $K = 10^6$, $f = 0,55$. Следовательно, формула (10) примет следующий вид:

$$T_z = 3,5h_б^2 / (0,55 \cdot 10^6)Kf = 6,36 \cdot 10^{-6} Kfh_б^2.$$

Так как плотность почвы принята ρ = 1200 кг/м^3, а в D_z входит множителем ρv^2, аналогично получаем выражение для R_z, и D_z.

$$R_z = 4,96 \cdot 10^{-6} h_б^2, \text{ Н.} \tag{11}$$

$$D_z = 0,01h_б^2 v^2 \rho / 1200 = 0,00000833\rho h_б^2 v^2 = 8,33\rho h_б^2 v^2 \cdot 10^{-6}.$$

Тогда F принимает следующий вид:

$$F = R_z + T_z + D_z = (4,96 + 6,36Kf + 8,33\rho v^2) \cdot 10^{-6} \cdot h_б^2 = G.$$

Откуда получаем значение $h_б$:

$$h_б = 10^3 \sqrt{\frac{G}{4,96K + 6,36Kf + 8,33\rho v^2}}, \text{ см.} \tag{12}$$

Поступить аналогично с формулой для $h_с$ мы не можем, так как она строится в том числе и на данных лабораторно-полевого опыта, также не можем отдельно выделить составляющие R_x и T_x. Но динамическая составляющая видна – это $0,00687v^2$. Учитывая, что принятая нами плотность почвы составляет 1,2 г/см^3, запишем выражение в следующем виде: $\frac{0,00687}{1200}\rho v^2$.

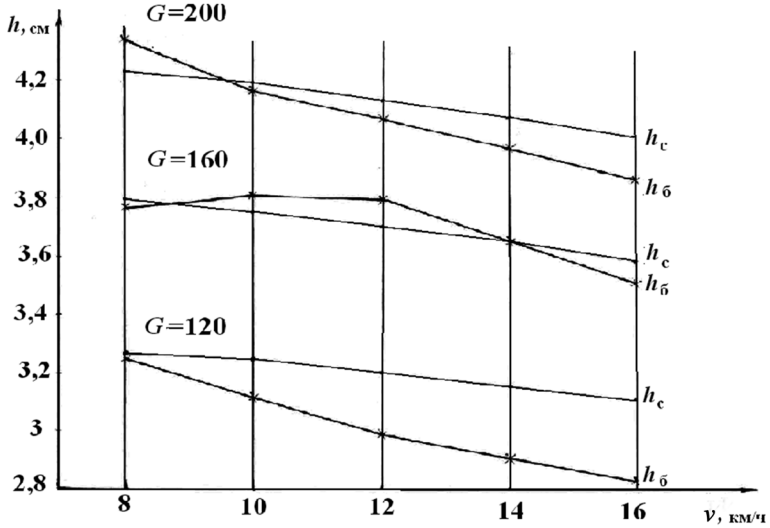


Рис. 2. График зависимости глубины укладки семян от скорости v и давления G;
$h_б$ – глубина бороздок, формируемых сошником, $h_с$ – глубина укладки семян

При этом приходится ограничиться коэффициентом трения $f = 0{,}55$ и принять

$$h_c = \sqrt{\frac{G}{10{,}75K \cdot 10^{-6} + 5{,}7 \cdot 10^{-6} \rho v^2}} = 10^3 \sqrt{\frac{G}{10{,}75K + 5{,}7 \rho v^2}}, \text{ см.} \quad (13)$$

Тяговое сопротивление двухдискового сошника определяется как сумма горизонтальных составляющих всех видов сопротивления:

$$F = R_{xp} + R_{xд} + T_{xp} + T_{xд} + D_{xp} + D_{xд}, \quad (14)$$

где F – суммарное сопротивление двухдискового сошника с нулевым углом атаки дисков с внешними односторонними ребордами, Н; R_{xp}, $R_{xд}$ – горизонтальная составляющая тягового сопротивления реборды и плоского диска, Н; T_{xp}, $T_{xд}$ – горизонтальная составляющая тягового сопротивления от трения реборды и диска Н; D_{xp}, $D_{xд}$ – горизонтальная составляющая тягового сопротивления динамичных нагрузок реборды и нагрузок диска соответственно, Н.

Определим тяговое сопротивление двухдискового сошника с внешними односторонними усеченно-конусными ребордами при его следующих изменяемых конструктивных и технологических параметрах: $D_д$ – диаметр плоского диска, 0,3–0,35 м; $D_р$ – диаметр реборды, 0,25–0,30 м; $b_р$ – ширина реборды, 0,01–0,04 м; v – скорость движения экспериментального сошника, 1–5 м/с (3,6–18 км/ч); G – вертикальная нагрузка на экспериментальный сошник, 100–600 Н.

Эти конструктивные и технологические параметры были определенны нами в результате предварительных исследований [2, 6], а также исходя из работоспособности макетных образцов двухдисковых сошников с плоскими дисками, установленными с нулевым углом атаки дисков и внешними односторонними, симметрично установленными ребордами-бороздообразователями.

Данные исследований экспериментального двухдискового сошника, приведенные в табл. 2, показывают, что при ширине усеченно-конусной реборды-бороздооброзователя $b_р = 0{,}03$ м и $b_р = 0{,}04$ м с увеличением скорости v движения сошника от 1,0 до 5,0 м/с тяговое сопротивление двухдискового сошника уменьшается. Это связано с тем, что с увеличением скорости движения машинно-тракторного агрегата сошники имеют тенденцию к выглублению.

На рис. 3 приведены зависимости тягового сопротивления экспериментального двухдискового сошника с плоскими дисками, на которых с внешней стороны диска симметрично установлены усеченно-конусные ребордыборооздообразователи.

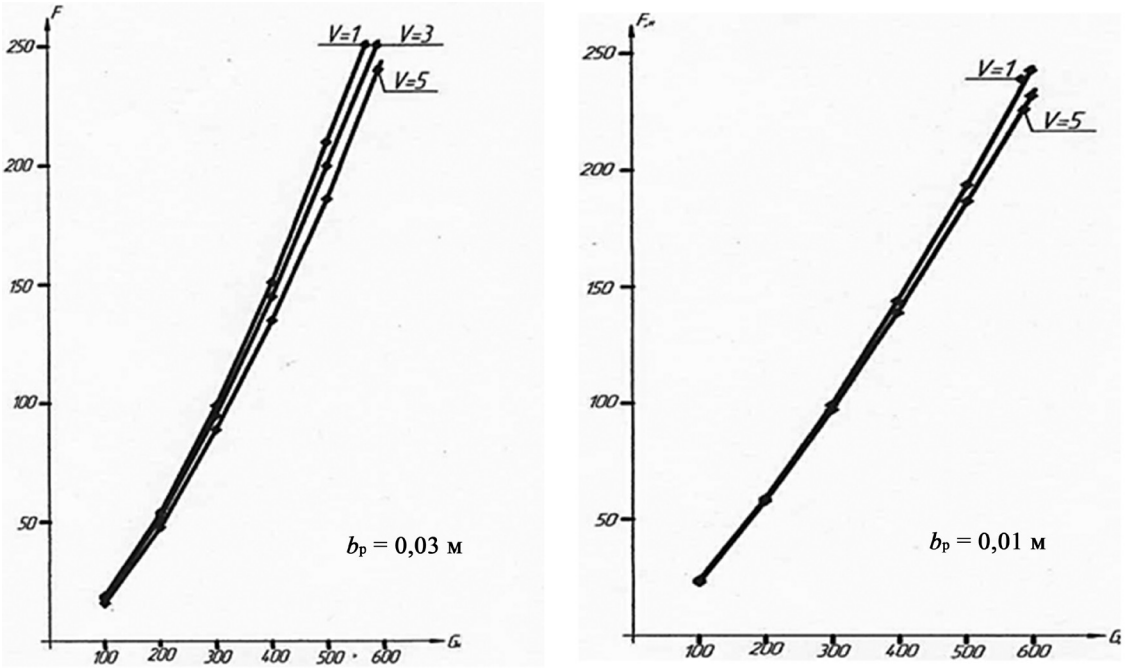


Рис. 3. Зависимость тягового сопротивления двухдискового сошника F от вертикальной нагрузки G при разных скоростях v = 1,0; 3,0; 5,0 м/с и ширине реборды

Таблица 2. **Зависимость тягового сопротивления от конструктивных и технологических параметров двухдискового сошника с нулевым углом атаки дисков и внешними усеченно-конусными ребордами-бороздообразователями, Н**

Скорость, *v*, м/с	Нагрузка вертикальная, *G*, *H*	*R* = 0,15; *R* = 0,175; $\epsilon_д$ = 0,04; μ = 45°; *a* = 20°			
		$b_р$ = 0,01 м	$b_р$ = 0,02 м	$b_р$ = 0,03 м	$b_р$ = 0,04 м
1 м/с (3,6 км/ч)	100	18,5	20,46	23,50	–
	200	54,36	54,47	58,91	–
	300	99,23	94,80	99,58 ▲	107,30 ▲
	400	151,43	140,9	144,03	153,01
	500	210,4	191,6	192,38	201,46
	600	275,92	246,29	244,22	252,97
2 м/с (7,2 км/ч)	100	18,24	20,20	23,67	–
	200	53,42	53,79	5,90	–
	300	97,73	94,04	98,70 ▲	107,43 ▲
	400	150,04	139,31	143,74	153,33
	500	206,89	189,63	191,18	201,29
	600	271,28	243,38	242,46	252,85
3 м/с (10,8 км/ч)	100	17,67	19,86	23,29	–
	200	51,96	53,10	58,74	–
	● 300	● 95,29	● 92,73	● 98,41 ▲	● 107,69 ▲
	400	145,24	137,45	142,19	153,09
	500	201,84	18,53	189,53	200,90
	600	263,77	239,70	240,00	251,46
4 м/с (14,4 км/ч)	100	16,96	19,56	23,37	–
	200	50,16	51,97	57,94	–
	● 300	● 92,00	● 91,16	● 97,20 ▲	● 107,82 ▲
	400	140,42	134,80	140,83	152,43
	500	194,98	182,38	187,90	199,71
	600	245,76	234,17	237,31	250,28
5 м/с (18,0 км/ч)	100	16,03	19,86	23,29	–
	200	47,86	53,10	58,74	–
	● 300	● 88,49	● 92,73	● 98,41 ▲	● 107,69 ▲
	400	135,24	137,45	142,19	153,09
	500	201,84	18,53	189,53	200,90
	600	263,77	239,70	240,00	251,46

Условные обозначения:

□ – значение тягового сопротивления при изменении ширины реборды-бороздообразователя;

● – значение тягового сопротивления при ширине реборды $b_р$ = 0,03 м и изменении скорости *v* = 1,0–5,0 м/с движения сошника;

▲ – значение тягового сопротивления при ширине реборды $b_р$ = 0,01 м и изменении скорости *v* = 1,0–5,0 м/с движения сошника.

С изменением вертикальной нагрузки *G* от 100 до 600 Н на экспериментальный двухдисковый сошник увеличивается его тяговое сопротивление от 20 Н при *G* = 100 Н до 230 Н при *G* = 600 Н. Исследования показывают, что вертикальная нагрузка *G* при различных скоростях движения оказывает существенное влияние на двухдисковый сошник. В то же время скорость движения экспериментального двухдискового сошника не оказывает существенного значения на его тяговое сопротивление.

Зависимость тягового сопротивления экспериментального двухдискового сошника определяли при изменении скорости движения от 1 до 5 м/с (3,6–18 км/ч) при различных значениях вертикальной нагрузки давления *G* = 100–500 Н. Так, при небольших значениях вертикальной давления (100–300 Н) наблюдается небольшие снижения тягового сопротивления – от 54 до 47 Н при *G* = 200 Н. При больших значениях вертикальной нагрузки (400–500 Н) снижение тягового сопротивления уменьшается более интенсивно – от 210 до 187 Н, например, при *G* = 500 Н. Уменьшение

тягового сопративления вызвано тем, что с ростом скорости сошника наблюдается уменьшение глубины бороздки, которая существенно влияет на составляющую силы сопротивления.

В полевых условиях зависимость тягового сопротивления F экспериментального двухдискового сошника определяли от ширины реборды $b_р$ вертикальной нагрузки G и разных скоростях движения. При скорости движения сошника 1 м/с (3,6 км/ч) и значениях вертикальной нагрузки G 100 и 200 Н тяговое сопротивление увеличивается незначительно, и эта зависимость близка к прямолинейной.

С увеличением вертикальной нагрузки на сошник при изменении ширины реборды от 0,01 до 0,04 м тяговое сопротивление сначала убывает, а затем возрастает. Так, например, при значениях G =300, 400 и 500 Н и изменении ширины реборды от 0,01 до 0,02 м уменьшение тягового сопротивления составляет 5, 10 и 19 Н соответственно, т. е. 5,0; 6,6 и 9,0 %. Это объясняется тем, что глубина бороздки при увеличении ширины усеченно-конусной реборды $b_р$ от 0,01 до 0,02 м вначале начинает незначительно уменьшаться, что приводит к уменьшению тягового сопротивления. В дальнейшем при увеличении ширины реборды $b_р$ до 0,04 м происходит незначительное уменьшение глубины, но за счет увеличения ширины реборды и, соответственно, более широкой бороздки происходит увеличение тягового сопротивления. При ширине реборды $b_р$ до 0,04 м по сравнению с $b_р$ = 0,02 м увеличение тягового сопротивления при значениях вертикальной давления нагрузки G = 300, 400 и 500 Н составляет 12,6, 8,6 и 6,3 % соответственно. Из представленных исследований видно, что с точки зрения энергосбережения наиболее приемлемой является ширина усеченно-конусной реборды $b_р$ = 0,02–0,03 м.

Сопротивление F двухдискового сошника с увеличением скорости v до 3,0 и 5,0 м/с по сравнению с v = 1,0 м/с при всех значениях ширины реборды в $b_р$ и вертикальной нагрузки G незначительно уменьшается, что вызвано небольшим уменьшением глубины бороздки в сторону ее уменьшения. Характер изменения зависимостей тягового сопротивления F при скоростях v = 1,0, 3,0 и 5,0 м/с остается идентичным.

Зависимости тягового сопротивления F при изменении ширины $b_р$ реборды-бороздообразователя и скоростях движения v = 1,0 и 5,0 м/с, а также различных значениях вертикальной нагрузки на двухдисковый сошник показывают идентичные изменения тягового сопротивления. С увеличением скорости v от 3,0 до 5,0 м/с при значении G = 300 Н снижение тягового сопротивления составляет около 4 %, а при значении G = 600 Н и ширине реборды $b_р$ = 0,02 м ≈ 4,5 %. С увеличением ширины реборды тяговое сопротивление увеличивается при скоростях v = 3,0 и 5,0 м/с и вертикальной нагрузке G = 300 Н на 11,4 и 10,8 % соответственно.

Таким образом, проведенные исследования тягового сопротивления F двухдискового сошника с нулевым углом атаки дисков, на которых с внешней стороны симметрично закреплены усеченно-конусные реборды, показали хорошую работоспособность при различных значениях конструктивных и технологических параметров, при невысоком тяговом сопротивлении F = 250 Н, при максимальных значениях ширины реборды, вертикального давления G и скорости движения v.

Выводы

1. На основании проведенных исследований определена зависимость глубины бороздки $h_б$, раскрываемой двухдисковым сошником с нулевым углом атаки дисков с усеченно-конусными ребордами-бороздообразователями, от скорости движения и давления прижатия сошника к почве.

2. По результатам лабораторно-полевого опыта получена экспериментально-теоретическая зависимость глубины укладки семян зерновых культур экспериментальным сошником от скорости и давления на него.

Разности между глубиной раскрываемой бороздки и укладкой семян зерновых культур, определенные по теоретическим и экспериментально-теоретическим зависимостям, находятся в пределах 0,18–0,41 см, при этом они уменьшаются с увеличением скорости и увеличиваются с возрастанием давления прижатия двухдискового сошника к почве.

3. В серийно выпускаемых комбинированных агрегатах и сеялках двухдисковые сошники устанавливаются в два ряда [11, 12]. Двухдисковые сошники, предлагаемые нами, могут быть

установлены в один ряд, не вызывая сгруживания почвы на подготовленных к посеву зерновых культур [13].

4. Установлено, что с увеличением скорости движения v до 5,0 м/с экспериментального двухдискового сошника с усеченно-конусными ребордами-бороздообразователями имеет место уменьшение тягового сопротивления, вызванное незначительным выглублением рабочих органов.

При увеличении ширины реборд-бороздообразователей имеет место (при $b_р$ = 0,02 м) уменьшение тягового сопротивления, с увеличением скорости от 3,0 до 5,0 м/с (при $b_р$ = 0,04 м) – его возрастание. Влияние скорости движения двухдискового сошника с нулевым углом атаки дисков и внешними односторонними, симметрично установленными ребордами-бороздообразователями при других постоянных параметрах на тяговое сопротивление оказывает значительно меньшее.

Список использованных источников

1. *Петровец, В. Р.* Обзор и исследование одно- и двухсрочных современных дисковых сошников / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц, С. В. Авсюкевич // Вест. Белорус. гос. акад. – 2009. – № 1. – С. 152–158.

2. Исследование двухдисковой сошниковой группы на посеве зерновых культур / В. Р. Петровец [и др.] // Вест. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2009. – № 2. – С. 151–156.

3. Двухдисковый сошник: пат. 5026 Респ. Беларусь, МПК 7 А 01 С 7/00 / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц, Н. И. Дудко, С. В. Авсюкевич; дата публ.: 12.11.2008.

4. Двухдисковый четырехстрочный сошник: пат. 5803 Респ. Беларусь, МПК 7 А 01 С 7/00 / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц, Н. И. Дудко. – Опубл. 16.04.2009.

5. *Петровец, В. Р.* Теоретические исследования двухдискового сошника с коническими ребордами-бороздообразователями / В. Р. Петровец, С. В. Авсюкевич // Вест. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2010. – № 2. – С. 154–159.

6. *Петровец, В. Р.* Динамическое сопротивление двухдискового сошника с ребордами-бороздообразователями / В. Р. Петровец, С. В. Авсюкевич // Вест. Белорус. гос. акад. – 2010. – №3. – С. 155–160.

7. *Воднев, В. Т.* Математический словарь высшей школы / В. Т. Воднев, А. Ф. Наумович, Н. Ф. Наумович. – Минск: Вышейшая школа, 1984.

8. *Двайт, Г. Б.* Таблицы интегралов и другие математические формулы / Г. Б. Двайт. – М.: Наука, 1977.

9. *Петровец, В. Р.* Перспективные направления в развитии механизации обработки почвы и посева зерновых культур / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц, С. В. Авсюкевич // Вест. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2007. – № 3. – С. 142–149.

10. Классификация двухдисковых сошников для посева травяных и зерновых культур / С. В. Авсюкевич, Н. И. Дудко, В. Р. Петровец // Вест. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2012. – № 2. – С. 138–143.

11. *Петровец, В. Р.* Распределение семян по глубине двухдисковыми сошниками с нулевым углом атаки дисков с внешними усеченно-конусными ребордами-бороздообразователями / В. Р. Петровец, С. В. Авсюкевич // Вест. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2012. – № 2. – С. 153–158.

12. *Петровец, В. Р.* Технологии и машины для посева зерновых культур: лекция / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц, С. В. Авсюкевич. – Горки, 2008. – 20 с.

13. Подготовка и работа посевных агрегатов: учеб. пособие / В. Р. Петровец [и др.]. – Горки, 2012. – 44 с.

Поступила в редакцию 17.04.2015

УДК: 631.363.7

А. В. КИТУН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ НА ПРИВОД ШНЕКОВЫХ СМЕШИВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь, e-mail: anton.kitun@mail.ru

Для приготовления кормосмеси из отдельных кормовых компонентов в смесителях кормов используются шнеки. Характер перемещения кормов в бункере различен, поэтому затраты энергии на выполняемый процесс будут зависеть от отдельных рабочих зон шнека. Одним из важных технических элементов, влияющим на мощность, затрачиваемую на выполнение технологического процесса транспортировки, является угол наклона винтовой линии шнека. Установлено, что этот параметр зависит от физико-механических свойств кормов и геометрических параметров бункера и шнеков, расположения их в бункере. Результаты исследований реализованы в мобильном смесителе-раздатчике СРК-10 для формирования и выдачи животным многокомпонентной обогатительной добавки.

Ключевые слова: кормосмесь, смеситель, шнек, бункер, затраты энергии, угол наклона винтовой линии шнека.

A. V. KITUN

DETERMINATION OF POWER TO THE DRIVE OF SCREW MIXING WORKING BODIES

The Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus, e-mail: anton.kitun@mail.ru

To make feed mixtures from separate feed components screws are used in fodder mixers. The nature of feed movement in a hopper is different that is why energy consumption depends on separate working zones of a screw. One of the important technical elements affecting power required for transportation is a screw helix angle. It's established that this parameter depends on physical and mechanical properties of feed and geometric parameters of a hopper and a screw. The results of the research are implemented in a mobile fodder mixer IBS-10 for a multi-component enriched additive.

Keywords: feed mixture, fodder mixer, screw, hopper, energy consumption, screw helix angle.

Для приготовления животным кормосмеси из отдельных кормовых компонентов в смесителях используются шнеки. Эти рабочие органы, перемещая кормовые компоненты в бункере, обеспечивают за счет взаимного пересечения кормовых потоков, получение кормосмеси. Характер перемещения кормов в бункере различен, поэтому затраты энергии на выполняемый процесс будут зависеть от отдельных рабочих зон шнека [1, 2].

Цель работы – определение параметров шнека для смешивания кормовых компонентов, влияющих на мощность, затрачиваемую на выполнение технологического процесса.

Так как шнек расположен у днища бункера, то часть энергии будет затрачиваться на преодоление силы трения корма по этой поверхности (рис. 1). Эту мощность можно определить по формуле

$$N_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} v_{\text{см1}}, \quad (1)$$

где $F_{\text{тр}}$ – сила трения корма о днище бункера, Н; $v_{\text{см1}}$ – скорость перемещения корма вдоль оси днища бункера, м/с.

Сила трения $F_{\text{тр}}$ возникает под действием силы тяжести корма, находящегося в рабочей части шнека. Тогда:

$$F_{\text{тр}} = m_{\text{к}} g f, \quad (2)$$

где $m_{\text{к}}$ – масса корма, перемещаемая шнеками по днищу бункера, кг,

© Китун А. В., 2016

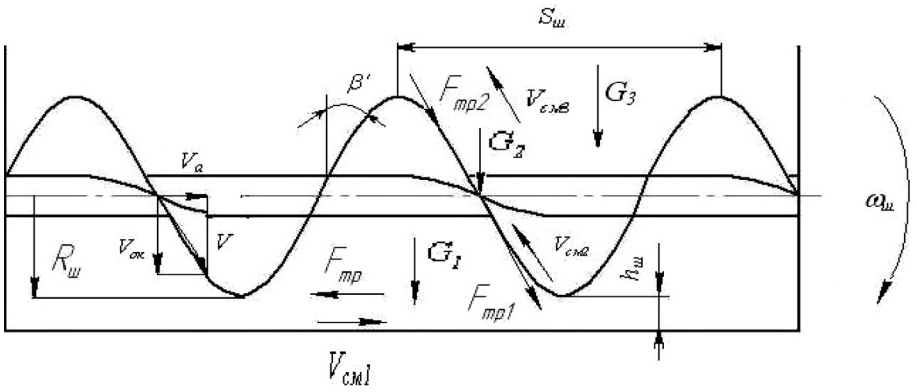


Рис. 1. Схема для определения мощности на привод шнека

$$m_к = W_к \rho,$$

$W_к$ – объем корма, м^3; ρ – плотность корма, кг/м^3.

Так как шнек охвачен только нижней стенкой бункера на ограниченном участке, то объем перемещаемого корма можно определить по формуле

$$W_к = \frac{\pi R_ш h_ш \alpha_{ш1} L_ш}{360^o}, \quad (3)$$

где $R_ш$ – радиус шнека, м; $h_ш$ – зазор между витками шнека и нижней стенкой бункера, м; $\alpha_{ш1}$ – угол охвата шнека нижней стенкой бункера, град; $L_ш$ – длина шнека, м.

Скорость перемещения корма вдоль оси днища бункера ввиду малого зазора между витками шнека и стенкой будет равна осевой скорости, определяемой по формуле [3, 4]

$$v_{см1} = v_a = S_ш \omega_ш. \quad (4)$$

Тогда мощность на преодоление силы трения корма у днища бункера определим по выражению

$$N_{тр} = \frac{\pi R_ш h_ш \alpha_{ш1} L_ш \rho}{360^o} gf S_ш \omega_ш. \quad (5)$$

где $S_ш$ – шаг витков шнека, м; $\omega_ш$ – частота вращения шнека, с$^{-1}$.

При вращении шнека кормовая масса перемещается по плоскостям его витков. Для этой части шнека величину затрат энергии на преодоление трения о витки можно определить по формуле

$$N_{тр1} = F_{тр1} v_{см2}, \quad (6)$$

где $F_{тр1}$ – сила трения корма о поверхность витков шнека, охваченных днищем бункера, Н.

Силу трения $F_{тр1}$ определим по формуле

$$F_{тр1} = m_{к1} g f \ , \quad (7)$$

где $m_{к1}$ – масса корма в межвитковом пространстве, кг,

$$m_{к1} = W_1 \rho \frac{\alpha_{ш2}}{360^o},$$

W_1 – объем корма в межвитковом пространстве, м^3; $\alpha_{ш2}$ – угол шнека не охваченный нижней стенкой бункера, град.

Объем корма в межвитковом пространстве на длине, равной одному шагу, определим по формуле

$$W_1 = \left(D_ш^2 - d_в^2 \right) S_ш K_V, \quad (8)$$

где $D_ш$ – диаметр шнека, м; $d_в$ – диаметр вала шнека, м; K_V – коэффициент, учитывающий использование межвиткового пространства.

Тогда силу трения $F_{тр1}$ можно определить по формуле

$$F_{тр1} = \left(D_ш^2 - d_в^2\right) S_ш K_V \rho \frac{\alpha_{ш2}}{360^o} gf. \quad (9)$$

Так как витки шнека ограничены днищем бункера, то корма перемещаются преимущественно в осевом направлении. Тогда можно принять, что $V_{см2} = V_а \cos\beta'$, и затраты энергии на перемещение кормов по виткам шнека определим по формуле

$$N_{тр1} = \frac{\alpha_{ш2}}{360^o}\left(D_ш^2 - d_в^2\right) 2 S_ш K_V \rho g f \omega_ш \cos\beta'. \quad (10)$$

Для части шнека, не ограниченной днищем бункера, затраты энергии на перемещение кормов по виткам, можно определить по уравнению

$$N_{тр2} = F_{тр2} v_{см3} \quad (11)$$

($F_{тр2}$ – сила трения, возникающая при перемещении корма по виткам шнека не ограниченного днищем бункера, Н).

Силу трения, вызванную силой тяжести, можно определить по формуле

$$F_{тр2} = \left(W_δ - W_ш\right) \rho g f, \quad (12)$$

где $W_δ$ – объем бункера, м^3; $W_ш$ – объем шнека, м^3.

Так как верхняя часть шнека не ограничена вспомогательными плоскостями, то скорость перемещения корма по виткам будет равна сумме осевой и окружной скоростей:

$$v_{см3} = \sqrt{v_а^2 + v_{ок}^2}. \quad (13)$$

Величину окружной скорости можно определить из выражения

$$v_{ок} = v_а \operatorname{tg}\left(\beta' + \varphi_{тр}\right) = S_ш \omega_ш \operatorname{tg}\left(\beta' + \varphi_{тр}\right). \quad (14)$$

где β' – угол подъема винтовой линии шнека, град; $\varphi_{тр}$ – угол трения, град.

Тогда

$$v_{см1} = \sqrt{\left(S_ш \omega_ш\right)^2 \left[1 + \operatorname{tg}\left(\beta' + \varphi_{тр}\right)^2\right]}. \quad (15)$$

Подставив в уравнение (12) значения (13) и (15), получим

$$N_{тр2} = \left(W_δ - W_ш\right) \rho g f \sqrt{\left(S_ш \omega_ш\right)^2 \left[1 + \operatorname{tg}\left(\beta' + \varphi_{тр}\right)^2\right]}. \quad (16)$$

Суммировав затраты энергии на преодоление сил трения, определим мощность на привод шнека, которая зависит от физико-механических свойств кормов и геометрических параметров бункера и шнека:

$$N_{сумар} = N_{тр} + N_{тр1} + N_{тр2}. \quad (17)$$

Из приведенных теоретических изысканий видно, что мощность на привод шнековых рабочих органов зависит от физико-механических свойств кормов и геометрических параметров бункера и шнеков, расположения их в бункере.

Одним из важных технических элементов, влияющим на мощность, затрачиваемую на выполнение технологического процесса транспортировки, является угол наклона винтовой линии шнека. Для определения факторов, влияющих на данный параметр, рассмотрим винтовую по-

верхность шнека и действующие на нее силы при перемещении кормов (рис. 2).

При вращении на виток шнека действует сила обжатия корма $F_{обж}$ и сила сжатия $F_{сж}$, направленная параллельно оси вала. Проекцией указанных сил является нормальная сила, которую можно выразить через угол трения и определить по формуле

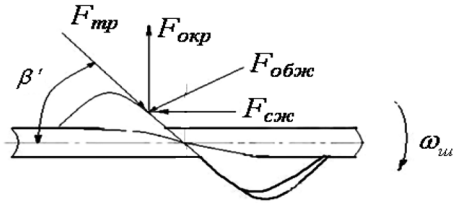


Рис. 2. Схема к определению угла наклона винтовой линии шнека

$$N_{нор}{}^2 = (F^2{}_{обж} + F^2{}_{сж}) \cos \varphi, \qquad (18)$$

где φ – угол трения, град.

От нормальной силы возникает сила трения:

$$F_{тр} = N_{нор} f, \qquad (19)$$

где f – коэффициент трения,

$$F_{тр} = \sqrt{F^2_{обж} + F^2{}_{сж}} \cos\varphi\,. \qquad (20)$$

При перемещении витком шнека корма, последний сжимается от действия сил $F_{обж}$ и $F_{сж}$ до величины $h_{сж}$. Относительное сжатие $\varepsilon_{сж}$ можно выразить через относительную деформацию:

$$\varepsilon_{сж} = \mu \frac{h_{сж}}{h} \qquad (21)$$

(μ – коэффициент Пуассона).

Силу сжатия можно определить по формуле

$$dF_{сж} = E \frac{h_{сж}}{h} dh_{сж} \operatorname{tg}\beta^1, \qquad (22)$$

$$F_{сж} = \frac{E}{h} \operatorname{tg}\beta^1 \int_0^{h_{сж}} h_{сж} dh_{сж} = \frac{E}{2} \frac{h^2{}_{сж}}{h} \operatorname{tg}\beta^1. \qquad (23)$$

Силу обжатия корма можно определить по формуле:

$$dF_{обж} = \varepsilon E dh_{сж} = \mu \frac{h_{сж}}{h} E dh_{сж},\ F_{обж} = \mu \frac{E}{h} \int_0^{h_{сж}} h_{сж} dh_{сж} = \mu \frac{E}{2} \frac{h^2_{сж}}{h}, \qquad (24)$$

где E – модуль деформации корма, Н/м^2.

Силу трения после определения составляющих определим по формуле

$$F_{тр} = \sqrt{\left(\frac{E}{2} \frac{h^2_{сж}}{h} \operatorname{tg}\beta^1\right)^2 + \left(\mu \frac{E}{2} \frac{h^2_{сж}}{h}\right)^2} \cos\varphi. \qquad (25)$$

Величина окружного усилия зависит от частоты вращения шнека $\omega_ш$, массы частицы корма, находящегося на плоскости витка шнека $m_в$, и радиуса приложения окружного усилия $r_ш$ [5]:

$$F_{окр} = r_ш\, m_в \omega^2_ш. \qquad (26)$$

Уравнение равновесия частицы корма будет иметь следующий вид:

$$F_{окр} - F_{тр} = 0. \qquad (27)$$

В уравнение (27) подставим составляющие сил и определим угол наклона витка шнека:

$$r_ш m_в \omega^2_ш - \sqrt{\left(\frac{E}{2} \frac{h^2{}_{сж}}{h} \operatorname{tg}\beta^1\right)^2 + \left(\mu \frac{E}{2} \frac{h^2_{сж}}{h}\right)^2} \cos\varphi = 0.$$

Откуда:

$$\beta' = \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{(r_{ш} m_{в} \omega_{ш}^{2})^{2} - \mu^{2} \frac{E^{2}}{4} \frac{h_{сж}^{4}}{h^{2}} \cos^{2} \varphi}{\frac{E^{2}}{4} \frac{h_{сж}^{4}}{h^{2}} \cos^{2} \varphi}}. \quad (28)$$

Из формулы (28) видно, что угол наклона винтовой линии шнека зависит от физико-механических свойств кормов, геометрических параметров шнека и частоты его вращения.

На основании проведенных теоретических изысканий были рассчитаны параметры шнеков, расположенных в модуле для многокомпонентной обогатительной добавки, устанавливаемом на мобильном смесителе-раздатчике СРК-10. Эти технические элементы смесителя выполняют две технологические операции – смешивание высокоэнергетических кормовых компонентов и подачу их на встречу находящихся во взвешенном состоянии стебельчатых кормов.

Новизна конструкции смесителя-раздатчика кормов и его технических элементов защищена патентами Республики Беларусь [6, 7].

Выводы

Для получения кормосмеси в смесителях используются шнеки, которые, перемещая кормовые компоненты в бункере, обеспечивают за счет взаимного пересечения кормовых потоков получение кормосмеси. Так как характер перемещения кормов в бункере различен, то необходимо определять затраты энергии на выполняемый процесс с учетом отдельных рабочих зон шнека.

Установлено, что мощность на привод шнековых рабочих органов зависит от физико-механических свойств кормов и геометрических параметров бункера и шнеков, расположения их в бункере. Одним из важных технических элементов, влияющим на мощность, затрачиваемую на выполнение технологического процесса транспортировки, является угол наклона винтовой линии шнека.

Список использованных источников

1. *Кукта, Г. М.* Машины и оборудование для приготовления кормов / Г. М. Кукта. – М.: Агропромиздат, 1987. – 163 с.

2. *Макаров, Ю. И.* Аппараты для смешивания сыпучих материалов / Ю. И. Макаров. – М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.

3. *Передня, В. И.* Определение мощности на привод горизонтально установленных шнековых смешивающих рабочих органов смесителя кормов / В. И. Передня, А. В. Китун, А. Л. Передня // Инженер. вест. – 2007. – № 1. – С. 27–29.

4. *Китун, А. В.* Определение мощности на привод горизонтально расположенных шнековых смешивающих рабочих органов / А. В. Китун // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: доклады междунар. науч.-практ. конф., Минск, 12–13 июня 2008 г. / Белорус. гос. аграр.-техн. ун-т; редкол.: А. В. Кузьмицкий [и др.]. – Минск, 2008. – С. 41–44.

5. *Моисеев, В. И.* Расход энергии на экструдирование АКД / В. И. Моисеев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1982. – № 8 .– С. 15–19.

6. Смеситель-раздатчик кормов: пат. № 1688 / В. И. Передня, А. В. Китун, А. А. Передня, А. А. Китун, В. М. Глецевич. – Опубл. 04.12.2004.

7. Рабочий орган измельчителя кормов: пат. № 1523 / В. И. Передня, А. В. Китун. – Опубл. 21.01.2004.

Поступила в редакцию 13.03.2015

УДК 634.739.3:631.34:631.158:658.345

В. В. АЗАРЕНКО[1], А. Н. ЛЕОНОВ[2], А. Л. МИСУН[2], А. Ю. ЛАРИЧЕВ[2]

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА КЛЮКВЕННЫХ ЧЕКАХ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

[1]Президиум НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail:azarenko@presidium.bas-net.by
[2]Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь, e-mail:LLM_90@mail.ru

В результате проведенных исследований по повышению безопасности труда в условиях изменяющихся параметров производственной среды промышленного выращивания клюквы крупноплодной разработана математическая модель, которая позволяет определить оптимальные значения факторов, при которых достигается максимальное значение полноты безопасной обрезки стелющихся побегов клюквы. Установлено, что наибольшую опасность для травмирования механизатора на клюквенном чеке представляет выполнение технологического процесса по поднятию, расчесыванию и обрезке стелющихся побегов клюквенника.

Ключевые слова: безопасность труда, производственная среда – клюквенный чек, механизированные работы, технические средства.

V. V. AZARENKO[1], A. N. LEONOV[2], A. L. MISUN[2], A. U. LARICHEV[2]

RESULTS OF THE RESEARCH ON LABOUR SAFETY ON CRANBERRY CHECKS IN THE CONDITIONS OF CHANGING PARAMETERS OF THE PRODUCTION ENVIRONMENT

[1]The Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: azarenko@presidium.bas-net.by
[2]The Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus, e-mail: LLM_90@mail.ru

As a result of the research on improvement of labour safety in the conditions of changing parameters of cranberry production the mathematical model has been developed. The model allows determining optimal values of the factors when the maximum value of fullness of safe cutting of cranberry shoots is reached. It is established that the process of shoots raising, brushing and cutting is the greatest danger for a machinery operator to be injured on a cranberry check.

Keywords: labour safety, production environment – cranberry check, mechanized operations, technical means.

Введение. Клюква крупноплодная (*Oxycoccus macrocarpus*) – одна из наиболее молодых культур среди ягодных растений, выращиваемых в Республике Беларусь. Для нормального функционирования клюквенных чеков, поддержания их в рабочем состоянии, обеспечения должного ухода за культурой, закладки новых площадей требуется значительное количество высококачественного сортового посадочного материала (черенков клюквы). Решение этого вопроса во многом зависит от технических возможностей используемых на чеках средств механизации, позволяющих повысить эффективность и безопасность технологических операций.

Существенное влияние на качество и безопасность механизированного расчесывания и обрезки побегов клюквы в условиях изменяющихся параметров производственной среды (изменения на чеках длины стелющихся горизонтальных побегов клюквенника, высоты клюквенника, угла откосов чека и др.) оказывают конфигурация рабочих органов и режимы работы технического средства.

Цель исследований – повышение безопасности труда в условиях изменяющихся параметров производственной среды промышленного выращивания крупноплодной клюквы.

Анализ литературных данных [1] позволил сделать вывод, что технические средства для поднятия, расчесывания и обрезки стелющихся горизонтальных побегов клюквы (в дальнейшем стелющихся побегов) могут включать конструктивные элементы разнообразной конфигурации. Кроме того, большое количество факторов различной природы, влияющих на выполнение технологического

процесса, делает целесообразным постановку отсеивающих экспериментов [2–3], позволяющих на первом этапе исследований выявить наиболее существенные факторы, которые могут в дальнейшем быть использованы для создания технического средства, потенциально обладающего требуемым комплексом эксплуатационных показателей. В табл. 1 приведены факторы, один из которых количественный – x_1 (скорость, изменяющаяся в зависимости от длины стелющихся побегов, высоты клюквенника) и два качественных – x_2 (тип) и x_3 (конфигурация), различная комбинация которых оказывает влияет на параметр оптимизации Y (полноту обрезки стелющихся побегов клюквенника).

Таблица 1. **Натуральные и нормированные значения факторов технического средства для поднятия расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквенника**

Фактор	Нормированные значения факторов, X_r , $r = 1, 2, 3$	
	$X_r = -1$	$X_r = +1$
	Натуральные значения факторов, x_r	
Скорость движения агрегата, км/ч	2,6	5,1
Тип расчесывающего устройства	Гребенка	Барабан
Конфигурация рабочих элементов расчесывающего устройства	Сдвоенные пружинные зубья	Консоли-прутки

Для постановки отсеивающего эксперимента был взят насыщенный план дробного факторного эксперимента типа 2^{3-1} с количеством опытов $N = 4$ и генерирующим соотношением $X_3 = -X_1X_2$ [4]. В результате проведения эксперимента и обработки данных методами математической статистики было получено следующее уравнение регрессии первого порядка:

$$Y = 86,7 - 4,8X_1 - 29X_2 - 2,5X_3. \quad (1)$$

Таким образом, анализ результатов отсеивающего эксперимента позволяет сделать следующие выводы:

а) по степени значимости на параметр оптимизации линейные эффекты в выбранном интервале варьирования располагаются следующим образом: $X_1 > X_2 > X_3$ (4,8 > 2,9 > 2,5);

б) снижение скорости движения машинно-тракторного агрегата (МТА) (трактор + техническое средство) с 5,1 до 2,6 км/ч, вызванное изменением длины стелющихся побегов на 28 % (среднее значение длины побегов на отдельных участках чека составляло от 50 до 70 см) повышает на 10 % количество обрезанных стелющихся побегов, т.е. посадочного материала;

в) использование гребенки в конструкции технического средства вместо расчесывающего барабана также позволяет увеличить количество обрезанных стелющихся побегов на 6 %;

г) применение в качестве рабочих элементов расчесывающего устройства сдвоенных пружинных зубьев позволяет по сравнению с консолями-прутками увеличить полноту обрезки стелющихся побегов на 5 %, что ощутимо с учетом агротехнических требований на выполнение технологического процесса;

д) оптимальное сочетание значений рассмотренных факторов для достижения высокой степени обрезки стелющихся побегов (более 95 %) следующее: $x_1 \approx 2,6$ км/ч ($X_1 = -1$); x_2 – гребенка ($X_2 = -1$), χ_3 – сдвоенные пружинные зубья ($X_3 = -1$).

Таким образом, наилучшая конструкция технического средства для поднятия, расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквенника на чеке включает в себя расчесывающее устройство в виде гребенки со сдвоенными пружинными зубьями. Для обрезки стелющихся побегов крупноплодной клюквы расчесывающее устройство поднимает их, при этом передние короткие продолжения крайних наружных витков спиралей каждой пары с отгибом их концов в сторону, противоположную направлению движения бесконечной цепи ($v_ц$), расчесывают верхний слой побегов клюквы, а задние длинные продолжения крайних наружных витков спиралей расчесывают нижний, более прочный, слой побегов с максимальным их захватом.

На втором этапе исследований была поставлена задача по оптимизации режимов выполнения технологического процесса выбранным техническим средствам, обеспечивающих в усло-

виях изменяющейся высоты клюквенника, длины стелющихся побегов полноту, безопасность и качество их обрезки. Предварительными исследованиями выявлены наиболее существенные факторы, влияющие на этот процесс. Следует отметить, что все обозначенные факторы, уровни и интервалы варьирования которых приведены в табл. 2, также характеризуют состояние и изменения параметров производственной среды (клюквенного чека). Так, например, выбор скорости движения МТА ($v_а$) и частоты вращения режущего барабана ($n_б$) определяется с учетом густоты стелющихся побегов на чеке и высоты клюквенника, а установка МТА среза побегов ($h_с$) зависит от высоты клюквенника. Вышеприведенное означает, что для выполнения технологического процесса приходится неоднократно (десятки раз за смену) выполнять регулировки высоты среза побегов, частоты вращения режущего барабана, скорости движения МТА, что сказывается на утомляемости механизатора и, как следствие, возрастанию вероятности его травмирования.

Таблица 2. **Наименование факторов, уровни и интервалы их варьирования для оптимизации технологического процесса поднятия, расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквенника**

Фактор	Скорость движения МТА, $v_а$, км/ч	Частота вращения режущего барабана, $n_б$, об/мин	Высота среза растений, $h_с$, см
Основной уровень, $X_{r0} = 0$	3,85	545	13,7
Интервал варьирования	1,25	115	6,2
Верхний уровень, $X_r = +1$	5,10	660	19,9
Нижний уровень $X_r = -1$	2,60	430	7,5
Верхний звездный уровень $X_r = +1{,}2154$	5,37	685	21,2
Нижний звездный уровень $X_r = -1{,}2154$	2,33	405	6,2
Формулы перевода натуральных значений факторов в нормированные, и обратно	$X_1 = \frac{x_1 - 3{,}85}{1{,}25}$, $x_1 = 3{,}85 + 1{,}25X_1$	$X_2 = \frac{x_2 - 545}{115}$, $x_2 = 545 + 115X_2$	$X_3 = \frac{x_3 - 13{,}7}{6{,}2}$, $x_3 = 13{,}7 + 6{,}2X_3$

Результаты обработки экспериментальных данных позволили получить следующее уравнение регрессии [4]:

$$Y = 88{,}67 - 4{,}12X_1 + 1{,}77X_2 + 0{,}68X_3 - 0{,}71X_2X_3 - 1{,}78\left(X_1^2 - 0{,}73\right)^2 - 2{,}69\left(X_2^2 - 0{,}73\right)^2 - 2{,}91\left(X_3^2 - 0{,}73\right)^2. \quad (2)$$

Перевод нормированных оптимальных значений факторов в натуральные по формулам, приведенным в табл. 2, дает следующие результаты [4]:

$$x_{1\text{опт}} = \upsilon_{а\,\text{опт}} = 2{,}37 \text{ км/ч};\ x_{2\text{опт}} = n_{б\,\text{опт}} = 584 \text{ об/мин};\ x_{3\,\text{опт}} = h_{c\,\text{опт}} = 14{,}4 \text{ см}.$$

Абсолютная погрешность параметра $Y(X_1, \ldots, X_k)$, рассчитанного по ортогонализированному многофакторному уравнению регрессии второго порядка (3), определяется по формуле

$$\Delta Y = t_{Nk(n-1);N-B;0{,}95}\sqrt{S^2(b_0) + S^2(b_1)\sum_{r=1}^{k} X_r^2 + S^2(b_{12})\sum_{\substack{r=1\\ r<s}}^{k}(X_rX_s)^2 + S^2(b_{11})\sum_{r=1}^{k}(X_r^2 - \lambda_k)^2}. \quad (3)$$

Подставляя ранее полученные данные в уравнение (3), получаем, что предельная абсолютная погрешность $Y_{\max}$, по данным проведенного эксперимента, равна $\Delta Y_{\max} = 0{,}7$ %.

Таким образом, полученная математическая модель позволяет найти не только оптимальные значения факторов, при которых достигается максимальное значение полноты безопасной обрезки стелющихся побегов клюквы, но и абсолютную погрешность этой величины: $Y_{\max} = (96{,}7 \pm 0{,}7)$ % [4].

Для оценки показателей удобства, доступности и безопасности регулировок технических средств для механизированных работ на клюквенных чеках воспользуемся следующей зависимостью [5]:

$$K_{\text{П}ik} = aS_{ik}^l + bS_{ik} + cS_{ik}^m, \quad (4)$$

где $K_{\Pi ik}$– показатель приспособленности *k*-го технического средства к *i*-й технологической регулировке; *a, b, c* – коэффициенты удобства, доступности и безопасности регулировочных работ соответственно; S_{ik} – сумма баллов экспертной оценки показателей удобства, доступности и безопасности *i*-й регулировки *k*-го технического средства; S_{ik}^{l} и S_{ik}^{m} – соответственно сумма квадратов и кубов баллов, выставленных экспертами за удобство, доступность и безопасность проведения *i*-й регулировки *k*-го технического средства.

Значения S_{ik}, S_{ik}^{l} и S_{ik}^{m} определяли в соответствии с выбранной для конкретных исследований оценочной шкалой. За высокий уровень приспособленности принимался уровень, оцениваемый в 5 баллов, средний – 4 балла и удовлетворительный – 3 балла.

При выводе аналитической зависимости показателя выполнения технологической регулировки технического средства учитывали следующее:

1) максимальное значение суммы баллов, выставленных экспертами за выполнение регулировки будет, когда все значения показателей ее приспособленности (удобства, доступности и безопасности) оценивались экспертами в 5 баллов. При этом

$$S_1 = 5t$$

(*t* – число показателей приспособленности *i*-й регулировки *k*-го технического средства).
Тогда

$$\begin{cases} S_2 = 25t; \\ S_3 = 125t; \\ K_n = 1,0; \end{cases} \qquad (5)$$

2) среднее значение суммы баллов за безопасное выполнение регулировки равно 2,5. В этом случае

$$\begin{cases} S_1 = 2,5t; \\ S_2 = 6,25t; \\ S_3 = 15,625t; \\ K_{\Pi} = 0,5; \end{cases}$$

3) наименьшее значение S_1 принимает, когда все показатели приспособленности рабочего органа технического средства к технологической регулировке оценены в 1 балл и выполняется условие

$$S_1 = S_2 = S_3 \text{ и равны } t, \text{ а } K_{\Pi} = 0.$$

Принимая во внимание вышеизложенное, составим систему уравнений:

$$\begin{cases} a \cdot 5t + b \cdot 25t + c \cdot 125t = 1,0; \\ a \cdot 2,5t + b \cdot 6,25t + c \cdot 15,625t = 0,5; \\ at + bt + ct = 1,0. \end{cases} \qquad (6)$$

Решая систему уравнений (6), получим:

$$a = \frac{1}{10,15t}; \qquad b = \frac{1}{11,5t}; \qquad c = \frac{1}{176,25t}.$$

Подставив значения коэффициентов *a*, *b* и *c* в формулу (4) и проделав соответствующие преобразования, получим:

$$K_{\Pi ik} = \frac{15,3S_{ik}^{l} - 17,4S_{ik} - S_{ik}^{m}}{176t}. \qquad (7)$$

Выражение (7) позволяет с учетом результатов предварительного анкетирования удобства, доступности и безопасности технологической регулировки рабочего органа технического сред-

ства оценить его приспособленность к выполнению механизированных работ на клюквенном чеке.

Обобщенный показатель приспособленности *k*-го технического средства к технологическим регулировкам на клюквенном чеке ($K_{\text{ПТС}}$) рассчитывался как среднее геометрическое значений $K_{\text{П}_{ik}}$, а безопасность выполнения отдельно взятой *i*-й технологической регулировки ($K_{\text{Б}P_i}$) по формуле [6]:

$$K_{\text{Б}P_i} = 1,5K_{\text{П}i} - 0,5K^2_{\text{П}i}. \tag{8}$$

Риск травмирования оператора при выполнении *i*-й технологической регулировке *k*-го технического средства (P_{Rik}) определяли по выражению

$$P_{Rik} = [1 - (1,5K_{\text{П}ik} - 0,5K_{\text{П}ik})]p_{ik}, \tag{9}$$

где p_{ik} – статистическая вероятность выполнения за смену *i*-й регулировки *k*-го технического средства (определяется с учетом изменений параметров производственной среды).

Для определения прогнозного обобщенного показателя риска травмирования оператора при выполнении им регулировок *k*-го технического средства ($P_{R\text{ТС}\,jk}$) для *j*-го технологического процесса использовали формулу для расчета средней геометрической значений P_{Rik}:

$$P_{R\text{ТС}} = \sqrt[n]{P_{Ri1k}P_{Ri2k}\ldots\ P_{Rink}}, \tag{10}$$

где P_{Ri1k}, P_{Ri2k},…, P_{Rink} – риск травмирования оператора при выполнении им *i*-й регулировки (*i* = 1, 2,…, *n*) *k*-го технического средства.

Безопасность проведения технологических регулировок технических средств в течение года их эксплуатации в условиях изменяющихся параметров производственной среды $P_{\text{ТР}}$ рассчитывали по формуле

$$P_{\text{ТР}} = \prod_{k=1}^{m} P(A_k), \tag{11}$$

где *m* – количество технических средств, используемых согласно технологии на чеке в течение года; $P(A_k)$ – вероятность безопасного выполнения технологических регулировок *k*-го технического средства при его эксплуатации в течение года:

$$P(A_k) = 1 - P_{R\text{ТС}}.$$

Точность оценки приспособленности технических средств к выполнению технологических регулировок существенно зависит от количества экспертов и их квалификации. Уменьшение числа экспертов приводит к снижению точности оценки, а при слишком большом их количестве становится сложнее выявлять их согласованное мнение. Для установления необходимого количества экспертов с целью оценки приспособленности технических средств к технологическим регулировкам, предположим, что величина среднего квадратического отклонения σ при малой выборке *n*, равняется 1,5 ед., и требуется, чтобы среднее арифметическое значение выборки $\overline{X}$ находилось не далее, чем на расстоянии одной единицы (в нашем случае 1 балла) от суммы μ (среднего значения оценки). Для нормального распределения это требование означает, что половина ширины доверительного интервала, т. е. половина от

$$\left(\overline{X} + \frac{U_{1-\alpha/2}\sigma}{\sqrt{n}}\right) - \left(\overline{X} - \frac{U_{1-\alpha/2}\sigma}{\sqrt{n}}\right) = \frac{2u_{1-\alpha/2}\sigma}{\sqrt{n}}, \tag{12}$$

должна равняться 1. Таким образом, это условие можно записать в следующем виде:

$$\frac{U_{1-\alpha/2}\sigma}{\sqrt{n}} = 1,0.$$

Полагая, например, α = 0,10 при σ = 1,5, получаем:

$$1,29 \cdot \frac{1,5}{\sqrt{n}}, \quad \text{или} \quad n = \frac{(1,29 \cdot 1,5)^2}{1,0} \approx 4,0,$$

т. е. минимальный объем выборки (n) – количество экспертов для проведения исследований – должно быть не менее четырех. При этом вероятность того, что выборочное среднее будет отличаться от среднего совокупности не более чем на 1 балл, составляет 90 %. Компетентность экспертов (механизаторов) в части знаний и умения применить на практике технологические регулировки технических средств для ухода за клюквенником и уборки ягод определяли путем тестирования (тест механической понятливости «Беннета»). Следует отметить, что все механизаторы, имеющие практический опыт работы, показали необходимые знания.

Оценку показателя приспособленности технических средств к технологическим регулировкам эксперты проводили отдельно как в целом по группам показателей (удобство, доступность, безопасность), так и по показателям внутри группы. Во всех случаях проверялась согласованность ранжировок друг с другом для чего использовался коэффициент конкордации [7]:

$$W = \frac{12S}{k^2 n(n-1)}, \tag{13}$$

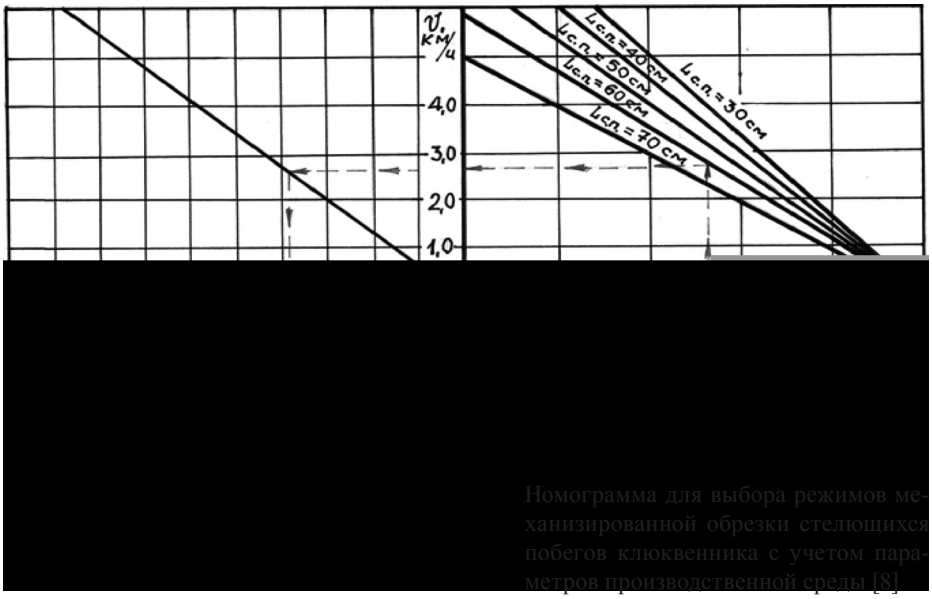
где S – сумма квадратов разностей (отклонений) между фактическими суммами рангов (j-го параметра у j-го эксперта) и их средним значением; k – число экспертов; n – число показателей.

Адекватность распределения ранжировок экспериментальным данным проверяли с использованием F критерия Фишера при выбранном уровне значимости и числах степеней свободы [2].

Согласно полученным результатам, наименее удобными являются регулировки высоты среза стелющихся побегов клюквенника, высоты установки вальца для контактного нанесения раствора гербицида на сорную растительность, подачи рабочего раствора на валец, полууглов факела распыла распылителей опрыскивателя, угла наклона дополнительной секции хедера для расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквенника. Среди труднодоступных можно назвать регулировку угла наклона дополнительной секции хедера для поднятия, расчесывания и обрезки стелющихся побегов, положения поддона относительно вальца технического средства для контактного нанесения раствора гербицида на сорняки, угла наклона дополнительной секции барабана для уборки ягод «на воде». Наиболее опасными являются регулировки высоты среза стелющихся побегов клюквенника, угла наклона дополнительной секции хедера для обрезки стелющихся побегов на откосах чека, подачи рабочего раствора гербицида на валец технического средства для контактного смачивания сорной растительности и др. Установлено, что в целом безопасность выполнения технологических регулировок технических средств, используемых в течение года на клюквенных чеках ($P_{ТР}$), составляет 65 %, наибольший риск травмирования оператора МСХТ прогнозируется (табл. 3) при выполнении технологических процессов поднятия, расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквенника, а также опрыскивания посадок на чеке (показатель риска 14,0 и 12,3 % соответственно).

Таблица 3. **Показатели приспособленности технических средств к регулировкам, безопасности управления технологическими процессами на клюквенном чеке и риска травмирования оператора**

Назначение технического средства, используемого на клюквенном чеке	Обобщенный показатель приспособленности технического средства к технологическим регулировкам на чеке ($K_{Пт.с.}$)	Показатель риска травмирования оператора технического средства при выполнении регулировок ($P_{Rт.с.}$), %
Для поднятия, расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквенника	0,37	14,0
Опрыскивание посадок клюквы на чеках	0,50	12,3
Для контактного нанесения раствора гербицида на сорную растительность	0,59	7,4
Для среза сорняков над ярусом клюквенника	0,63	3,8
Для уборки ягод «на воде»	0,64	3,5



Номограмма для выбора режимов механизированной обрезки стелющихся побегов клюквенника с учетом параметров производственной среды [8]

Повысить безопасность выполнения механизированных работ на клюквенных чеках можно благодаря совершенствованию конструкции используемых технических средств, механизмов их регулировок, а также четким соблюдением научно-обоснованных режимов эксплуатации.

На основании проведенных исследований, с учетом сменной выработки технических средств и размеров клюквенного чека, определена частота регулировок рабочих органов технических средств (табл. 4), разработана номограмма (рисунок) для выбора режимов механизированной обрезки стелющихся побегов клюквенника с учетом изменяющихся параметров производственной среды.

Таблица 4. **Частота выполнения техническими средствами технологических регулировок**

Наименование регулировок	Наименование технического средства	Количество выполнений регулировок за смену
Высота среза стелющихся побегов клюквенника (оперативная)	Для поднятия, расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквенника	27–32
Частота вращения режущего барабана (оперативная)		67–73
Угол наклона дополнительной секции (оперативная)		11–16
Скорость движения (оперативная)	Для контактного нанесения раствора гербицида на сорную растительность	101–121
Частота вращения вальца (оперативная)		202–222
Высота установки вальца (оперативная)		95–115
Подача рабочего раствора гербицида на валец (оперативная)		202–222
Положение поддона относительно вальца (оперативная)		170–172

Так, например, чтобы достичь 88 % полноты обрезки на чеке стелющихся побегов клюквенника ($П_г$), при среднем значении их длины ($L_{с.п.}$) 60 см и высоте клюквенника ($h_с$) 12 см (рисунок), необходимо, чтобы скорость ($v_а$) движения машинно-тракторного агрегата была 2,8 км/ч, частота вращения режущего барабана – 550 об/мин. При этом повреждение клюквенника МТА не превышает 3,8 %, что соответствует требованиям на выполнение рассматриваемого технологического процесса.

Заключение. В результате проведенных исследований разработана математическая модель, которая позволяет найти не только оптимальные значения факторов, при которых достигается максимальное значение полноты безопасной обрезки стелющихся побегов клюквы, но и абсолютную погрешность этой величины: $Y_{max} = (96{,}7 \pm 0{,}7)$ %.

Обоснована зависимость для определения показателя приспособленности технических средств к технологическим регулировкам на клюквенном чеке. Установлено, что наибольшую опасность для травмирования механизатора на клюквенном чеке представляет выполнение механизированных работ по поднятию, расчесыванию и обрезке стелющихся побегов клюквенника ($P_{Rт.с.}$ =14 %). Для выбора безопасных режимов этих работ, с учетом изменяющихся параметров производственной среды, разработана номограмма.

ных препаратов, были изучены контурные графики поверхности отклика в зависимости от концентраций дрожжевого сусла.

На основании анализа графических зависимостей установлено, что при расходе протеолитического ферментного препарата протеазы 0,20–0,24 ед. ПС/г усл. крахмала поверхность отклика перегибается и выходит на ровное плато, что свидетельствует о нецелесообразности дальнейшего увеличения дозировки протеазы. Таким образом, рациональный расход фермента составляет 0,2 ед. ПС /г усл. крахмала.

Оптимальный расход целлюлолитического ферментного препарата при дозировке протеолетического фермента 0,2 ед. ПС/г усл. крахмала, согласно рис. 2, находится на уровне 0,03–0,04 дм^3/т СВ. В данном интервале варьирования фактора дозировки целлюлолитического фермента функция отклика при концентрации сусла 16,6–16,9 % приобретает максимальные значения накопления дрожжевых клеток – 350–355 млн кл/мл. Дальнейшее увеличение дозировки целлюлолитического фермента приводит к резкому ухудшению развития дрожжей.

Таким образом, экспериментальные исследования показали целесообразность снижения дозировки целлюлолитического ферментного препарата с 0,05 дм^3/т СВ, полученной в раннее проведенных исследованиях, до 0,04 дм^3/т СВ.

На рис. 2 также видно, что в интервале концентраций сусла 15,3–16,9 % отмечается рост накопления дрожжевых клеток, достигающий максимума при видимой концентрации сухих веществ дрожжевого сусла – 16,6–16,9 %, дальнейшее повышение концентрации сусла подавляет размножение дрожжей.

На основании анализа графических зависимостей были установлены области значения факторов, где наблюдаются наилучшие результаты по оптимизации накопления дрожжей в процессе дрожжегенерации.

Изучение математической зависимости и графического материала биосинтеза дрожжей позволяет установить рациональные нормы расхода целлюлолитического фермента (не более 0,04 дм^3/т СВ) и кислой протеазы (не более 0,2 ед. ПС/г условного крахмала) для видимых концентраций дрожжевого сусла 15,3–16,9 %, которые обеспечивают получение стабильно высокой концентрации засевных дрожжей – 340–355 млн кл/см^3.

В процессе проведения экспериментальных работ по оптимизации процесса дрожжегенерации с применением комплексного ферментативного воздействия препаратами протеолитического и целлюлолитического спектра была исследована динамика выделения диоксида углерода при развитии посевного материала дрожжей.

Исследование динамики выделения диоксида углерода в процессе дрожжегенерации проводили на дрожжевом сусле, которое находилось в конических колбах (вместимость – 500 см^3) и было закрыто резиновой пробкой с гидрозатвором (концентрированная серная кислота). Для оценки

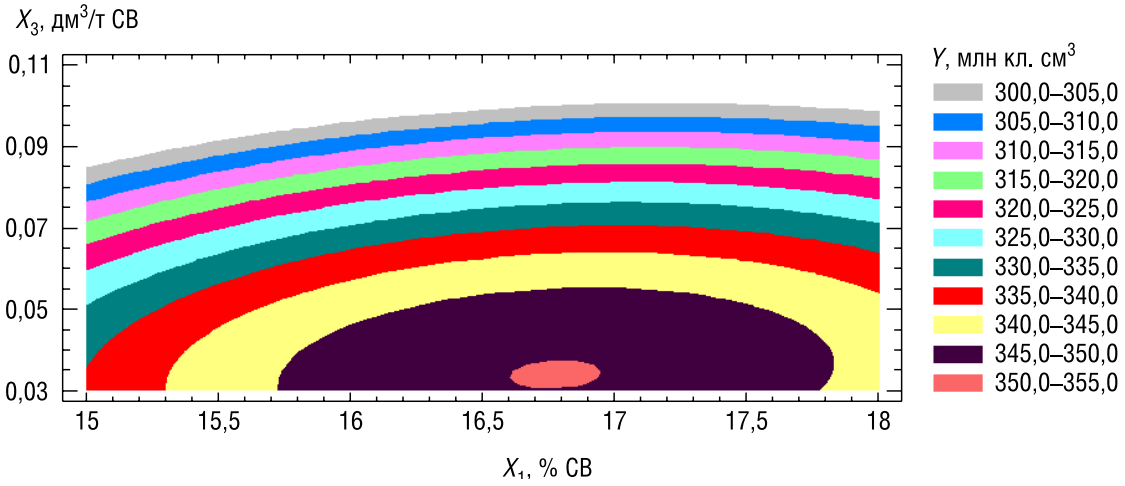


Рис. 2. Контурный график поверхностей отклика для показателя концентрации дрожжей при X_1 = 0,2 ед. ПС/г усл. крахмала

скорости спиртового брожения в подготовленное дрожжевое сусло вносили инокулят дрожжей из расчета их начального содержания 20 млн кл/см^3, после чего вставляли резиновую пробку с гидрозатвором и взвешивали на технических весах с точностью до 0,01 г. Взвешивание в процессе дрожжегенерации проводили через 4 ч, в дальнейшем – через каждые 2 ч. Постановка экспериментальных образцов была осуществлена в соответствии с исходными данными матрицы планирования, приведенной в табл. 2.

Полученные результаты по динамике выделения диоксида углерода в процессе дрожжегенерации (рис. 3) позволяют сделать вывод о высокой эффективности применения кислой протеазы. Накопление диоксида углерода через 18 ч культивирования коррелировало с уровнем накопления дрожжевой биомассы и достигало наибольших значений в образцах № 5, № 8, № 10, № 12, № 13 – 11,0–12,2 г на 200 см^3 сусла. В данных образцах дозировка протеазы колебалась от 0,20 до 0,37 ед. ПС/г усл. крахмала, дозировка целлюлолитического фермента – от 0 до 0,065 дм^3/т СВ, при этом начальная концентрация сухих веществ дрожжевого сусла в образцах № 5, № 10, № 12, № 13 составляла 16,5 %, и только в образце № 8 – 18,0 % (при дозировке протеазы 0,30 ед. ПС/г усл. крахмала).

Уже через 8 ч дрожжегенерации в образцах № 5, № 8, № 10, № 12, № 13 количество выделившегося углекислого газа превышало остальные образцы в 1,02–2,25 раза, что свидетельствует об энергичном размножении и разбраживании посевного материала дрожжей. Данная динамика превалирования пяти отмеченных образцов сохранялась вплоть до окончания процесса культивирования засевных дрожжей. Полученный результат подтверждает высокую жизнедеятельность дрожжей в сусле с пониженной концентрацией сухих веществ (16,5 %), подвергшемся ферментативному гидролизу протеазой при минимальном расходе целлюлолитического ферментного препарата.

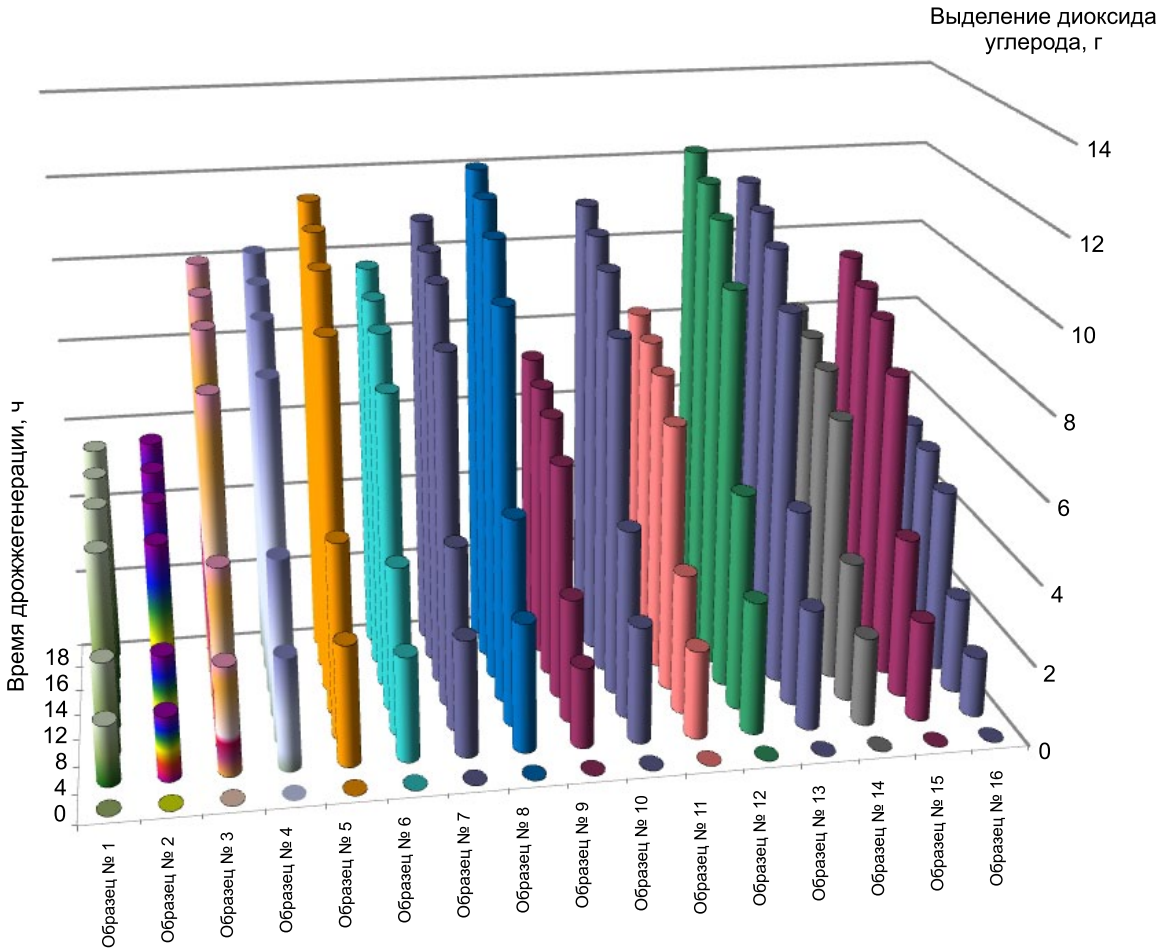


Рис. 3. Интенсивность выделения диоксида углерода при дрожжегенерации

Работами первого периода научной деятельности Оскара Карловича в Белорусской сельскохозяйственной академии положено начало агрохимическим исследованиям в Беларуси и намечены главные направления научных разработок в области агрохимии и применения удобрений в республике. Важнейшие из них: химизм почв, почвенная кислотность, известкование дерново-подзолистых почв с целью повышения их плодородия.

Разрабатывая теоретические основы известкования почв, О. К. Кедров-Зихман вместе с сотрудниками выполнил ряд исследований, посвященных вопросам отношений различных сельскохозяйственных растений к почвенной кислотности и к составу поглощенных катионов. В результате этих исследований были созданы научные основы учета биологических особенностей отдельных культур при известковании почвы. Было установлено, что путем введения при известковании в поглощающий комплекс мало насыщенных основаниями подзолистых почв, кроме кальция, и других катионов (магния, натрия, калия, аммония) можно не только ослабить отрицательное, но и значительно усилить положительное действие извести при возделывании многих сельскохозяйственных растений. Результаты этих работ были доложены О. К. Кедровым-Зихманом на III Международном конгрессе почвоведов в Англии в 1935 г. Обнаружено также, что в условиях известкования подзолистых почв растения могут вполне нормально развиваться в пределах весьма широких колебаний между кальцием и магнием в почвенном поглощающем комплексе и при этом на одну часть кальция может приходиться гораздо больше магния, чем принято было считать на основании теоретических соображений, высказанных К. К. Гедройцем. Результаты исследований позволили сделать важный вывод о возможности более широкого использования магнийсодержащих пород для известкования кислых почв. Применение доломитизированных известняков и доломитов расширило запасы этого сырья в стране. Особое значение имели данные исследования для Беларуси. Эти теоретические разработки Оскара Карловича послужили основой для строительства Витебского промышленного объединения «Доломит», обеспечивающего республику известковым удобрением.

Особое место в исследовательской работе Оскара Карловича занимал вопрос выявления запасов различных материалов, которые могут быть использованы для известкования почвы. Изучены новые, широко распространенные в европейской части Нечернозёмной полосы СССР известковые породы (известковые туфы, торфотуфы, озёрная известь, мергель и др.), а также известковые отходы промышленности. Уточнен характер применявшихся прежде форм – гашеной извести, мела, известковой муки; разработаны рекомендации их эффективного использования.

Во время Великой Отечественной войны в октябре 1941 г. Оскар Карлович в составе ВАСХНИЛ был эвакуирован в г. Омск. В этот период он принимал активное участие в разработке мероприятий по применению удобрений в сельском хозяйстве, оказывал методическую и практическую помощь колхозам и совхозам Омской области в их осуществлении. По заданию ВАСХНИЛ О. К. Кедров-Зихман выезжал на Дальний Восток и Сахалин для оказания помощи научно-исследовательским учреждениям в перестройке работы применительно к условиям военного времени. После возвращения из эвакуации в Москву он, как член Президиума АН БССР, принимал активное участие в восстановлении работы академии, которая во время войны была переведена в Москву. В 1946 г. Оскар Карлович был назначен членом научно-технического совета Министерства земледелия БССР.

В послевоенный период им были продолжены исследования по применению известковых удобрений. Большое внимание уделялось известковым отходам промышленности – доломитовой пыли, шлаку магниевого литья, отходам известковых карьеров и др. В результате этого ряд не применявшихся ранее отходов был внедрен в практику колхозов и совхозов.

В исследованиях О. К. Кедрова-Зихмана значительное внимание уделялось изучению роли микроэлементов (бора, кобальта, молибдена, цинка, марганца и др.), главным образом их действию на сельскохозяйственные растения в условиях известкования кислых дерново-подзолистых почв. Выявлено, что при известковании почвы в одинаковых условиях по отношению к одним и тем же растениям действие бора и магния проявляется положительно и однонаправлено, что объясняется способностью обоих элементов повышать содержание хлорофилла, усиливать фотосинтез и накапливать углеводы в растительном организме. Положительное действие

бора и магния проявляется также в повышенном накоплении крахмала в клубнях картофеля, сахара в корнеплодах свёклы. Вместе с тем улучшаются посевные и урожайные качества семян, которые сохраняются в течение нескольких лет.

Особое внимание уделялось изучению положительного действия кобальта, поскольку в то время существовало мнение, что он не способствует повышению урожайности растений, а имеет значение только в области медицины и животноводства. Было доказано, что на кислых почвах в условиях известкования кобальт оказывает положительное действие на урожайность большинства сельскохозяйственных растений. Работа О. К. Кедрова-Зихмана «Действие кобальта на сельскохозяйственные растения в связи с известкованием дерново-подзолистых почв» удостоена премии АН СССР, а результаты исследования роли кобальта в питании растений были доложены на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии в Женеве в 1955 г.

О. К. Кедров-Зихман много лет наряду с исследовательской осуществлял и педагогическую деятельность в качестве заведующего кафедрой агрохимии и почвоведения БСХА и профессора кафедры агрохимии ТСХА. Под его руководством защитили кандидатские диссертации более 40 человек. Среди учеников О. К. Кедрова-Зихмана доктора и профессоры ряда вузов и научных учреждений страны – Г. И. Аболина, Р. Т. Вильдфлуш, М. А. Егоров, С. С. Ярусов и др., академик АН БССР В. И. Шемпель, академик АН СССР Я. В. Пейве.

О. К. Кедров-Зихман вел большую научно-организационную и общественную работу: долгое время был редактором журнала «Химизация социалистического земледелия», членом редколлегий журналов «Удобрение и урожай», «Почвоведение», научным редактором более полутора десятков сборников и книг по проблемам известкования и применения удобрений, активно пропагандировал агрохимическую науку. Опубликовал около 200 научных работ, в том числе 8 монографий: «Вапнаванне глебаў БССР» (1951), «Известкование почв и применение микроэлементов» (1957), «Основные вопросы известкования дерново-подзолистых почв Советского Союза» (1957).

Научная и общественная деятельность О. К. Кедрова-Зихмана высоко оценена правительством – он был награжден орденом Ленина (1954), двумя орденами Трудового Красного Знамени (1944), орденом «Знак Почета» (1940), многочисленными медалями.

Оскар Карлович Кедров-Зихман ушел из жизни 12 февраля 1964 г. В течение большого творческого пути Оскар Карлович Кедров-Зихман являлся одним из наиболее авторитетных руководителей советских агрохимиков, был неутомимым поборником научной истины, непримиримым врагом догматизма, искусственных авторитетов в науке и надуманных, не опирающихся на факты «теорий» в агрономии.

В итоге многолетней исследовательской работы Оскаром Карловичем были сформулированы основные теоретические положения известкования кислых почв и действия микроэлементов при известковании, которые в настоящее время не потеряли актуальности и широко используются в современном земледелии.

Л. В. Хотылева, академик НАН Беларуси,
И. М. Богдевич, академик НАН Беларуси,
В. В. Лапа, академик НАН Беларуси

ИВАН ИВАНОВИЧ БУДЕВИЧ

(К 75-летию со дня рождения)



25 декабря 2015 г. исполнилось 75 лет со дня рождения выдающегося ученого, члена-корреспондента НАН Беларуси, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ивана Ивановича Будевича.

Мне посчастливилось более 35 лет работать рядом с Иваном Ивановичем в Белорусском научно-исследовательском институте животноводства. Мы вместе учились в аспирантуре, вместе прошли путь от младшего до старшего научного сотрудника, затем были избраны заведующими лабораториями. Иван Иванович был не только очень добрым и целеустремленным человеком, но и хорошим ученым и надежным другом.

И. И. Будевич родился в 1940 г. в г. Лиде Гродненской области. После окончания в 1968 г. с отличием зоотехнического факультета Гродненского сельскохозяйственного института был направлен на работу в экспериментальную базу «Заречье» Смолевичского района Минской области, где сначала работал зоотехником-селекционером, а затем главным зоотехником управления сельского хозяйства Смолевичского района.

В 1972 г. Иван Иванович поступил в аспирантуру при Белорусском научно-исследовательском институте животноводства и в 1977 г. защитил кандидатскую диссертацию. Начиная с аспирантуры вся основная научная деятельность И. И. Будевича ориентирована на теоретическое и экспериментальное обоснование путей и способов решения проблемы повышения генетического потенциала крупного рогатого скота. Под его руководством и непосредственном участии разработаны многие вопросы по усовершенствованию технологии и отраслевых регламентов разработки способов размножения животных с использованием методов трансплантации эмбрионов.

В 1976–1985 гг. Иван Иванович Будевич работал ученым секретарем Белорусского научно-исследовательского института животноводства, в 1985 г. был назначен заведующим лабораторией клонирования и трансплантации эмбрионов сельскохозяйственных животных.

За период работы в институте И. И. Будевич совместно с сотрудниками и аспирантами впервые в Республике Беларусь провел крупные комплексные исследования, направленные на разработку теоретических и практических аспектов биотехнологии трансплантации эмбрионов в молочном и мясном скотоводстве. На основании изучения влияния различных биологических, технологических факторов, гормонального и биохимического статуса организма животного, изучения состояния обмена веществ Иваном Ивановичем научно обосновано и осуществлено теоретическое обобщение и комплексная разработка более совершенных приемов и методов получения, хранения и пересадки эмбрионов, что явилось основными звеньями в технологическом процессе трансплантации эмбрионов. Экспериментально обоснованы и усовершенствованы более эффективные биотехнологические элементы отбора доноров и реципиентов, вызывания суперовуляции и синхронизации половых циклов, техники извлечения, хранения и пересадки эмбрионов. На основе изучения роста и развития, генетических, морфологических и биохимических показателей крови дана комплексная постэмбриональная характеристика, убойные и мясные качества телят-трансплантантов; проведена сравнительная оценка молочной продуктивности и воспроизводительных качеств коров-доноров трансплантантов по сравнению со сверстницами, полученными методом

искусственного осеменения. Предложены биохимические и гормональные тесты высокой суперовуляции, эмбриопродукции и приживляемости эмбрионов. Научно обоснована эффективность трансплантации при различных системах разведения, которая может быть успешно использована в селекционных программах молочного скота республики.

Известно, что основная роль при крупномасштабной селекции отводится быкам-улучшателям. Их получение через трансплантацию эмбрионов при недостаточном поголовье быкопроизводящих коров является основным звеном обеспечения под потребность ремонтными быками госплемпредприятий республики. Отделом биотехнологии, возглавляемым И. И. Будевичем, первые телята-трансплантанты были получены в 1986 г. К настоящему времени их количество достигло более 5 тыс. гол., 359 быков-производителей трансплантантов были переданы на госплемпредприятия.

Под руководством и при непосредственном участии И. И. Будевича разработана и осуществлена на практике долгосрочная государственная программа «Трансплантация эмбрионов в животноводстве Республики Беларусь», которая явилась составной частью общей программы селекции исходя из принятого закона «О племенном деле в животноводстве Республики Беларусь» на период 2000–2010 и до 2020 года.

По итогам работы Иваном Ивановичем Будевичем была подготовлена и успешно защищена в 1992 г. диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук, а в 1996 г. было присвоено ученое звание профессора. В этом же году Иван Иванович избран членом-корреспондентом Академии аграрных наук Республики Беларусь, а в 2003 г. – членом-корреспондентом Национальной академии наук Беларуси.

Результаты работы И. И. Будевича имеют важное теоретическое и практическое значение и в настоящее время, они широко внедряются в хозяйствах республики и гарантируют ускоренное получение высокоценных генотипов.

Важнейшей отличительной чертой Ивана Ивановича Будевича было умение смотреть вперед, он не боялся развивать новые направления исследования руководимой им лаборатории. Так, большой объем исследований был проведен по разработке и совершенствованию технологии трансплантации эмбрионов в мясном скотоводстве и обработке режимов криоконсервирования и оттаивания зародышей. Проведены поисковые исследования, направленные на повышение результативности метода трансплантации на основе деления эмбрионов, разработаны способы получения двоен, изучены биохимические иммунологические показатели с целью дальнейшего прогнозирования эффективности метода трансплантации.

Основные научные разработки одобрены ученым советом Института и научно-техническим советом Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Они вошли в методические рекомендации «Биотехнология трансплантации эмбрионов крупного рогатого скота», «Метод получения двоен в молочном скотоводстве на основе трансплантации эмбрионов», «Метод гормонального вызывания суперовуляции у коров-доноров», а также подтверждены тремя авторскими свидетельствами. По указанному направлению И. И. Будевич подготовил 7 кандидатов наук, которые успешно развивают биотехнологические направления исследований в Беларуси. Он является автором более 200 научных работ и 15 авторских свидетельств и патентов.

Иван Иванович отличался профессионализмом, высокой работоспособностью, широким кругом научных интересов, стремлением к повышению квалификации. Большое внимание уделял пропаганде результатов научных исследований, выступал с лекциями и докладами перед специалистами зоотехнического профиля на республиканских и международных конференциях, в том числе за рубежом. За активную научно-исследовательскую работу и внедрение достижений науки в производство И. И. Будевич неоднократно награждался грамотами вышестоящих организаций.

Яркая фигура Ивана Ивановича Будевича – высокий образец человека и ученого. Жизнь его поучительна для молодых ученых и людей старшего поколения, она отличный пример того, как человек непрестанным упорным трудом и твердой волей достигает поставленных целей. Имя И. И. Будевича навсегда останется в истории зоотехнической науки Беларуси.

И. П. Шейко, академик НАН Беларуси