

ВЕСЦІ

НАЦЫЯНАЛЬнай АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ

СЕРЫЯ АГРАРНЫХ НАВУК. 2017. № 1

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

СЕРИЯ АГРАРНЫХ НАУК. 2017. № 1

Журнал основан в 1963 г.

Выходит четыре раза в год

Учредитель – Национальная академия наук Беларуси

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

Главный редактор:

Владимир Григорьевич Гусаков, академик Национальной академии наук Беларуси,
академик Российской академии наук, академик Национальной академии аграрных наук Украины,
академик Академии сельскохозяйственных наук Республики Казахстан, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Редакционная коллегия:

П. П. Казакевич, член-корреспондент, доктор технических наук, профессор (*зам. главного редактора*),

В. В. Азаренко, член-корреспондент, доктор технических наук, доцент (*зам. главного редактора*),

Т. С. Фашук (*ведущий редактор журнала*),

З. В. Василенко, член-корреспондент, доктор технических наук, профессор,

Г. И. Гануш, член-корреспондент, доктор экономических наук, профессор,

С. А. Касьянчик, кандидат сельскохозяйственных наук,

П. А. Красочко, доктор ветеринарных наук, доктор биологических наук, профессор,

С. В. Косьяненко, доктор сельскохозяйственных наук, доцент,

В. В. Лапа, академик, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

А. П. Лихацевич, член-корреспондент, доктор технических наук, профессор,

З. В. Ловкис, член-корреспондент, доктор технических наук, профессор,

А. В. Мелешеня, кандидат экономических наук, доцент,

В. К. Пестис, член-корреспондент, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

Н. А. Попков, кандидат сельскохозяйственных наук,

Ф. И. Привалов, член-корреспондент, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

С. А. Турко, кандидат сельскохозяйственных наук,

И. Н. Шило, доктор технических наук, профессор,

С. Г. Яковчик, кандидат сельскохозяйственных наук

Редакционный совет:

- И. М. Богдевич**, академик Национальной академии наук Беларуси, академик Национальной академии аграрных наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Республика Беларусь),
Ф. И. Василевич, академик Российской академии наук, доктор ветеринарных наук, профессор (Российская Федерация),
Г. Гавардашвили, академик Инженерной академии Грузии, доктор технических наук, профессор (Грузия),
Д. Врона, профессор, доктор сельскохозяйственных наук (Польша),
В. И. Долженко, академик Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Российская Федерация),
В. М. Косолапов, член-корреспондент Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук (Российская Федерация),
В. И. Кравчук, член-корреспондент Национальной академии аграрных наук Украины, доктор технических наук, профессор (Украина),
Ю. Ф. Лачуга, академик Российской академии наук, доктор технических наук, профессор (Российская Федерация),
А. Б. Лисицын, академик Российской академии наук, доктор технических наук, профессор (Российская Федерация),
А. Б. Молдашев, академик Академии сельскохозяйственных наук Республики Казахстан, доктор экономических наук, профессор (Республика Казахстан),
А. Т. Мысик, академик Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Российская Федерация),
Б. А. Ривжа, академик Академии наук Латвии, доктор экономических наук, профессор (Латвия),
В. Романюк, профессор, доктор технических наук (Польша),
В. П. Рыбалко, академик Национальной академии аграрных наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Украина),
П. Т. Саблук, академик Национальной академии аграрных наук Украины, доктор экономических наук, профессор (Украина),
А. Я. Самуйленко, академик Российской академии наук и НААН Украины, доктор ветеринарных наук, профессор (Российская Федерация),
Е. Н. Седов, академик Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Российская Федерация),
В. Станис, академик Академии наук Литвы, профессор, доктор сельскохозяйственных наук (Литва),
Н. И. Стрекозов, академик Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Российская Федерация),
У Син Хун, академик Китайской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук (Китай),
И. Г. Ушачев, академик Российской академии наук, доктор экономических наук, профессор (Российская Федерация),
И. П. Шейко, академик НАН Беларуси, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Республика Беларусь)

Журнал рецензируется. Входит в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Адрес редакции:

ул. Академическая, 1, к. 119, 220072, г. Минск, Республика Беларусь.
Тел.: + 375 17 284-19-19; e-mail: agro-vesti@mail.ru
сайт: vestiagr.belnauka.by

ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ.

Серия аграрных наук. 2017. № 1

Выходит на русском, белорусском и английском языках

Редактор *Т. С. Фацук*

Компьютерная верстка *А. В. Новик*

Подписано в печать 25.01.2017. Выход в свет 30.01.2017. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 14,88. Уч.-изд. л. 16,4. Тираж 80 экз. Заказ 11.

Цена номера: индивидуальная подписка – 10,34 руб., ведомственная подписка – 25,29 руб.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/18 от 02.08.2013. ЛП № 02330/455 от 30.12.2013. Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск, Республика Беларусь

© РУП «Издательский дом «Беларуская навука»,
Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серія аграрных навук, 2017

PROCEEDINGS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

AGRARIAN SERIES. 2017. N 1

The Journal was founded in 1963

Issued four times a year

Founder is the National Academy of Sciences of Belarus

The journal is registered on May 18, 2009 by the Ministry of Information of the Republic of Belarus in the State Registry of Mass Media, reg. No. 396

Editor-in-Chief:

Vladimir Grigorievich Gusakov, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Academician of the Russian Academy of Sciences, Academician of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Academician of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan, D. Sc. (Economics), Professor

Editorial Board:

P.P. Kazakevich, Corresponding Member, D. Sc. (Engineering Sciences), Professor (*Associate Editor-in-Chief*),
V.V. Azarenko, Corresponding Member, D. Sc. (Engineering Sciences), Assistant Professor, (*Associate Editor-in-Chief*),
T.S. Fashchuk (*Managing Editor*),

G.I. Ganush, Corresponding Member, D. Sc. (Economics), Professor,
S.A. Kas'yanchik, Ph. D. (Agricultural),
S.V. Kos'yanenko, D. Sc. (Agricultural), Assistant Professor,
P.A. Krasochko, D. Sc. (Veterinary), D. Sc. (Biological), Professor,
V.V. Lapa, Academician, D. Sc. (Agricultural), Professor,
A.P. Likhatchevich, Corresponding Member, D. Sc. (Engineering), Professor,
Z.V. Lovkis, Corresponding Member, D. Sc. (Engineering), Professor,
A.V. Meleshchenya, Ph. D. (Economic), Assistant Professor,
V.K. Pestis, Corresponding Member, D. Sc. (Agricultural), Professor,
N.A. Popkov, Ph. D. (Agricultural),
F.I. Privalov, Corresponding Member, D. Sc. (Agricultural), Professor,
I.N. Shilo, D. Sc. (Engineering), Professor,
S.A. Turko, Ph. D. (Agricultural),
Z.V. Vasilenko, Corresponding Member, D. Sc. (Engineering), Professor,
S.G. Yakovchik, Ph. D. (Agricultural)

Editorial Council:

I.M. Bogdevich, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Academician of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, D. Sc. (Agricultural), Professor (Republic of Belarus),
V.I. Dolzhenko, Academician of the Russian Academy of Sciences, D. Sc. (Agricultural), Professor (Russian Federation),
G. Gavardachvili, Academician, Engineering Academy of Georgia, D. Sc. (Engineering), Professor (Georgia),
V.M. Kosolapov, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, D. Sc. (Agricultural), Professor (Russian Federation),
V.I. Kravchuk, Corresponding Member of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, D. Sc. (Engineering), Professor (Ukraine),
Yu.F. Lachuga, Academician of the Russian Academy of Sciences, D. Sc. (Engineering), Professor (Russian Federation),

A. B. Lisitsyn, Academician of the Russian Academy of Sciences, D. Sc. (Engineering), Professor (Russian Federation),
A. B. Moldashev, Academician of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan, D. Sc. (Economics),
 Professor (the Republic of Kazakhstan),
A. T. Mysik, Academician of the Russian Academy of Sciences, D. Sc. (Agricultural), Professor, (Russian Federation),
B. A. Rivzha, Academician of the Latvian Academy of Sciences, D. Sc. (Economics), Professor (Latvia),
V. Romanyuk, D. Hab. (Engineering), Professor (Poland),
V. P. Rybalko, Academician of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, D. Sc. (Agricultural),
 Professor (Ukraine),
P. T. Sabluk, Academician of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, D. Sc. (Economics),
 Professor (Ukraine),
A. Ya. Samujlenko, Academician of the Russian Academy of Sciences and National Academy of Agricultural Sciences
 of Ukraine, D. Sc. (Veterinary), Professor (Russian Federation),
E. N. Sedov, Academician of the Russian Academy of Sciences, D. Sc. (Agricultural), Professor (Russian Federation),
I. P. Shejko, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Academician of the Russian Academy
 of Sciences, D. Sc. (Agricultural), Professor (Republic of Belarus)
N. I. Strekozov, Academician of the Russian Academy of Sciences, D. Sc. (Agricultural), Professor (Russian Federation),
I. G. Ushachev, Academician of the Russian Academy of Sciences, D. Sc. (Economics), Professor (Russian Federation),
F. I. Vasilevich, Academician of the Russian Academy of Sciences, D. Sc. (Veterinary), Professor (Russian Federation),
S. Vidmantas, Academician, Lithuanian Academy of Sciences, D. Sc. (Agricultural), Professor (Lithuania),
D. Wrona, D. Hab. (Agricultural), Professor (Poland),
Wu Xing-Hong, Academician Chinese Academy of Sciences, D. Sc. (Agricultural) (China)

*The Journal is included in The List of Journals for Publication of the Results
 of Dissertation Research in the Republic of Belarus and in the database
 of Russian Science Citation Index (RSCI)*

*Address of the Editorial Office:
 Akademicheskaya Str., 1, room 119, Minsk 220072, Republic of Belarus.
 Tel.: + 375-17-284-19-19; e-mail: agro-vesti@mail.ru
 website: vestiagr.belnauka.by*

PROCEEDING OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS.
 Agrarian series. 2017. N1

Printed in Russian, Belarusian and English languages

Editor *T. S. Fashchuk*
 Computer imposition *A. V. Novik*

It is sent of the press 25.01.2017. Appearance 30.01.2017. Format 60×84 1/8. Offset paper. The press digital.
 Printed pages 14,88. Publisher's signatures 16,4. Circulation 80 copies. Order 11.
 Number price: individual subscription – 10,34 byn., departmental subscription – 25,29 byn.

Publisher and printing execution:
 Republican unitary enterprise "Publishing House "Belaruskaya Navuka"
 Certificate on the state registration of the publisher, manufacturer, distributor of printing editions No. 1/18 dated August 2,
 2013. License for the press No. 02330/455 dated December 30, 2013. Address: F. Scorina str., 40, 220141, Minsk,
 Republic of Belarus.

© RUE "Publishing House "Belaruskaya Navuka",
 Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series, 2017

ЗМЕСТ

ЭКАНОМІКА

Бычков Н.А. Структурные преобразования сельскохозяйственных организаций в Республике Беларусь	7
Байгот Л.Н. Методические подходы по обоснованию обязательств по доступу импортных агропродовольственных товаров на внутренний рынок Беларуси в рамках присоединения к ВТО	21
Бельский В.И. Вопросы развития сельского хозяйства Беларуси в контексте тенденций трансграничного рынка агропродовольственной продукции	32

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА

Логинов В.Ф., Хитриков М.А. Пространственно-временные изменения биоклиматического потенциала территории Беларуси	42
Семенов Н.Н. Инновационная система земледелия в звене севооборота на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья	58

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА

Коско И.С., Шейко И.П., Епишко О.А., Чернов А.С. Полиморфизм гена <i>RYR1</i> , асоциация и полиморфизм гена <i>ESR</i> с репродуктивными качествами гибридных свиней	70
Дегтярик С.М., Слободническая Г.В., Гребнева Е.И., Бенецкая Н.А., Максимьюк Е.В., Беспалый А.В. Влияние фитонцидов растений на жизнеспособность и вирулентность этиологических агентов бактериальных инфекций у рыб	79

МЕХАΝІЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА

Басаревский А.Н., Кравченко К.А. Определение силы резания, развиваемой ножами ротационного рабочего органа каналоочистителя	90
Китиков В.О. Анализ научно-технического уровня процессов производства молока	99

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ

Груданов В.Я., Торган А.Б. Реологические аспекты течения макаронного теста в каналах матрицы ступенчато-переменного сечения	109
--	-----

ВУЧОНЫЯ БЕЛАРУСІ

Михаил Максимович Севернев (К 95-летию со дня рождения)	122
Николай Иванович Смеян (К 85-летию со дня рождения)	124
Альберт Федорович Трофимов (К 80-летию со дня рождения)	127

CONTENTS

ECONOMICS

Bychkov N.A. Structural transformation of agricultural organizations in the Republic of Belarus	7
Baihot L.N. Methodological approaches to obligations substantiations for access of imported agrofood products to the domestic market of Belarus in the framework of joining WTO.	21
Belsky V.I. Issues of agriculture development in Belarus in the context of trans-boundary market of agrofood products	32

AGRICULTURE AND PLANT CULTIVATION

Loginov V.F., Khitrykau M.A. Spatiotemporal changes of bioclimatic potential of the territory of Belarus	42
Semenenko N.N. Innovative farming system on anthropogenically transformed soils of Polesye	58

ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY MEDICINE

Kosko I.S., Sheyko I.P., Epishko O.A., Chernov A.S. Polymorphism of <i>RYR1</i> gene, associations and polymorphism of <i>ESR</i> gene with reproductive traits of hybrid pigs.	70
Degtyarik S.M., Slobodnitskaya G.V., Grebneva E.I., Benetskaya N.A., Macksimyk E.V., Bepalyi A.V. Effect of phytoncides of plants on viability and virulence of etiologic agents of bacterial infections in fish	79

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

Basareuski A.N., Kravchenin K.A. Determination of cutting force applied by blades of rotary working body of ditch cleaner	90
Kitikov V.A. Analysis of scientific and technical level of milk production processes	99

PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Grudanov V.Ya., Torhan A.B. Rheological aspects of macaroni batter flow in channels of matrix of step and variable section	109
---	-----

SCIENTISTS OF BELARUS

Mikhail Maximovich Severnyov (To the 95 th Anniversary of Birthday)	122
Nikolay Ivanovich Smeyan (To the 85 th Anniversary of Birthday)	124
Albert Fedorovich Trofimov (To the 80 th Anniversary of Birthday)	127

ЭКАНОМІКА **ECONOMICS**

УДК 631.155(476)

Поступила в редакцию 22.06.2016
Received 22.06.2016

Н. А. Бычков

*Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси, Минск,
Республика Беларусь*

СТРУКТУРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Переход к рыночной экономике обусловил необходимость коренных изменений в организации и ведении агропромышленного производства. Существенную трансформацию претерпевают организационная структура АПК, система управления, отношения собственности, принципы построения макроэкономического и микроэкономического регулирования деятельности организаций. Как результат структурных преобразований, за последние 15 лет в республике численность сельскохозяйственных организаций сократилась почти в 2 раза и по состоянию на 01.01.2016 г. составляет 1469 субъектов хозяйствования. В последние годы наметилась тенденция к уменьшению численности государственных унитарных предприятий, сельскохозяйственных производственных кооперативов с увеличением численности открытых акционерных обществ. В Республике Беларусь насчитывается 593 организации с долей государства в их уставных фондах, 65 совместных предприятий, 40 иностранных предприятий. С 2006 г. количество совместных и иностранных предприятий увеличилось в три раза. В агропромышленном комплексе созданы и функционируют 46 кооперативно-интеграционных структур, в рамках которых осуществляются производство сельскохозяйственного сырья, его переработка и сбыт конечной продукции. В системе агропромышленного комплекса функционируют 14 холдингов, из них 12 холдингов, созданных с участием государства. Ключевой проблемой структурных преобразований в агропромышленном комплексе является финансовое оздоровление неплатежеспособных организаций, осуществляющих деятельность в области сельского хозяйства, у которых неплатежеспособность приобретает или имеет устойчивый характер. Численность таких организаций в аграрном секторе составляет по состоянию на 1 января 2016 г. около 400 объектов. В связи с этим рассматриваются организационно-экономические меры досудебного финансового оздоровления и антикризисного управления организаций со сложным экономическим положением, установленные органами государственного управления в контексте реализации Государственной программы развития аграрного бизнеса на 2016–2020 годы.

Ключевые слова: реорганизация, устойчивая неплатежеспособность, финансовое оздоровление, санация, ликвидация, аренда, доверительное управление, продажа предприятий как имущественных комплексов.

N. A. Bychkov

*The Institute of System Researches in Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk,
Republic of Belarus*

STRUCTURAL TRANSFORMATION OF AGRICULTURAL ORGANIZATIONS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Transition to market economy has stipulated fundamental changes in organization and management of agricultural production. Organizational structure of AIC has undergone a significant transformation, as well as management system, property relations, principles of macroeconomic and microeconomic regulation of organizations activities. As a result of structural changes in the country for the last 15 years the number of agricultural organizations has decreased almost 2 times, and as of 01.01.2016 amounts to 1469 business entities. In recent years, there has been a tendency to reduction of the number of state unitary enterprises, agricultural production cooperatives with the increase of the number of open joints stock companies. There are 593 organizations with the state share in their capitals in the Republic of Belarus, 65 joint ventures and 40 foreign companies. Since 2006 the number of joint ventures and foreign companies has increased 3 times. 46 co-operative integration structures are created and functioning in the agro-industrial complex, with the production of agricultural raw materials, pro-

cessing and marketing of the final products, implemented within these structures. 14 holdings are functioning in the agro-industrial complex system, and 12 of these holdings are state based. The key problem of structural reforms in the agro-industrial complex is the financial recovery of insolvent organizations operating in the field of agriculture, with the persistent insolvency. The number of such organizations in the agricultural sector as of January 1, 2016 is about 400. In this regard organizational and economic measures of pre-trial financial recovery and crisis management are taken for organizations with difficult economic situation, established by governmental bodies in the context of implementation of the State program for development of agricultural business in 2016–2020.

Keywords: reorganization, persistent insolvency, financial recovery, business rescue, liquidation, lease, confidential management, transfer of enterprises as property.

Организация агропромышленного производства в современных условиях предполагает создание комплекса экономических и правовых условий для эффективного хозяйствования организаций путем развития государственно-частного партнерства, предпринимательства, совершенствования механизма функционирования интегрированных формирований, развития малого и среднего бизнеса.

С начала 90-х годов XX века в аграрном секторе республики произошли существенные институциональные преобразования субъектов хозяйствования, определены методы и механизмы привлечения инвестиций, реформирования убыточных организаций с привлечением отечественных и иностранных инвесторов.

Действующие в республике нормы регулирования имущественных отношений в процессе структурных преобразований сельскохозяйственных организаций охватывают три направления [1–2]:

1) создание и развитие рыночной инфраструктуры на основе частной собственности на имущество, в том числе путем продажи, аренды неиспользуемого либо неэффективно используемого государственного имущества либо безвозмездного его отчуждения в частную собственность в целях развития малого и среднего бизнеса;

2) осуществление процессов объединения организаций на основе реорганизации путем присоединения, слияния предприятий, доверительной продажи предприятий как имущественных комплексов в крупные интегрированные формирования (холдинговые компании);

3) преобразование объектов государственной собственности в хозяйственные общества, в том числе с участием отечественных и иностранных инвесторов;

4) проведение публичной (IPO) приватизации акций хозяйственных обществ на фондовом рынке.

Как результат структурных преобразований, за последние 15 лет численность сельскохозяйственных организаций в республике сократилась почти в 2 раза [3]. По состоянию на 01.01.2016 г. производством сельскохозяйственной продукции в республике занимается 1469 субъектов хозяйствования. Организация аграрного бизнеса осуществляется в следующих формах: 452 унитарных предприятия, 225 колхозов (СПК), 792 хозяйственных общества (из них 612 – акционерные общества, 168 – ООО, 12 – ОДО). В системе управления Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь находится 1039 объектов, или 72 % общей численности субъектов хозяйствования. Отмечается устойчивая тенденция снижения численности колхозов (СПК), государственных унитарных предприятий и рост численности хозяйственных обществ с участием государства [4].

Республика Беларусь в постсоциалистическом пространстве выступает единственной страной, где в результате разгосударствления и приватизации государственной собственности формируется так называемый «государственный капитализм». Доля государства в уставных фондах коммерческих организаций сельского хозяйства составляет 64 %. К 1 января 2017 г. этот показатель составит 90 % и более, что связано, прежде всего, с реорганизацией действующих колхозов (СПК) в хозяйственные общества с долей государства 100 % и государственные унитарные предприятия¹.

В АПК созданы и функционируют 46 кооперативно-интеграционных структур, 14 холдинговых компаний в цепи «производство – переработка – реализация продукции».

¹ О реорганизации колхозов (сельскохозяйственных производственных кооперативов): Указ Президента Респ. Беларусь, 17 июля 2014 г., № 349 // Консультант плюс: Беларусь. Версия 4000.00.30 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

Среди организаций малого предпринимательства удельный вес фермерских хозяйств занимает 90 %, или около 3000. Их доля в производстве продукции сельского хозяйства составляет около 2 %.

Государственная программа развития аграрного бизнеса на 2016–2020 годы, утвержденная Советом Министров Республики Беларусь от 11 марта 2016 г. № 196, предусматривает основные направления создания условий устойчивого развития организаций АПК². Ключевой проблемой структурных преобразований является реформирование убыточных, неплатежеспособных организаций. Эта проблема не нова для АПК. Здесь можно выделить несколько этапов.

Первый этап (1998–2000 гг.). Характеризуется государственной поддержкой промышленных, обслуживающих сельское хозяйство, и иных предприятий, объединившихся с низкорентабельными колхозами, совхозами и другими сельскохозяйственными организациями [5].

Второй этап (2004–2005 гг.). Реорганизация убыточных организаций по состоянию на 01.01.2004 г. путем присоединения, слияния, продажи предприятий как имущественных комплексов [6]. На данном этапе в контексте реализации положений Указов Президента Республики Беларусь от 19 марта 2004 г. № 138 «О некоторых мерах по финансовому оздоровлению сельскохозяйственных организаций и привлечению инвестиций в сельскохозяйственное производство» и от 14 июня 2004 г. № 280 «О порядке и условиях продажи юридическим лицам предприятий как имущественных комплексов убыточных сельскохозяйственных организаций» реорганизовано путем присоединения (слияния) 417 объектов, проданы как имущественные комплексы 85 убыточных сельскохозяйственных организаций организациям-инвесторам [7–10].

Третий этап (с 01.01.2006 г. по 31.12.2014 г.). Связан с практической реализацией Указа Президента Республики Беларусь от 24.06.2008 г. № 350 (ред. от 21.12.2015 г.) «О привлечении инвестиций в сельскохозяйственное производство»³. Данный этап предусматривает юридическим лицам, приобретшим (приобретающим) с 1 января 2006 г. по 31 декабря 2010 г. в установленном порядке путем реорганизации, покупки, безвозмездной передачи предприятий как имущественных комплексов сельскохозяйственных организаций права и обязанности этих организаций, предоставление государственных преференций по обязательствам.

Четвертый этап (начиная с 01.01.2014 г.). Ключевой проблемой структурных преобразований в аграрном секторе стало финансовое оздоровление сельскохозяйственных организаций, у которых неплатежеспособность приобретает или имеет устойчивый характер» [11].

В целях создания условий для повышения эффективности работы данных организаций Указом Президента Республики Беларусь от 17 июля 2014 г. № 348 «О мерах по повышению эффективности работы организаций агропромышленного комплекса»⁴ предусмотрены меры имущественной и финансовой реструктуризации. В частности, установлено банкам и открытому акционерному обществу «Банк развития Республики Беларусь» (далее – банки) предоставлять отсрочку исполнения обязательств по основному долгу на срок, не превышающий пяти лет (далее – отсрочка юридическим лицам, приобретшим (приобретающим) с 1 января 2014 г. по 31 декабря 2016 г. в установленном порядке в результате реорганизации (в форме слияния, присоединения), покупки, безвозмездной передачи предприятий как имущественных комплексов права и обязанности неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций по долгосрочным инвестиционным кредитам, выданным юридическим лицам и сельскохозяйственным организациям на приобретение сельскохозяйственной техники, оборудования, строительство, реконструкцию и (или) модернизацию производственных объектов. Отсрочка предоставляется на основании поданных в банки заявлений юридических лиц, приобретших права и обязанности сельскохозяйственных организаций, о предоставлении отсрочки и утвержденных облісвольками бизнес-планов развития этих юридических лиц, которыми установлены сроки исполнения

² О Государственной программе развития аграрного бизнеса на 2016–2020 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196 // Консультант плюс: Беларусь. Версия 4000.00.30 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

³ О привлечении инвестиций в сельскохозяйственное производство: Указ Президента Респ. Беларусь, 24 июня 2008 г., № 350 (ред. от 21.12.2015 г.) // Консультант плюс: Беларусь. Версия 4000.00.30 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

⁴ О мерах по повышению эффективности работы организаций агропромышленного комплекса: Указ Президента Респ. Беларусь, 17 июля 2014 г., № 348 // Консультант плюс: Беларусь. Версия 4000.00.30 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

обязательств, подлежащих отсрочке. При этом сумма таких обязательств (срочная, просроченная, пролонгированная задолженность) отражается на счетах по учету срочной задолженности банков. Предоставление отсрочки оформляется путем внесения соответствующих изменений и (или) дополнений в кредитные договоры.

Совместное постановление Совета Министров Республики Беларусь и Национального банка Республики Беларусь от 18 января 2016 г. №28/2 «Комплекс мер по решению задач социально-экономического развития Республики Беларусь в 2016 г. и обеспечению макроэкономической сбалансированности» в целях финансового оздоровления и реформирования устойчиво неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций инициировало создание ОАО «Агентство по управлению активами»⁵ и передачу ему активов банков, сформированных при кредитовании устойчиво неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций, организацию работы по финансовому оздоровлению и реформированию неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций путем реорганизации, продажи, безвозмездной передачи организаций (акций таких организаций), возбуждения процедуры антикризисного управления в отношении экономически несостоятельных организаций.

Указом Президента Республики Беларусь № 78 от 23 февраля 2016 г. «О мерах по повышению эффективности социально-экономического комплекса Республики Беларусь» в части устойчиво неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций поручено:

1) Совету Министров применять упрощенные процедуры финансового оздоровления сельскохозяйственных организаций;

2) уполномочить председателей районных (городских) исполкомов принимать в порядке, утверждаемом Президентом Республики Беларусь, оперативные решения по передаче в доверительное управление предприятий как имущественных комплексов устойчиво неплатежеспособных коммунальных сельскохозяйственных унитарных предприятий, в том числе с правом последующего приобретения таких имущественных комплексов доверительным управляющим, надлежаще выполнившим условия договора доверительного управления, а также по изъятию и предоставлению используемых такими предприятиями земельных участков (при сохранении целевого назначения сельскохозяйственных земель и земель лесного фонда) доверительным управляющим и (или) эффективно работающим субъектам хозяйствования (инвесторам) в установленном порядке.

Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы на предстоящие пять лет предусматривается:

1) финансовое оздоровление неплатежеспособных организаций, осуществляющих деятельность в области сельского хозяйства, путем досудебной санации и проведения процедуры экономической несостоятельности (банкротства);

2) создание различных моделей и форм реформирования неплатежеспособных организаций, осуществляющих деятельность в области сельского хозяйства (присоединение, слияние, продажа, безвозмездная передача, аренда, доверительное управление), на основе активизации предпринимательской деятельности;

3) создание эффективной системы управления в организациях, осуществляющих деятельность в области агропромышленного производства, на основе новых форм и методов предпринимательской деятельности;

4) создание и развитие холдингов в основных экспортоориентированных отраслях (молочной, мясной, льняной, хлебопродуктовой и др.);

5) вовлечение крестьянских (фермерских) хозяйств в реализацию государственных программ и мероприятий в агропромышленном комплексе;

6) установление границ земельных участков, предоставленных для ведения крестьянских (фермерских) хозяйств, разработка проектов внутрихозяйственного землеустройства, оформление документов, удостоверяющих права на земельные участки, обеспечение первичного обустройства крестьянских (фермерских) хозяйств (строительство дорог, линий электропередачи, объектов водо- и газоснабжения, телефонной связи и иных объектов), а также мелиорации земель;

⁵ О создании и деятельности открытого акционерного общества «Агентство по управлению активами»: Указ Президента Респ. Беларусь, 14 июля 2016 г., №268 // Консультант плюс: Беларусь. Версия 4000.00.30 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

7) предоставление гражданам земельных участков для ведения личных подсобных хозяйств, сенокошения, выпаса сельскохозяйственных животных и иных целей, связанных с производством сельскохозяйственной продукции;

8) выплата надбавок к закупочным ценам на сельскохозяйственную продукцию, закупаемую у населения.

Принятые государством организационно-экономические меры не случайны. По состоянию на 1 января 2016 г. среди сельскохозяйственных организаций, находящихся в системе управления Минсельхозпрода, насчитывалось 523 неплатежеспособные организации, из которых у 372 неплатежеспособность приобретает, а у 32 организаций имеет устойчивый характер [12–13].

В зависимости от финансового состояния устойчиво неплатежеспособные сельскохозяйственные организации по состоянию на 01.01.2016 г. классифицируются следующим образом: в 3,8 % объектов чистые активы равны нулю либо имеют отрицательное значение; в 38,4 % отмечаются убытки от реализации продукции в течение трех последних лет; в 13,4 % убытки от реализации продукции отмечаются в течение двух лет из трех; в 24,5 % убытки от реализации продукции имеют место один год из трех последних лет; 19,9 % объектов имеют положительные результаты от реализации, однако параметры платежеспособности ниже нормативных, предприятия не могут самостоятельно рассчитаться с долгами в установленные сроки.

В землепользовании 372 организаций находится около 2,1 млн га сельскохозяйственных земель, или почти 30 % от всей площади сельскохозяйственных земель организаций, осуществляющих сельскохозяйственную деятельность.

В 2015 г. указанными организациями получена выручка от реализации продукции в размере 16,4 трлн руб., чистый убыток составил 2,4 трлн руб. при рентабельности продаж (–8,0 %), по конечному результату (–15,1 %).

На 1 января 2016 г. финансовые обязательства 372 сельскохозяйственных организаций достигли 35,6 трлн руб., из них просроченные – 9 трлн руб. (25 %). На долю этих организаций приходится 32 % всех финансовых обязательств сельскохозяйственных организаций республики, в том числе 45 % просроченных. В структуре задолженности таких организаций 21,8 трлн руб. (61 %) занимает кредиторская задолженность, в том числе просроченная – 7,7 трлн руб. (35 %).

Кредитная задолженность достигла 12,8 трлн руб. (36 %), в том числе просроченная – 1,0 трлн руб. (8 %). В структуре кредитной задолженности долгосрочные кредиты занимают 10,2 трлн руб., краткосрочные – 2,6 трлн руб., или 80 и 20 % от общей суммы кредитных обязательств соответственно.

Деятельность этих организаций обеспечивается за счет различных преференций и мер, оказываемых государством. Так, в 2015 г. общая сумма бюджетных средств, направленная на развитие этих хозяйств, составила 2 трлн руб., в том числе на текущую деятельность – 1,3 трлн руб., или 33 и 30 % от объема финансирования сельскохозяйственных организаций системы Минсельхозпрода соответственно.

На основании вышеизложенного в республике принят комплекс организационно-правовых мер по финансовому оздоровлению и реформированию убыточных, устойчиво неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций⁶.

Органам государственного управления, в подчинении (составе) которых находятся сельскохозяйственные организации либо в управлении которых находятся акции (доли в уставном фонде) таких сельскохозяйственных организаций, а также собственникам имущества, учредителям, участникам, членам либо уполномоченным на принятие соответствующих решений органам сельскохозяйственных организаций до 1 октября 2016 г. необходимо обеспечить рассмотрение на заседаниях соответствующих комиссий по предупреждению экономической несостоятельности (банкротства), созданных в соответствии с законодательством, результатов финансово-хозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций и подготовку

⁶ О мерах по финансовому оздоровлению сельскохозяйственных организаций: Указ Президента Респ. Беларусь, 4 июля 2016 г., №253// Консультант плюс: Беларусь. Версия 4000.00.30 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016; О внесении изменений и дополнений в Указы Президента Республики Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь, 4 июля 2016 г., №251 // Консультант плюс: Беларусь. Версия 4000.00.30 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

предложений о целесообразности проведения досудебного оздоровления; нецелесообразности проведения досудебного оздоровления и необходимости подачи в экономический суд заявления об экономической несостоятельности (банкротстве).

В рамках досудебного оздоровления предусматривается следующий механизм (рис. 1).

Сельскохозяйственным организациям, юридическим лицам, приобретшим (приобретающим) в установленном законодательством порядке права и обязанности сельскохозяйственных организаций в период с 1 января 2016 г. по 31 декабря 2017 г. в результате реорганизации (в форме слияния, присоединения, преобразования), покупки, безвозмездной передачи предприятий как имущественных комплексов сельскохозяйственных организаций, а также юридическим лицам, которым предоставлены в аренду предприятия как имущественные комплексы сельскохозяйственных организаций, в части обязательств сельскохозяйственных организаций, права и обязанности которых перешли этим юридическим лицам, предоставляется отсрочка (рассрочка) исполнения обязательств по задолженности перед открытым акционерным обществом «Агентство по управлению активами». Учредителями Агентства выступают Республика Беларусь, облисполкомы. По перечню предприятий (в процедуре досудебного и судебного оздоровления), утверждаемому Советом Министров Республики Беларусь и Национальным банком

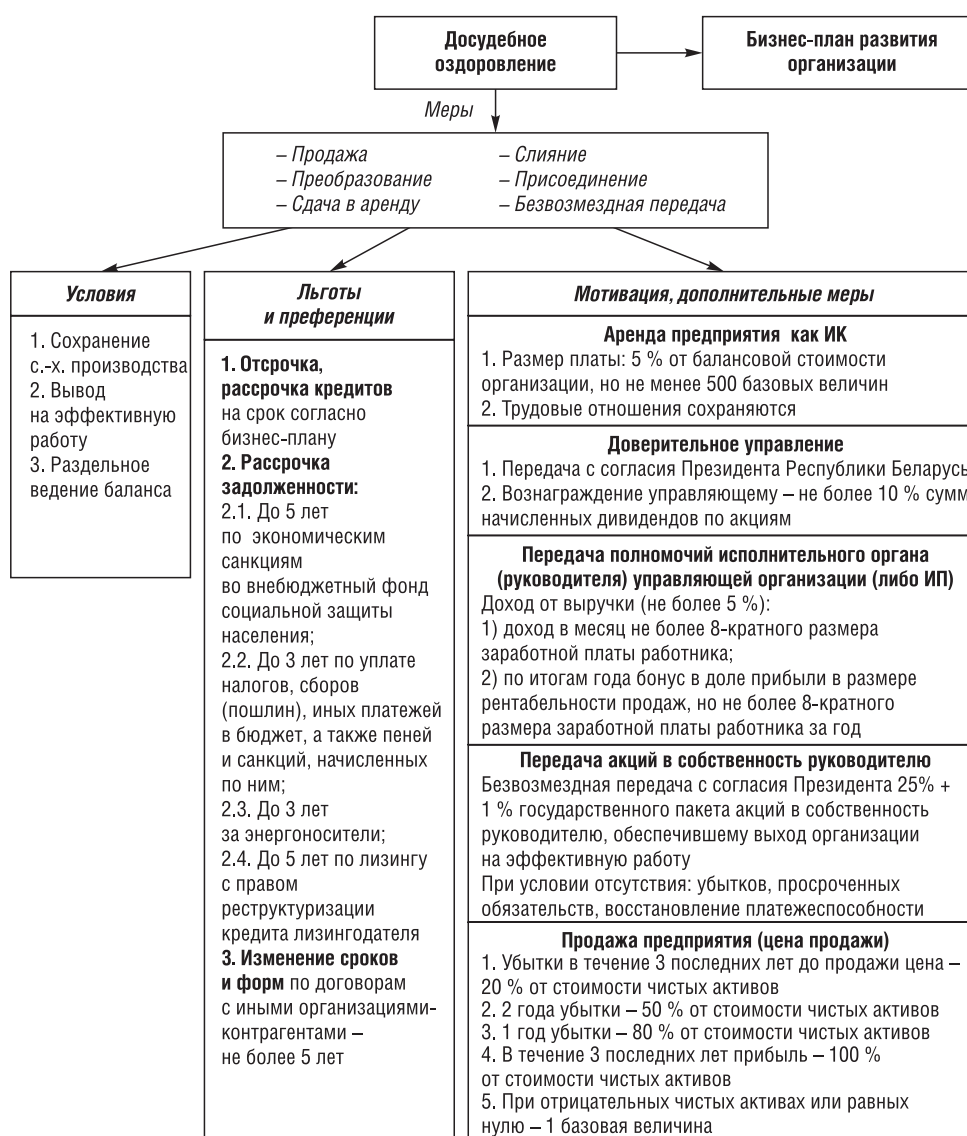


Рис. 1. Организационно-экономические меры досудебного оздоровления сельскохозяйственных организаций со сложным экономическим положением

Fig. 1. Structural and economic measures for pretrial rehabilitation of agricultural organizations with falling economy

Республики Беларусь, долгосрочные и краткосрочные кредиты банков этих предприятий передаются в управление данному Агентству.

Меры досудебного оздоровления вправе применять сельскохозяйственные организации, включенные в перечень сельскохозяйственных организаций, подлежащих досудебному оздоровлению, определяемый Советом Министров Республики Беларусь; юридические лица-инвесторы.

Для рассмотрения предложений о досудебном оздоровлении сельскохозяйственных организаций на соответствующей комиссии сельскохозяйственной организацией, юридическим лицом-инвестором предоставляются:

заявление о проведении досудебного оздоровления с обоснованием необходимости его проведения с учетом обязательств по сохранению деятельности по производству сельскохозяйственной продукции;

бизнес-план развития, включающий меры по досудебному оздоровлению, с указанием должностных лиц, на которых возлагается ответственность за обеспечение его реализации.

В рамках мер досудебного оздоровления сельскохозяйственным организациям, включенным в перечень сельскохозяйственных организаций, подлежащих досудебному оздоровлению, утверждаемый Советом Министров Республики Беларусь, а также юридическим лицам-инвесторам в части обязательств сельскохозяйственных организаций, права и обязанности которых перешли этим юридическим лицам, предоставляются льготы и преференции.

Высвобождаемые от предоставления рассрочек (отсрочек) средства направляются сельскохозяйственными организациями, юридическими лицами-инвесторами на пополнение собственных оборотных средств.

Персональная ответственность за выполнение условий реструктуризации финансовых обязательств возлагается на руководителя сельскохозяйственной организации, юридическое лицо-инвестора, которым предоставлена реструктуризация.

Уполномоченные органы сельскохозяйственных организаций, в отношении которых применяются меры досудебного оздоровления этих организаций, могут использовать следующие модели реформирования.

1. Передача предприятия как имущественного комплекса в аренду с соблюдением следующих условий. Размер годовой арендной платы за предприятие как имущественный комплекс не может превышать 5 % от балансовой стоимости имущества сельскохозяйственной организации, но не менее 500 базовых величин, установленных на 31 декабря предшествующего года. Трудовые отношения с работниками продолжаются арендатором на условиях, предусмотренных трудовыми договорами.

Юридические лица-инвесторы, которым предоставлены в аренду предприятия как имущественные комплексы сельскохозяйственных организаций, подлежащих досудебному оздоровлению, обязаны отражать арендуемое имущество (предприятие как имущественный комплекс сельскохозяйственной организации) на отдельном балансе [14, 15].

2. Передача имущества (акций), эмитированных сельскохозяйственной организацией в доверительное управление. Введение института доверительного управления акциями предполагает [16–17]:

- 1) привлечение эффективного управляющего в лице индивидуального предпринимателя либо коммерческой организации, либо физического лица с согласия Президента Республики Беларусь;
- 2) упраздняет неэффективную систему государственного владельческого надзора и контроля;
- 3) не влечет перехода права собственности на передаваемое в управление предприятие как имущественный комплекс, акций, сохраняет в необходимой степени связь между государством, собственником имущества и новым управленцем выполнять государственно значимые функции.

3. Передача полномочий исполнительного органа (руководителя) сельскохозяйственной организации, являющейся акционерным обществом или унитарным предприятием, по договору другой коммерческой организации (управляющей организации) либо индивидуальному предпринимателю (управляющему). Доход управляющей организации (управляющего) по таким договорам устанавливается в процентах от выручки от реализации товаров, продукции, работ, услуг этой сельскохозяйственной организации, но не может превышать 5 % от нее. При этом среднемесячный доход управляющей организации (управляющего) не может превышать вось-

микратного размера среднемесячной заработной платы среднесписочного работника сельскохозяйственной организации в соответствующем месяце; по итогам работы за год управляющей организации (управляющему) устанавливается бонус в доле прибыли от реализации продукции, товаров, работ, услуг в размере уровня рентабельности продаж. Выплачиваемая сумма бонуса не может превышать восьмикратного размера заработной платы среднесписочного работника сельскохозяйственной организации за этот год.

4. Продажа предприятий как имущественных комплексов, акций сельскохозяйственных организаций, являющихся акционерными обществами, по согласованию с Президентом Республики Беларусь. Опыт в данном направлении в республике накоплен с 2004 г. [18–19]. В настоящее время на базе проданных предприятий функционирует 60 субъектов хозяйствования, где в 40 % случаях организация аграрного бизнеса осуществляется в форме самостоятельного юридического лица, 46 % – в форме филиалов, 22 % – необособленных структурных подразделениях (цеха, участки и др.).

Во владении и пользовании (аренда) новых собственников находится более 240 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в том числе более 160 тыс. га пашни. Здесь занято около 13 тыс. работников.

С момента перехода предприятий в собственность коммерческим организациям произошли позитивные структурные изменения в экономике убыточных организаций. Отмечается существенное обновление материально-технической базы производства. Размер инвестиций в технико-технологическую модернизацию производства в расчете на один объект в среднем превысил 95 млрд руб. В источниках финансирования капитальных вложений собственные средства инвесторов составляют более 60 %.

Вместе с тем, дальнейшее развитие механизма продажи предприятий (акций) неплатежеспособных организаций на законодательном уровне не получило в республике должного развития. Методические рекомендации по продаже и присоединению неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций (далее – рекомендации), утвержденные Министром сельского хозяйства и продовольствия и Председателем Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь 15.04.2015 г., практически не работают.

В комплексе мер по реформированию неплатежеспособных организаций и их финансовому оздоровлению на законодательном уровне предусматриваются следующие особенности механизма продажи предприятий как имущественных комплексов устойчиво неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций. Цена продажи предприятий как имущественных комплексов, акций сельскохозяйственных организаций, являющихся акционерными обществами, определяется исходя из стоимости чистых активов сельскохозяйственной организации, рассчитанной в соответствии с законодательством на первое число первого месяца квартала, в котором принято решение о продаже, и составляет:

- для сельскохозяйственных организаций, у которых в течение последних трех лет сложился отрицательный финансовый результат от реализации продукции, товаров (работ, услуг) и (или) образовался чистый убыток, – 20 % стоимости чистых активов;
- для сельскохозяйственных организаций, у которых в течение последних трех лет в двух годах сложился отрицательный финансовый результат от реализации продукции, товаров (работ, услуг) и (или) образовался чистый убыток, – 50 % стоимости чистых активов;
- для сельскохозяйственных организаций, у которых в течение последних трех лет в одном году сложился отрицательный финансовый результат от реализации продукции, товаров (работ, услуг) и (или) образовался чистый убыток, – 80 % стоимости чистых активов;
- для сельскохозяйственных организаций, у которых в течение последних трех лет сложились положительные финансовые результаты от реализации продукции, товаров (работ, услуг) и не образовался чистый убыток, – 100 % стоимости чистых активов.

При стоимости чистых активов сельскохозяйственной организации, равной нулю или имеющей отрицательную величину, цена продажи предприятия как имущественного комплекса акций составляет одну базовую величину, установленную в Республике Беларусь на первое число первого месяца квартала, в котором принято решение о продаже.

Продаваемое предприятие как имущественный комплекс может оплачиваться в рассрочку до 3 лет без индексации платежей.

Средства от продажи предприятий как имущественных комплексов, акций направляются:

- в республиканский бюджет – по сельскохозяйственным организациям, имущество либо акции которых находятся в собственности Республики Беларусь;
- в бюджет соответствующей административно-территориальной единицы – по сельскохозяйственным организациям, имущество либо акции которых находятся в собственности административно-территориальных единиц, и неплатежеспособным сельскохозяйственным производственным кооперативам (колхозам).

5. Передача в собственность руководителю хозяйственного общества 25 % + 0,1 % акций. По решению Президента Республики Беларусь в собственность руководителя сельскохозяйственной организации могут быть безвозмездно переданы акции (доли в уставном фонде), эмитированные этой организацией, находящиеся в собственности Республики Беларусь и (или) соответствующей административно-территориальной единицы. Количество передаваемых акций (долей в уставном фонде) не может превышать 25 % плюс одна акция от общего количества эмитированных этой организацией акций (25,01 процента долей в уставном фонде организации).

Облисполкомы (Минский горисполком) на основании представленных райисполкомами (местными администрациями г. Минска) материалов готовят проекты решений о безвозмездной передаче акций (долей в уставном фонде) сельскохозяйственной организации, принадлежащих административно-территориальной единице, и направляют их в установленном порядке Президенту Республики Беларусь. При этом указанные акции не подлежат отчуждению в течение 3 лет с даты их приобретения.

Обязательным условием безвозмездной передачи 25 % акций плюс одна акция (25,01 % долей в уставном фонде) сельскохозяйственной организации, находящейся в собственности соответствующей административно-территориальной единицы, руководителю, работающему по трудовому договору (контракту) в этой организации, является обеспечение к дате истечения пятилетнего периода реализации бизнес-плана развития этой организации, эффективной хозяйственной (экономической) деятельности этой организации (отсутствие убытков, просроченных обязательств и восстановления платежеспособности).

Безвозмездная передача осуществляется по заявлению руководителя сельскохозяйственной организации в адрес местного исполнительного и распорядительного органа, в управлении которого находятся передаваемые акции (доли в уставном фонде) сельскохозяйственной организации.

Проекты решений о продаже предприятий как имущественных комплексов, акций сельскохозяйственных организаций, являющихся акционерными обществами, о безвозмездной передаче акций (долей в уставном фонде) сельскохозяйственной организации, принадлежащих административно-территориальной единице в собственность руководителя, до направления Президенту Республики Беларусь на согласование подлежат согласованию с Министерством сельского хозяйства и продовольствия, Министерством экономики, Министерством финансов, Министерством по налогам и сборам, Государственным комитетом по имуществу, Комитетом государственного контроля, Комитетом государственной безопасности, Генеральной прокуратурой Республики Беларусь.

В отношении сельскохозяйственных организаций, включенных в перечень сельскохозяйственных организаций, в отношении которых необходимо проведение процедур экономической несостоятельности (банкротства), определяемый Советом Министров Республики Беларусь, такие процедуры проводятся в соответствии с законодательством об экономической несостоятельности (банкротстве) с учетом следующих особенностей (рис. 2).

В процедуре экономической несостоятельности (банкротства) выделяются следующие периоды: *защитный; конкурсного производства (санация либо ликвидация); мирового соглашения.*

Продолжительность защитного периода не может превышать одного месяца, санации – 36 месяцев со дня вынесения решения о ее проведении, ликвидационного производства – 12 месяцев.

По ходатайству государственного органа, согласованному в установленном законодательством порядке с Советом Министров Республики Беларусь, срок санации может быть продлен судом, рассматривающим экономические дела, но не более чем на 24 месяца.

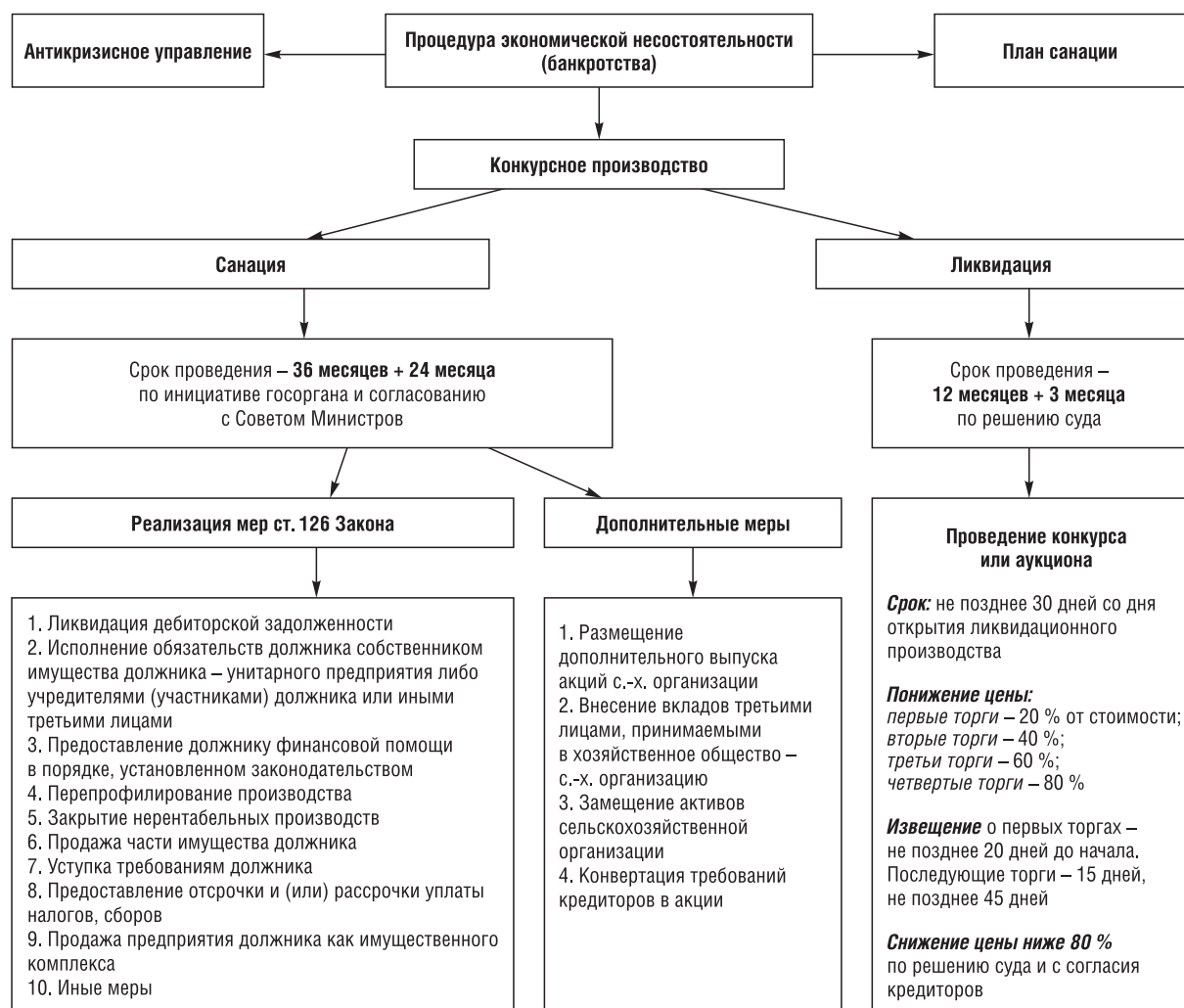


Рис. 2. Организационно-экономический механизм несостоятельности (банкротства)

Fig. 2. Structural and economic mechanism of insolvency (bankruptcy)

На срок защитного периода по аккредитации государственного органа управления судом назначается *временный антикризисный управляющий*, который в указанный срок предоставляет требования должника в суд, устанавливает основания санации либо ликвидации должника, план санации либо ликвидации. После этого судом объявляется конкурсное производство с санацией либо ликвидацией.

Для обеспечения эффективной хозяйственной (экономической) деятельности и восстановления платежеспособности в процедуре санации сельскохозяйственной организации могут приниматься дополнительные меры (рис. 3).

Размещение дополнительного выпуска акций сельскохозяйственной организации может осуществляться путем проведения закрытой подписки среди акционеров сельскохозяйственной организации либо путем открытой подписки, при этом продолжительность проведения подписки не должна превышать трех месяцев. Оплата акций дополнительного выпуска может быть осуществлена только денежными средствами.

Конвертация требований кредиторов в акции дополнительного выпуска проводится в пределах собственного капитала сельскохозяйственных организаций путем их передачи сельскохозяйственной организацией кредиторам в качестве предоставления взамен исполнения обязательства по уплате долга отступного в виде акций с заключением соглашения об отступном.

Замещение активов сельскохозяйственной организации проводится путем учреждения сельскохозяйственной организацией одного или нескольких хозяйственных обществ.



Рис. 3. Дополнительные организационно-экономические меры санации

Fig. 3. Additional structural and economic rehabilitation measures

В уставный фонд учреждаемого хозяйственного общества (хозяйственных обществ) вносится имущество (в том числе имущественные права) сельскохозяйственной организации, предназначенное для осуществления предпринимательской деятельности. При замещении активов сельскохозяйственной организации единственным учредителем учреждаемого хозяйственного общества (хозяйственных обществ) является сельскохозяйственная организация. Устав учреждаемого хозяйственного общества (хозяйственных обществ) утверждается антикризисным управляющим.

Размер уставного фонда учреждаемого хозяйственного общества (хозяйственных обществ) должен быть равен стоимости имущества, определенной в акте об оценке имущества, вносимого в уставный фонд хозяйственного общества (хозяйственных обществ), и определяться решением собрания кредиторов.

Таким образом на современном этапе наряду с традиционными способами реформирования организаций со сложным экономическим положением (присоединение, слияние, продажа предприятий эффективным собственникам, безвозмездная передача части государственного пакета акций в собственность руководителям и др.) государство акцентирует внимание и на использование рычагов экономической несостоятельности (банкротства).

Выводы

1. Реализация комплекса мер по структурным преобразованиям в агропромышленном комплексе позволит к концу 2020 г. обеспечить рентабельность продаж в сельском хозяйстве на уровне не менее 10 %; осуществить институциональные и организационно-экономические преобразования в сельскохозяйственном производстве; создать благоприятные условия для развития предпринимательства в сельском хозяйстве и сельской местности; повысить инвестиционную привлекательность в сфере аграрного бизнеса, развития государственно-частного партнерства; обеспечить сокращение численности неэффективно работающих организаций, осуществляющих деятельность в области сельского хозяйства; обеспечить положительную динамику работы организаций, осуществляющих деятельность в области сельского хозяйства; создать новые рабочие места в сельской местности; увеличить доходы сельского населения в результате развития новых направлений деятельности в сельской местности, включая агротуристическую, ремесленную и иную деятельность.

2. Развитие и поддержка малых форм хозяйствования позволит создать дополнительно не менее 3,5 тыс. рабочих мест и увеличить списочную численность работников в крестьянских (фермерских) хозяйствах до 12,5 тыс. чел.; увеличить объемы производства продукции сельского хо-

зяйства в крестьянских (фермерских) хозяйствах в 2,8 раза к 2015 г. и довести удельный вес ее стоимости до 4,5 % в стоимости продукции сельского хозяйства всех категорий хозяйств; стабилизировать производство сельскохозяйственной продукции в хозяйствах граждан; создать организационно-правовые условия для развития сельскохозяйственных потребительских кооперативов.

Список использованных источников

1. Регулирование имущественных отношений в процессе рыночных преобразований агропромышленного комплекса / под ред. В. Г. Гусакова. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2012. – 292 с.
2. Механизм отчуждения государственного имущества в процессе институциональных преобразований в АПК / Н. А. Бычков [и др.]. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2013. – 131 с.
3. Бычков, Н. А. Эффективность организационно-институциональных преобразований АПК: состояние, проблемы, рекомендации / Н. А. Бычков ; под ред. А. П. Шпака. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2014. – 183 с.
4. Рекомендации по формированию эффективных моделей бизнеса субъектов хозяйствования АПК / Н. А. Бычков [и др.]. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2016. – 111 с.
5. Бычков, Н. А. Совершенствование механизма функционирования организаций АПК / Н. А. Бычков ; науч. ред. В. Г. Гусаков. – Минск : Беларус. навука, 2009. – 386 с.
6. Реорганизация предприятий АПК: теория, методология, практика / Н. А. Бычков [и др.] ; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2011. – 248 с.
7. Реорганизация убыточных сельскохозяйственных организаций: анализ, передовой опыт, предложения и рекомендации / Н. А. Бычков [и др.]. – Минск : Ин-т экономики НАН Беларуси – Центр аграр. экономики, 2007. – 110 с.
8. Анализ эффективности работы организаций-инвесторов, приобретших в собственность имущественные комплексы убыточных сельскохозяйственных организаций Минской области в соответствии с Указами Президента Республики Беларусь № 138 и 280 за 2003–2007 гг. / И. М. Шматко [и др.]. – Минск : Ин-т экономики НАН Беларуси, 2008. – 36 с.
9. Реформирование сельскохозяйственных организаций Минской области: тенденции и закономерности / Н. А. Бычков [и др.]. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2009. – 356 с.
10. Бычков, Н. А. Поглощение убыточных сельскохозяйственных организаций в процессе рыночной реорганизации: опыт и проблемы // Проблемы экономики : сб. науч. тр. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Минск, 2007. – Вып. 4. – С. 18–29.
11. Бычков, Н. А. Организационно-институциональные преобразования АПК: состояние, проблемы, перспективы / Н. А. Бычков // Пути повышения экономической эффективности развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь : материалы науч.-практ. конф. (Минск, 23 июня 2014 г.) / Палата представителей Нац. собр. Респ. Беларусь, Ин-т систем. исслед. в АПК Нац. акад. наук Беларуси ; ред. А. П. Шпак. – Минск, 2014. – С. 23–29.
12. Организационно-экономический механизм реформирования убыточных, неплатежеспособных сельскохозяйственных организаций / А. П. Шпак [и др.] ; ред. А. П. Шпак. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2016. – 177 с.
13. Основные направления перспективного экономического развития агропромышленного комплекса Беларуси / А. П. Шпак [и др.]. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2016. – 78 с.
14. Бычков, Н. А. Аренда предприятия в системе государственно-частного партнерства / Н. А. Бычков // Проблемы экономики : сб. науч. тр. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Минск, 2010. – Вып. 2 (11). – С. 13–21.
15. Рекомендации по регулированию арендных отношений в сфере крупного и малого агробизнеса / Н. А. Бычков [и др.]. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2013. – 135 с.
16. Бычков, Н. А. Доверительное управление предприятием как способ восстановления платежеспособности и привлечения инвестиций / Н. А. Бычков, С. И. Володько, Н. М. Троцкая // Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси : межведомств. темат. сб. / Центр аграрной экономики Института экономики НАН Беларуси. – Минск, 2006. – Вып. 34. – С. 132–138.
17. Бычков, Н. А. Доверительное управление предприятием в системе экономических отношений / Н. А. Бычков // Проблемы экономики : сб. науч. тр. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Минск, 2009. – Вып. 2 (9). – С. 46–58.
18. Бычков, Н. А. Оценка эффективности продажи предприятий убыточных сельскохозяйственных организаций Минской области / Н. А. Бычков, А. Г. Петькова // Аграр. экономика. – 2007. – № 8. – С. 7–12.
19. Бычков, Н. А. Эффективность продажи предприятий как имущественных комплексов убыточных сельскохозяйственных организаций / Н. А. Бычков // Проблемы экономики : сб. науч. тр. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Минск, 2013. – Вып. 1 (16). – С. 15–25.

References

1. Gusakov V.G. (ed.) *Regulirovanie imushchestvennykh otnosheniy v protsesse rynochnykh preobrazovaniy agropro-myshlennogo kompleksa* [Regulation of property relations in the process of market reformation of agro-industrial complex]. Minsk, Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, 2012. 292 p. (In Russian).
2. Bychkov N.A., Neskrebina M.V., Mokhnacheva N.G., Khaletskiy I.S., Metlitskiy V.N., Kazakevich A.V., Kop-teva I.M., Karpov V.A. *Mekhanizm otchuzhdeniya gosudarstvennogo imushchestva v protsesse institutsional'nykh preobra-zovaniy v APK* [Mechanism of state-owned property disposition in the process of institutional reformation in agro-industrial complex]. Minsk, Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, 2013. 131 p. (In Russian).

3. Bychkov N.A., Shpak A.P. (ed.) *Effektivnost' organizatsionno-institutsional'nykh preobrazovaniy APK: sostoyanie, problemy, rekomendatsii* [Efficiency of organizational and institutional reformation of agro-industrial complex: state, problems, recommendations]. Minsk, Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, 2014. 183 p. (In Russian).
4. Bychkov N.A., Lenskaya T.I., Neskrebina M.V., Metlitskiy V.N., Mokhnacheva N.G., Khaletskiy I.S. *Rekomendatsii po formirovaniyu effektivnykh modeley biznesa sub"ektov khozyaystvovaniya APK* [Recommendations for the formation of effective business models of economic entities of agro-industrial complex]. Minsk, Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, 2016. 111 p. (In Russian).
5. Bychkov N.A., Gusakov V.G. (ed.) *Sovershenstvovanie mekhanizma funktsionirovaniya organizatsiy APK* [Improvement of the mechanism of functioning of agro-industrial complex organizations]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2009. 386 p. (In Russian).
6. Bychkov N.A., Yavorovich N.I., Neskrebina M.V., Metlitskiy V.N., Gusakov V.G. (ed.) *Reorganizatsiya predpriyatiy APK: teoriya, metodologiya, praktika* [Reorganization of agricultural enterprises: theory, methodology, practice]. Minsk, Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, 2011. 248 p. (In Russian).
7. Bychkov N.A., Gusakov V.G., Bel'skiy V.I., Volod'ko S.I., Dermal' T.N., Graf M.A., Krasovskiy V.Ya., Man'ko N.G., Mokhnacheva N.G., Sidorovich V.A., Radkovets A.S., Pet'kova A.G., Pesetskaya T.S., Shat'ko I.I., Chudakov S.I. *Reorganizatsiya ubytochnykh sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy: analiz, peredovoy opyt, predlozheniya i rekomendatsii* [Reorganization of unprofitable agricultural organizations: analysis, best practices, suggestions and recommendations]. Minsk, Institute of Economics of NAS of Belarus – the Center of Agrarian Economics, 2007. 110 p. (In Russian).
8. Shmatko I.M., Linnik A.A., Man'ko N.G., Lapotko A.M., Shakhlevich G.N., Vlashevich E.N., Nizhevich L.I., Neskrebina M.V., Shkadarevich I.I., Bulygo A.N., Ermak A.V., Birich Zh.E., Lukashevich A.A., Tabanyukhov O.M., Nestyuk G.T., Bel'skiy V.I., Bychkov N.A., Metlitskiy V.N. *Analiz effektivnosti raboty organizatsiy-investorov, priobretnikh v sobstvennost' imushchestvennye komplekсы ubytochnykh sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy Minskoy oblasti v sootvetstviy s Ukazami Prezidenta Respubliki Belarus' № 138 i 280 za 2003–2007 gg.* [Analysis of the effectiveness of institutional investors having acquired ownership of property of unprofitable agricultural organizations of Minsk region in accordance with the Presidential Decrees No 138 and No 280 in 2003–2007]. Minsk, Institute of Economics of NAS of Belarus, 2008. 36 p. (In Russian).
9. Bychkov N.A., Metlitskiy V.N., Yavorovich N.I., Pet'kova A.G., Shmatko I.M., Man'ko N.G., Neskrebina M.V., Shkadarevich I.I., Bulygo A.N., Vlashevich E.N., Slysh E.N., Bura M.N. *Reformirovanie sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy Minskoy oblasti: tendentsii i zakonomernosti* [Reformation of the agricultural organizations of Minsk region: trends and regularities]. Minsk, Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, 2009. 356 p. (In Russian).
10. Bychkov N.A. *Pogloshchenie ubytochnykh sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy v protsesse rynochnoy reorganizatsii: opyt i problem* [Takeover of unprofitable agricultural organizations in the process of market reorganization: experience and problems]. *Problemy ekonomiki: sbornik nauchnykh trudov* [Economy Problems: collection of scientific papers]. Minsk, 2007, no. 4, pp. 18–29. (In Russian).
11. Bychkov N.A. *Organizatsionno-institutsional'nye preobrazovaniya APK: sostoyanie, problemy, perspektivy* [Organizational and institutional reformation of agro-industrial complex: state, problems and prospects]. *Puti povysheniya ekonomicheskoy effektivnosti razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Belarus': materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Minsk, 23 iyunya 2014 g.)* [Ways to improve the economic efficiency of the development of agro-industrial complex of Belarus: materials of scientific-practical conference (Minsk, 23 June 2014)]. Minsk, 2014, pp. 23–29. (In Russian).
12. Shpak A.P., Bychkov N.A., Gorbatskiy A.V., Artyushevskiy N.V., Rastorguev P.V., Kazakevich I.A., Teterkina A.M., Antonenko M.N., Zaprudskaya T.A., Pilipuk A.V., Takun A.P., Chabatul' V.V., Lenskaya T.I., Neskrebina M.V., Metlitskiy B.N., Mokhnacheva N.G., Danilova L.S., Khaletskiy I.S., Shpak A.P. (ed.) *Organizatsionno-ekonomicheskii mekhanizm reformirovaniya ubytochnykh, neplatezhеспособnykh sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy* [Organizational and economic mechanism of reforming unprofitable, insolvent agricultural organizations]. Minsk, Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, 2016. 177 p. (In Russian).
13. Shpak A.P., Sayganov A.S., Lych G.M., Zapol'skiy M.I., Kireenko N.V., Solovtsov N.I., Bychkov N.A., Kazakevich I.A., Antonenko M.N., Baygot L.N., Zaprudskaya T.A., Kondratenko S.A., Pilipuk A.V., Rastorguev P.V., Selyukov Y.N., Takun A.P., Teterkina A.M., Korolevich N.G., Chabatul' V.V., Gusakov E.V., Artyushevskiy N.V., Brechko Ya.N., Gorbatskiy A.V., Chaurov S.A., Papinova M.V., Tret'yakova I.A., Bashko A.Yu., Gusakov G.V. *Osnovnye napravleniya perspektivnogo ekonomicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Belarusi* [Main directions of the long-term economic development of the agro-industrial complex of Belarus]. Minsk, Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, 2016. 78 p. (In Russian).
14. Bychkov N.A. *Arenda predpriyatiya v sisteme gosudarstvenno-chastnogo partnerstva* [Enterprise lease in the public-private partnership system]. *Problemy ekonomiki: sbornik nauchnykh trudov* [Economy Problems: collection of scientific papers]. Minsk, 2010, no. 2 (11), pp. 13–21. (In Russian).
15. Bychkov N.A., Neskrebina M.V., Mokhnacheva N.G., Khaletskiy I.S., Metlitskiy V.N., Kazakevich A.V., Skoropanova L.S. *Rekomendatsii po regulirovaniyu arendnykh otnosheniy v sfere krupnogo i malogo agrobiznesa* [Recommendations for the regulation of lease relations in the sphere of small and large agribusiness]. Minsk, Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, 2013. 135 p. (In Russian).
16. Bychkov N.A., Volod'ko S.I., Trotskaya N.M. *Doveritel'noe upravlenie predpriyatiem kak sposob vosstanovleniya platezhеспособности i privlecheniya investitsiy* [Trust company management as a way to restore solvency and attract investments]. *Ekonomicheskie voprosy razvitiya sel'skogo khozyaystva Belarusi: mezhvedomstvennyy tematicheskii sbornik* [Economic issues of agricultural development in Belarus an inter-ministerial thematic collection]. Minsk, 2006, no. 34, pp. 132–138. (In Russian).

17. Bychkov N.A. *Doveritel'noe upravlenie predpriyatiem v sisteme ekonomicheskikh otnosheniy* [Trust company management in the system of economic relations]. *Problemy ekonomiki: sbornik nauchnykh trudov* [Economy Problems: collection of scientific papers]. Minsk, 2009, no. 2 (9), pp. 46–58. (In Russian).

18. Bychkov N.A., Pet'kova A.G. *Otsenka effektivnosti prodazhi predpriyatiy ubytochnykh sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy Minskoy oblasti* [Assessment of the efficiency of enterprises sale of unprofitable agricultural organizations of Minsk region]. *Agrarnaya ekonomika* [Agrarian Economy], 2007, no. 8, pp. 7–12. (In Russian).

19. Bychkov N.A. *Effektivnost' prodazhi predpriyatiy kak imushchestvennykh kompleksov ubytochnykh sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy* [Efficiency of the sale of enterprises as property complexes of unprofitable agricultural organizations]. *Problemy ekonomiki: sbornik nauchnykh trudov* [Economy Problems: collection of scientific papers]. Minsk, 2013, no. 1 (16), pp. 15–25. (In Russian)..

Информация об авторе

Бычков Николай Александрович – кандидат экономических наук, доцент, заведующий отделом организации аграрного бизнеса. Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси (ул. Казинца, 103, 220108 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: agreconst@mail.belpak.by

Information about the author

Bychkov Nikolai A. – Ph. D. (Economic), Associate Professor. The Institute of System Researches in Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus (103 Kazinets Str., Minsk 200108, Republic of Belarus). E-mail: agreconst@mail.belpak.by

Для цитирования

Бычков Н.А. Структурные преобразования сельскохозяйственных организаций в Республике Беларусь / Н. Бычков // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2017. – № 1. – С. 7–20.

For citation

Bychkov N.A. Structural transformation of agricultural organizations in the Republic of Belarus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series*, 2017, no 1, pp. 7–20.

ISSN 1817-7204 (print)

УДК 339.562:63+339.54:061.1(476)

Поступила в редакцию 16.12.2016

Received 16.12.2016

Л. Н. Байгот*Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси, Минск,
Республика Беларусь***МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПО ОБОСНОВАНИЮ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ ПО ДОСТУПУ
ИМПОРТНЫХ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ НА ВНУТРЕННИЙ РЫНОК
БЕЛАРУСИ В РАМКАХ ПРИСОЕДИНЕНИЯ К ВТО**

В статье рассмотрена проблема присоединения Республики Беларусь к ВТО и влияние данного процесса на экономику страны в целом, в том числе и на агропродовольственную сферу. С этой целью исследованы требования ВТО в области доступа импортной продукции на внутренний рынок, изучен опыт присоединения к ВТО государств-членов Евразийского экономического союза, определены особенности присоединения Беларуси к ВТО в условиях функционирования ЕАЭС. Предложены научно-методические подходы и дана оценка уровня чувствительности агропродовольственных товаров Республики Беларусь к импорту на основе выявления уровня самообеспеченности, темпов роста импорта и уровня защиты внутреннего рынка Беларуси. Определено влияние либерализации импортных пошлин на конкурентоспособность отдельных видов продукции, а также выявлена зависимость экспортной выручки от изменения уровня Единого таможенного тарифа ЕАЭС. Установлено, что последствия будут зависеть от целого ряда факторов: во-первых, насколько оптимальными будут обязательства Республики Беларусь и насколько возможно будет отстоять наиболее чувствительные для сельскохозяйственной отрасли позиции, во-вторых, насколько конкурентоспособной будет отечественная продукция на внутреннем и внешнем рынках.

Ключевые слова: Всемирная торговая организация, Республика Беларусь, доступ на рынок, агропродовольственные товары, импортные пошлины, чувствительность к импорту товаров.

L. N. Baihot*The Institute of System Researches in Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk,
Republic of Belarus***METHODOLOGICAL APPROACHES TO OBLIGATIONS SUBSTANTIATIONS FOR ACCESS OF IMPORTED
AGROFOOD PRODUCTS TO THE DOMESTIC MARKET OF BELARUS IN THE FRAMEWORK
OF JOINING WTO**

The problem of joining of the Republic of Belarus to WTO and the impact of this process on the economy of the country as a whole, including the agrofood sphere is considered in the article. The WTO requirements on access of imported products to the domestic market were investigated for this purpose, the experience of WTO member states of the Eurasian Economic Union was studied, and peculiarities of Belarus joining to the WTO in conditions of EEU were determined. Research and methodical approaches were proposed and the evaluation of the level of sensitivity of agricultural products of the Republic of Belarus to import was carried out on the basis of identifying the level of self-sufficiency, import growth and the level of protection of the domestic market of Belarus. The effect of liberalization of import duties on the competitiveness of certain types of products was determined, as well as dependence of export profit from changes in the level of the Common Customs Tariff of EEU. It was established that the consequences would depend on a number of factors: firstly, how appropriate will be the obligations of the Republic of Belarus and how possible will that be to defend the most sensitive positions for agricultural sector, and secondly, how competitive will the domestic products be in the domestic and foreign markets.

Keywords: World Trade Organization, the Republic of Belarus, market access, agrofood products, import tariffs, sensitivity of goods to import.

Всемирная торговая организация – это сложная система регулирования торговли на международном уровне, тем более если это касается взаимоотношений между Сообществами или государствами – членами интеграционного формирования. Беларуси как стране – участнице Евразийского экономического союза (ЕАЭС) необходимо органично войти в многосложную систему ВТО и ЕАЭС с тем, чтобы наиболее эффективно использовать все доступные инструменты, обеспечивающие экономическую выгоду от участия в международном разделении труда [1–3].

В настоящее время Республика Беларусь активизировала работу по подготовке ряда системных правил, обязательных для всех стран – членов этой организации. В переговорном процессе по присоединению Беларуси к ВТО большое внимание уделяется доступу на отечественный рынок импортных товаров, который включает в себя в первую очередь определение уровня связывания таможенных пошлин на сельскохозяйственную продукцию и продовольствие. Данный аспект является очень важным регулятором либерализации внешней торговли на белорусском агропродовольственном рынке. Поэтому в данной статье на основе исследования теоретических основ многосторонней системы регулирования внешней торговли продукцией АПК, а также изучения опыта других стран по присоединению к ВТО представлены научно-методические подходы, направленные на обоснование наиболее оптимальных обязательств Беларуси по уровням таможенных импортных пошлин в сфере торговли сельскохозяйственными товарами.

Научная новизна методических подходов по обоснованию обязательств доступа импортных агропродовольственных товаров на внутренний рынок Беларуси в рамках присоединения к ВТО заключается в том, что они, во-первых, базируются на эволюции развития требований многосторонней торговой системы, во-вторых, учитывают особенности присоединения Республики Беларусь к ВТО, обусловленные развитием интеграционного процесса в рамках ЕАЭС, в-третьих, предусматривают обоснование обязательств Беларуси в области доступа на отечественный рынок агропродовольственных товаров на основе расчета интегральных коэффициентов их чувствительность к импорту.

Рассматривая проблему присоединения Республики Беларусь к ВТО и влияние данного процесса на экономику страны в целом, в том числе и на агропродовольственную сферу, необходимо понимать следующее:

1) ВТО не является панацеей, которая излечит все болезни внешней торговли. Эта организация лишь дает возможность устранить некоторые юридические препятствия в торговле между странами;

2) присоединение к ВТО не предполагает в обязательном порядке торговлю со странами – членами ВТО на принципах режима свободной торговли, так как режим свободной торговли представляет собой одну из наиболее тесных форм международной экономической интеграции и предусматривает отмену тарифных и количественных ограничений во взаимной торговле. Это характерно для интеграционных сообществ, таких как зона свободной торговли, таможенный союз, общий рынок или экономический союз. Закрепление режима свободной торговли осуществляется на договорной основе между государствами, имеющими весьма высокий уровень торгово-экономических и политических связей. Такой режим внешней торговли Республика Беларусь имеет в рамках Евразийского экономического союза [4–7].

Важнейшие принципы, которые присущи данной международной организации: обеспечение для своих членов режима наибольшего благоприятствования (РНБ); соблюдение национальных режимов торговли; создание условий для справедливой конкуренции; содействие процессу либерализации торговли; обеспечение предсказуемости и транспарентности (прозрачности) торгового режима [8, 9]. В связи с этим основополагающим принципом, которому необходимо будет следовать Беларуси, является то, что республика должна взять на себя обязательства и в полной мере применять на своей территории правила ВТО в сфере торговли товарами и услугами. В Соглашении по сельскому хозяйству заложены конкретные механизмы либерализации торговли в аграрной отрасли, действие которых направлено на обеспечение более либерального и предсказуемого доступа к рынку [2, 10, 11].

Принятие обязательств Беларуси перед ВТО является результатом переговорного процесса с представителями Рабочей группы по присоединению Республики Беларусь, которая состоит из 45 участников ВТО. Государства – члены Рабочей группы, в свою очередь, будут стремиться получить более либеральные условия доступа на белорусский внутренний рынок. Поэтому очень важно в ходе переговорного процесса отстаивать таможенные пошлины на агропродовольственные товары на уровне, сопоставимом с действующим, либо обязательствами России перед ВТО.

В контексте выстраивания переговорной позиции и тактики важно учитывать динамику и состояние внешнеторговых отношений Беларуси со странами, входящими в состав Рабочей группы по ее присоединению. Это связано с тем, что торговая специализация стран будет в значительной степени определять соответствующую стратегию проведения двусторонних консультаций по вопросам импортных таможенных пошлин.

В состав Рабочей группы по ведению переговоров о присоединении Республики Беларусь к ВТО входят наиболее развитые в экономическом отношении страны мира, занимающие лидирующие позиции в объеме производства мирового ВВП, а также по уровню ВВП на душу населения – США, ЕС, Швейцария, Норвегия, Австралия, Япония и др. Именно они формируют около 80 % мирового экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия [12, 13].

Республика Беларусь в торговле практически со всеми странами Рабочей группы имеет отрицательное внешнеторговое сальдо (за исключением России и Таджикистана). Наиболее значимыми поставщиками сельхозпродукции и продовольствия в Беларусь являются страны Европейского союза, Китай, Бразилия, Норвегия, Турция и Украина (табл. 1)¹.

Т а б л и ц а 1. Взаимная торговля агропродовольственными товарами Беларуси с отдельными странами, входящими в Рабочую группу, млн долларов США

Table 1. Mutual trade of agricultural and food products made in Belarus with countries within the Working Group, mln. US dollars

Страна	Экспорт Беларуси в страны РГ		Импорт Беларуси из стран РГ		Сальдо Беларуси в торговле со странами РГ	
	2011 г.	2015 г.	2011 г.	2015 г.	2011 г.	2015 г.
Аргентина	–	–	16,3	56,2	–16,3	–56,2
Бразилия	–	0,1	336,0	111,6	–336,0	–111,5
Вьетнам	0,2	1,0	15,1	15,2	–14,9	–14,2
Грузия	14,1	6,8	18,6	15,8	–4,5	–9,0
Египет	–	–	14,3	83,2	–14,3	–83,2
ЕС	259,7	290,8	1020,1	1379,9	–760,4	–290,3
Индия	0,2	–	40,3	33,3	–40,1	–33,3
Индонезия	0,1	–	8,2	5,9	–8,1	–5,9
Исландия	–	–	48,8	32,3	–48,8	–32,3
Канада	1,0	0,3	7,7	8,4	–6,7	–8,1
Китай	0,7	1,2	67,8	140,8	–67,1	–139,6
Колумбия	–	–	7,7	11,5	–7,7	–11,5
Коста-Рика	–	–	5,0	13,9	–5,0	–13,9
Куба	–	–	16,0	29,1	–16,0	–29,1
Малайзия	–	–	4,4	2,1	–4,4	–2,1
Мексика	–	–	1,4	18,3	–1,4	–18,3
Молдова	27,6	18,9	65,6	139,1	–38,0	–120,2
Норвегия	4,5	17,3	88,1	161,8	–83,6	–144,5
США	3,4	3,4	27,1	36,8	–23,7	–33,4
Таджикистан	15,9	3,5	1,5	1,5	14,4	2,0
Таиланд	–	–	7,0	3,9	–7,0	–3,9
Турция	1,6	0,1	31,8	247,1	–30,2	–247,0
Украина	95,6	51,6	413,6	438,1	–318,0	–386,5
Швейцария	2,4	0,4	5,9	2,7	–3,5	–2,3
Шри-Ланка	–	–	8,3	4,6	–8,3	–4,6
Эквадор	–	–	25,8	73,2	–25,8	–73,2
Эль-Сальвадор	–	–	8,9	–	–8,9	–

Учитывая функционирование Евразийского экономического союза, членом которого является Беларусь, страны Рабочей группы заинтересованы не столько в либерализации торгового режима отдельно Беларуси, сколько Сообщества в целом. Поэтому структура взаимной торговли государств – членов ЕАЭС со странами Рабочей группы будет наиболее репрезентативно отражать их запросные позиции к Беларуси.

¹ Таможенная статистика внешней торговли Республики Беларусь : бюллетень №4. – Минск: Белтаможсервис, 2015. – 230 с.; Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2014 / Нац. статист. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2016. – 524 с.

Взаимная торговля сельскохозяйственной продукцией и продовольствием государств – членов ЕАЭС с большинством стран, входящим в Рабочую группу для ведения переговоров по присоединению Беларуси к ВТО, также характеризуется отрицательным сальдо, а в число поставщиков входят все мировые лидеры в производстве и торговле сельхозпродукцией – Австралия, Аргентина, Бразилия, страны ЕС, США, Украина, Эквадор и др.

Кроме того, сравнительный анализ уровня таможенно-тарифной защиты стран, включенных в состав Рабочей группы по присоединению Беларуси к ВТО, позволил сделать следующие выводы.

1. Страны, присоединившиеся к ВТО при ее создании, смогли связать тариф на практически запретительном для других стран уровне. Например, средненоминальный уровень таможенно-тарифной защиты Аргентины связан на уровне 32,3 %, Бразилии – 35,4 %, Норвегии – 134,8 %. Отдельные страны, такие как Канада и США, в целом имея достаточно либеральные ставки тарифа, зафиксировали при связывании достаточно большой удельный вес неадвалорных ставок (специфических и комбинированных), что также обеспечивает более эффективную защиту. В результате таможенный тариф большинства государств – членов Рабочей группы по присоединению Беларуси к ВТО в несколько раз превышает уровень ЕТТ ЕАЭС [14, 15].

2. Отдельные государства – члены Рабочей группы являются пользователями Единой системы тарифных преференций Евразийского экономического союза, их уровень таможенно-тарифной защиты существенно выше ЕТТ ЕАЭС, например, Египта – в 5,7 раза, Индии и Таиланда – около 3 раз [15].

3. Особую озабоченность вызывают также тарифные пики, используемые отдельными странами. Согласно оценкам экспертов ВТО, в ЕС, Канаде, США и Японии существует более чем 1000 тарифных пиков, т. е. на отдельные виды товаров действуют крайне протекционистские ставки ввозных пошлин. По нашим оценкам, применительно к сельскохозяйственной продукции и продовольствию в большинстве стран Рабочей группы действует тарифная эскалация [7].

Принятие обязательств Беларуси по доступу на рынок импортных товаров, в том числе и сельскохозяйственных, в значительной степени обусловлено участием Беларуси в региональной торгово-экономической интеграции, в первую очередь в ЕАЭС, и особенностями исполнения обязательств перед ВТО Казахстана и России². Поэтому обязательства Беларуси по доступу на рынок сельскохозяйственных товаров должны формироваться с учетом Единого таможенного тарифа ЕАЭС, уровни таможенных пошлин которого определены в соответствии с обязательствами России и Казахстана перед ВТО [16–18].

Тем не менее, практика других стран свидетельствует, что существует некоторая правовая возможность, позволяющая избежать необоснованной либерализации доступа на внутренний рынок Беларуси импортных агропродовольственных товаров. В контексте международных требований одним из компромиссных подходов по снижению импортных пошлин является введение понятия «чувствительные товары», в перечень которых обычно включают товары, наиболее значимые для экономики отдельной страны. По отношению к таким товарам могут быть установлены особые правила защиты [6, 19, 20].

Однако выявление чувствительных для страны товаров, особенно сохранение или увеличение импортных пошлин, требует наличия доказательных аргументов и конкретных расчетов.

Поэтому в целях формирования обязательств, принимаемых Республикой Беларусь в сфере торговли сельскохозяйственными товарами с учетом нормативно-правовых требований ВТО и ЕАЭС, проведено комплексное исследование по выявлению перечня наиболее чувствительных к импорту сельскохозяйственных товаров, которые являются стратегически значимыми для страны и нуждаются в первоочередной защите [8, 19, 21, 22].

В данной связи предлагается методика определения уровня чувствительности к импорту агропродовольственных товаров, которые базируются на оценке: уровня самообеспеченности, темпов роста импорта, уровня защиты внутреннего рынка по конкретным товарным позициям, которые рассчитываются следующим образом.

² Договор о Евразийском экономическом союзе [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org/ru/Lists/EECDocs/635375701449140007.pdf>. – Дата доступа: 01.04.2016; Договор о функционировании Таможенного союза в рамках многосторонней торговой системы [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/trade/dotp/SiteAssets/wto/freddy-rus.pdf>. – Дата доступа: 01.04.2016.

1. *Уровень чувствительности* (формула (1)):

$$Y_1 = (Y_2 + T_p - Y_3) : 3, \quad (1)$$

где Y_1 – уровень чувствительности продукции сельскохозяйственного происхождения к импорту, %; Y_2 – уровень самообеспеченности, %; T_p – темпы роста импорта, %; Y_3 – уровень защиты внутреннего рынка, %; 3 – количество используемых факторов оценки чувствительности продукции к импорту.

2. *Уровень самообеспеченности* определяется на основе показателей объемов собственного производства и обоснованных норм потребления на внутреннем рынке (формула (2)):

$$Y_2 = V_1 / V_2, \quad (2)$$

где V_1 – объем производства; V_2 – объем потребления на внутреннем рынке.

3. *Темпы роста импорта* рассчитываются по каждой товарной позиции или группе товаров по годам относительно базового периода (за период три года и более) (формула (3)):

$$T_p = \sqrt[n]{I_n / I_0}, \quad (3)$$

где I_n – объем импорта в n -м году; I_0 – объем импорта в базовом году.

Кроме того, показатель «темпы роста импорта» косвенно отражает уровень либерализации внешней торговли страны, а также уровень развития собственного производства, т. е. данный показатель является подтверждением того, насколько внутренний рынок стал зависим от импорта.

4. *Уровень защиты внутреннего рынка* Беларуси следует рассчитывать исходя из фактически сложившихся внутренних цен и цен на импортируемую продукцию с учетом таможенных тарифов, других таможенных сборов и платежей (формула (4)):

$$Y_3 = (C_1 - C_2) / C_2, \quad (4)$$

где C_1 – цена импорта продукции с тарифом; C_2 – цена продукта на внутреннем рынке.

Данный подход обеспечивает наиболее достоверную оценку уровня защиты внутреннего рынка, необходимую для определения таможенной пошлины, которая позволила бы создать паритетные условия для национальных и зарубежных товаропроизводителей.

Показатель уровня чувствительности к импорту агропродовольственных товаров Беларуси является интегрированным показателем. Для агропродовольственных товаров наиболее приемлемой является классификация их по чувствительности к импорту: на сверхчувствительные, среднечувствительные и малочувствительные. Установлено, что к сверхчувствительной следует отнести продукцию, индекс чувствительности которой равен или больше 1, среднечувствительной – от 0,5 до 1, малочувствительной – до 0,5.

Выявление чувствительных к импорту отечественных агропродовольственных товаров на основе предлагаемой методики позволит выработать позицию по уровням таможенных пошлин и отстаивать их в ходе переговоров с членами Рабочей группы ВТО.

Базируясь на разработанной методике, нами проведен анализ и дана оценка уровня чувствительности к импорту агропродовольственных товаров Беларуси по конкретным товарным позициям в разрезе следующих товарных групп: мясо и пищевые мясные субпродукты, молочная продукция, овощи и некоторые съедобные корнеплоды и клубнеплоды, съедобные плоды и орехи, продукты мукомольно-крупяной промышленности, растительные масла, сахар, макаронные изделия, кондитерские изделия из сахара и зерна. В целом оценкой охвачено 200 товарных позиций на уровне 4 знаков ТН ВЭД ЕАЭС.

Исходя из рассчитанных нами уровня самообеспеченности и темпов роста импорта по конкретным товарным позициям, влияющим на чувствительность агропродовольственных товаров, можно сделать следующие выводы³:

1) на чувствительность к импорту таких товарных позиций, как мясо и мясопродукты, молоко и молокопродукты, а также сахар, в большей степени оказывает влияние уровень самообеспеченности внутреннего рынка, нежели рост импорта;

³ Сельское хозяйство Республики Беларусь : стат. сб. – Минск : Нац. статист. комитет Респ. Беларусь, 2015. – 318 с.; Таможенная статистика внешней торговли Республики Беларусь : бюллетень № 4. – Минск: Белтаможсервис, 2015. – 230 с.

2) в совокупности объемы и темпы роста импорта, а также уровень самообеспеченности влияют на уровень чувствительности к импорту таких товаров, как овощная продукция в целом, яблоки, мука, мучные кондитерские изделия и некоторые другие товары;

3) исходя из уровня самообеспеченности и темпов роста импорта к малочувствительным товарным позициям можно отнести: масло растительное (кроме рапсового), макаронные изделия и некоторые другие;

4) предлагается также принимать во внимание и такой фактор, как экспортоориентированность отечественной продукции, это в первую очередь относится к мясной и молочной продукции, а также сахару белому.

Однако показатели самообеспеченности и роста объемов импорта не в полной мере отражают уровень чувствительности к импорту агропродовольственных товаров в связи с тем, что, как свидетельствует практика, импорт может быть использован для реэкспорта (что характерно в последние годы для Беларуси по плодоовощной продукции), а показатель самообеспеченности в некоторых случаях не отражает ассортимент производства товаров, необходимый для потребления. Например, это характерно для масла растительного, производство которого в Беларуси ограничивается в основном маслом рапсовым.

Поэтому для определения интегрированного показателя, отражающего уровень чувствительности отечественной продукции к импорту, нами рассчитан уровень защиты внутреннего рынка агропродовольственных товаров, который учитывает величины импортных пошлин и их влияние на цену импорта, а также внутреннюю цену на отечественные товары (табл. 2). Исходя из расчетов, наименее защищенной продукцией Беларуси является молочная, особенно сливочное масло и сыры. То есть молочная продукция отечественного производства при складывающихся внутренних ценах производителей может быть конкурентоспособной при следующих уровнях таможенной пошлины: на масло сливочное – не менее 27 %, сыры твердые – 17 %, в то время как существующая ставка таможенной пошлины на оба вида молочной продукции составляет 15 %.

Показатель «уровень защиты внутреннего рынка» может быть использован не только в целях определения чувствительности конкретных товарных позиций, он также является основанием для разработки необходимых мер по защите внутреннего продовольственного рынка от

Т а б л и ц а 2. Расчет уровня защиты внутреннего рынка, среднее за 2013–2015 гг.

T a b l e 2. Calculation of domestic market protection level, the average for 2013–2015

Вид продукции	Цена внутренняя, долл/т	Цена импорта, долл/т	Ставка таможенной пошлины, %	Цена импорта с тарифом, долл/т	Уровень защиты внутреннего рынка
Молоко и сливки несгущенные	815,7	581,0	15,0	668,2	–0,18
Молоко и сливки сгущенные	893,0	1668,1	15,0	1918,3	1,15
Сливочное масло	4730,0	3721,3	15,0	4279,5	–0,10
Сыры и творог	5325,0	4570,3	15,0	5255,8	–0,01
Картофель	401,4	545,2	10,0	599,7	0,49
Томаты	950,0	1063,9	12,5	1196,8	0,26
Морковь, репа, свекла столовая	250,0	555,9	12,8	627,0	1,51
Огурцы и корнионы	935,0	1192,1	13,1	1348,2	0,42
Мука	872,0	344,4	10,0	378,8	–0,57
Колбасные изделия	5650,0	7019,4	0,25 евро/кг	7320,0	0,28
Сахар белый	728,9	720,1	340 долл/т	1059,5	0,22
Макаронные изделия	1115,7	1117,6	15,0	1285,2	0,15

П р и м е ч а н и е. Представленные в таблице расчеты произведены на основании данных Национального статистического комитета Республики Беларусь, Государственного таможенного комитета Республики Беларусь, Евразийской экономической комиссии [Единый таможенный тариф Таможенного союза Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: <http://www.tsouz.ru/db/ettr/ettwto/Pages/default.aspx>. – Дата доступа: 24.02.2015.; Сельское хозяйство Республики Беларусь : стат. сб. – Минск : Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2015. – 318 с.; Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2014 / Нац. статист. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2016. – 524 с.].

недобросовестной конкуренции со стороны иностранных партнеров по торговле, а также определения величин импортных пошлин, которые позволили бы создать паритетные условия для национальных и зарубежных товаропроизводителей.

В табл. 3 представлен перечень товарных позиций агропродовольственных товаров, относящихся к сверхчувствительным и среднечувствительным.

Таким образом, к сверхчувствительной группе товаров относятся молоко и сливки (несгущенные), сыры и творог, сливочное масло, сахар белый, мука, молоко и сливки (сгущенные), масло рапсовое, мясо КРС (замороженное). Кроме того, достаточно чувствительными (среднечувствительными) являются: молочная сыворотка, мясо КРС (свежее или охлажденное), колбасные изделия и мясные консервы, яблоки и груши, мясо и пищевые субпродукты домашней птицы, яйца, овощи и хлебобулочные изделия и т.д.

В связи с тем, что в настоящее время обязательства Беларуси по доступу на рынок сельскохозяйственных товаров не приняты перед ВТО, то осуществить конкретные и всесторонние расчеты по оценке последствий присоединения республики к ВТО не представляется возможным. Поэтому нами определено влияние либерализации импортных пошлин на конкурентоспособность отечественной продукции, а также на экспортную выручку.

Влияние таможенного тарифа на конкурентоспособность белорусской сельскохозяйственной продукции по отношению к импортируемой определено исходя из цен производства продукции в Беларуси и цен на импортируемую продукцию с учетом действующего таможенного тарифа ЕТТ ЕАЭС, а также при предполагаемом снижении импортной ставки на 1 %, 5 % и 10 %.

Проведенный анализ показал, что даже при сохранении действующего таможенного тарифа ценовая конкурентоспособность по основным видам отечественной мясной продукции является достаточно низкой – 70–80 %. Наиболее конкурентоспособными остаются колбасные изделия, а по молочной продукции – молоко и сливки сгущенные (СОМ, СЦМ), сыры и творог.

Исходя из конкурентоспособности отечественной продукции основными группами товаров, нуждающихся в повышенной защите от импорта, являются: мясо и мясопродукты, молоко и молокопродукты, овощи, фрукты и продукция их переработки, мука, кондитерские изделия из сахара, масло рапсовое и некоторые другие. Это подтверждает выводы, которые были получены и при оценке чувствительности товаров к импорту.

Оценка зависимости экспортной выручки от изменения уровня импортных ставок определена при следующих условиях их снижения: на весь перечень; только на малочувствительные товары. Приняты также три уровня снижения импортных пошлин относительно конечной ставки их связывания, исходя из обязательств России, – на 1 %, 5 % и 10 %. По нашим расчетам, снижение ставок таможенного тарифа на весь перечень сельскохозяйственной продукции и продовольствия повлечет за собой уменьшение экспортной выручки:

- при снижении ЕТТ на 1 % – на 25,3 млн долларов США;
- при снижении ЕТТ на 5 % – на 129,7 млн долларов США;
- при снижении ЕТТ на 10 % – на 260,6 млн долларов США.

В случае, если ставки таможенного тарифа не будут снижены на чувствительные товары, снижение экспортной выручки может составить:

- при снижении ЕТТ на 1 % – 7,9 млн долларов США;
- при снижении ЕТТ на 5 % – 39,6 млн долларов США;
- при снижении ЕТТ на 10 % – 79,2 млн долларов США.

Таким образом, расчеты показали, что при снижении таможенного тарифа только на малочувствительные товарные позиции агропродовольственных товаров отрицательные последствия сократятся более чем в 3 раза.

Вместе с тем, последствия будут зависеть от целого ряда факторов: во-первых, насколько оптимальными будут обязательства Беларуси и насколько возможно будет отстоять уровень импортных пошлин в первую очередь на чувствительные для сельскохозяйственной отрасли товары, во-вторых, насколько конкурентоспособной будет отечественная продукция на внутреннем и внешнем рынках.

Т а б л и ц а 3. Оценка уровня чувствительности агропродовольственных товаров Республики Беларусь, среднее за 2013–2015 гг.

T a b l e 3. Evaluation of sensitivity level of agricultural products of Belarus, the average for 2013–2015

Код ТН ВЭД	Вид продукции	Темп роста им- порта	Уровень самообеспе- ченности	Уровень защиты внутреннего рынка	Уровень чувствитель- ности
<i>Сверхчувствительные товары</i>					
0401	Молоко и сливки, несгущенные и без добавления сахара или других подслащающих веществ	10,66	2,02	–0,18	4,29
0406	Сыры и творог	1,84	3,39	–0,01	1,74
0405	Сливочное масло и прочие жиры и масла, изготовленные из молока; молочные пасты	1,87	3,29	–0,10	1,75
1701	Сахар белый	3,37	2,14	0,22	1,76
1101	Мука пшеничная или пшенично-ржаная	2,08	1,11	–0,57	1,25
0402	Молоко и сливки, сгущенные или с добавлением сахара или других подслащающих веществ	2,77	2,02	1,15	1,22
1514	Масло рапсовое	1,75	1,06	–0,48	1,10
0202	Мясо крупного рогатого скота, замороженное	2,06	1,29	0,13	1,07
<i>Среднечувствительные товары</i>					
0404	Молочная сыворотка	2,11	2,02	1,21	0,97
0201	Мясо крупного рогатого скота, свежее или охлажденное	1,47	1,29	–0,02	0,93
1601	Колбасы и аналогичные продукты из мяса, мясных субпродуктов или крови, пищевые продукты, изготовленные на их основе	1,78	1,25	0,28	0,91
0808	Яблоки, груши, свежие	1,81	0,60	–0,16	0,86
0207	Мясо и пищевые субпродукты домашней птицы	1,19	1,29	–0,02	0,83
0407	Яйца птиц, в скорлупе, свежие, консервированные или вареные	0,68	1,27	–0,52	0,82
0707	Огурцы и корнишоны, свежие или охлажденные	1,89	0,90	0,42	0,79
1602	Готовые или консервированные продукты из мяса, мясных субпродуктов или крови прочие	1,27	1,25	0,19	0,77
2402	Сигары, сигареты	1,23	1,33	0,28	0,76
0704	Капуста кочанная, свежая или охлажденная	1,91	0,90	0,57	0,75
0702	Томаты свежие	1,55	0,90	0,26	0,73
2001	Овощи, фрукты, приготовленные или консервированные с добавлением уксуса или уксусной кислоты	1,37	0,85	0,13	0,70
0701	Картофель свежий или охлажденный	1,53	1,01	0,49	0,68
1905	Хлеб, мучные кондитерские изделия, пирожные, печенье и прочие хлебобулочные и мучные кондитерские изделия	1,37	0,90	0,32	0,65
0703	Лук репчатый, чеснок, свежие или охлажденные	1,51	0,90	0,47	0,65
1604	Готовая или консервированная рыба	1,18	0,85	0,15	0,63
1704	Кондитерские изделия из сахара (включая белый шоколад), не содержащие какао	1,18	0,88	0,22	0,61
0403	Пахта, свернувшиеся молоко и сливки, йогурт, кефир и прочие ферментированные или сквашенные молоко и сливки	1,23	2,02	1,45	0,60
1108	Крахмал	1,25	1,10	0,55	0,60
0203	Свинина свежая, охлажденная или замороженная	0,54	1,29	0,10	0,58
2002	Томаты, приготовленные или консервированные без добавления уксуса или уксусной кислоты	0,96	0,85	0,15	0,55
1902	Макаронные изделия	1,03	0,61	0,15	0,50

П р и м е ч а н и е. Показатели в таблице рассчитаны на основании следующих источников: Единый таможенный тариф Таможенного союза Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: <http://www.tsouz.ru/db/ettwto/Pages/default.aspx>. – Дата доступа: 24.02.2015.; Сельское хозяйство Республики Беларусь : статист. сб. – Минск : Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2015. – 318 с.; Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2014 / Нац. статист. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2016. – 524 с.

Таким образом, Республике Беларусь в ходе переговорного процесса по присоединению к ВТО важно отстаивать сохранение существующих импортных пошлин на все товарные позиции, вследствие следующих причин:

1) белорусская агропродовольственная продукция в большинстве своем является чувствительной к импорту, поэтому снижение уровня ввозных пошлин отрицательно скажется на конкурентоспособности отечественного сельского хозяйства;

2) принятие Республикой Беларусь обязательств, отличных от обязательств Российской Федерации, которые являются базовыми для ЕАЭС, приведет к разобщению Единого таможенного тарифа ЕАЭС как основного принципа функционирования Союза. Кроме того, это повлечет за собой принятие республикой дополнительных обязательств о недопущении вывоза таких товаров на территории других государств – членов ЕАЭС без доплаты разницы сумм ввозных таможенных пошлин, а использовать эти товары только на внутреннем рынке. Для Беларуси это значительно осложнит торговые взаимоотношения с государствами-членами Союза, так как около 80 % экспорта белорусской агропродовольственной продукции реализуется на рынке ЕАЭС.

Поэтому результаты исследований по доступу на рынок Беларуси импортных агропродовольственных товаров могут быть использованы в ходе переговорного процесса в качестве доказательной базы о нецелесообразности дальнейшей либерализации внешнеторгового режима республики.

Список использованных источников

1. ВТО. Механизм взаимодействия национальных экономик: угрозы и возможности в условиях выхода на международный рынок / под общ. ред. С. Ф. Сутырина. – М. : ЭКСМО, 2008. – 395 с.
2. Гусаков, В. Г. Регулирование ВТО внешней торговли продукцией сельского хозяйства и продовольствием: правила и нормы / В. Г. Гусаков, М. С. Байгот. – Минск : Беларус. наука, 2007. – 200 с.
3. Загашвили, В. С. Всемирная торговая организация перед лицом новых вызовов / В. С. Загашвили // Рос. внешнеэкон. вестн. – 2016. – № 7. – С. 14–27.
4. Байгот, Л. Н. Вступление Республики Беларусь в ВТО в части АПК: основные правила, преимущества и проблемы / Л. Н. Байгот, В. С. Ахрамович, Д. С. Пашкевич // Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси : межведомств. темат. сб. / Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси – Минск, 2016. – Вып. 44. – С. 3–13.
5. Байгот, М. С. Последствия либерализации доступа продовольственных и сельскохозяйственных товаров на внутренний рынок Беларуси / М. С. Байгот // Аграр. экономика. – 2007. – № 3. – С. 9–14.
6. Колесникова, И. Вступление в ВТО и экономическое развитие: опыт вновь принятых стран и уроки для Беларуси [Электронный ресурс] / И. Колесникова // Исследовательский центр ИПМ. – Режим доступа: www.research.by/webroot/delivery/files/pdp2013r04.pdf. – Дата доступа: 20.10.2016.
7. Михневич, С. И. Международная торговля сельскохозяйственными товарами в условиях либерализации мировых рынков / С. И. Михневич ; ред. В. Ф. Медведев. – Минск : Право и экономика, 2009. – 199 с.
8. Оболенский, В. П. Либерализация и протекционизм в международной торговле / В. П. Оболенский // Рос. внешнеэкон. вестн. – 2013. – № 3. – С. 3–18.
9. Основы торговой политики и правила ВТО / А. В. Данильцев [и др.]. – М. : Междунар. отношения, 2006. – 445 с.
10. Данильцев, А. Регулирование субсидий в ВТО / А. Данильцев, С. Киселев. – М. : [б. и.], 2006. – 63 с.
11. Республика Беларусь на пути в ВТО: экономико-правовые аспекты присоединения / науч. ред. Е. В. Бабкина. – Минск : Белсэкс, 2012. – 161 с.
12. Оболенский, В. П. Мировое развитие и проблемы ВТО / В. П. Оболенский // Рос. внешнеэкон. вестн. – 2012. – № 11. – С. 3–9.
13. UN Comtrade : United Nations Commodity Trade Statistics Database [Electronic resource] / UN Statistics Div. – Mode of access: <http://comtrade.un.org/db/default.aspx>. – Date of access: 20.02.2016.
14. Единый таможенный тариф Таможенного союза Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: <http://www.tsouz.ru/db/etttr/ettwto/Pages/default.aspx>. – Дата доступа: 24.02.2015.
15. World Tariff Profiles 2016 / World Trade Organization, Intern. Trade Centre, UNCTAD. – Geneva : WTO, 2016. – 232 p.
16. Внешняя торговля Республики Беларусь в условиях вступления в ВТО и евразийской интеграции / А. Е. Дайнеко [и др.] ; под науч. ред. А. Е. Дайнеко. – Минск : Беларус. наука, 2013. – 245 с.
17. Report of the Working Party on the accession of the Republic of Kazakhstan : WT/ACC/KAZ/93 [Electronic resource] // World Trade Organization. – Mode of access: https://www.wto.org/english/thewto_e/countries_e/kazakhstan_e.htm. – Date of access: 09.04.2016.
18. Report of the Working Party on the accession of the Russian Federation : WT/ACC/RUS/70, WT/MIN(11)/2 [Electronic resource] // World Trade Organization. – Mode of access: https://www.wto.org/english/thewto_e/countries_e/russia_e.htm. – Date of access: 09.04.2016.

19. Методические рекомендации по развитию внешнеторговых отношений в связи с необходимостью региональной и международной интеграции в сфере АПК, включая вступление Беларуси в ВТО / В.Г. Гусаков [и др.] // Научные принципы регулирования развития АПК: предложения и механизмы реализации 2012 / Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси; редкол.: В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2012. – С. 37–44.
20. Сидорук, А. Совершенствование регулирования поддержки сельского хозяйства в Дохийском раунде переговоров ВТО / А. Сидорук // АПК: экономика и управление. – 2009. – № 9. – С. 19–24.
21. Карпович, Н. Методические подходы определения перечня чувствительных к импорту сельскохозяйственных товаров Беларуси / Н. Карпович, Е. Макуцень // Аграр. экономика. – 2016. – № 5. – С. 27–33.
22. Тарасов, В.И. РИФЫ на пути ВТО / В.И. Тарасов. – М.: Угрешс. тип., 2013. – 362 с.

References

1. Sutyryn S.F. (ed.) *VTO. Mekhanizm vzaimodeystviya natsional'nykh ekonomik: ugrozy i vozmozhnosti v usloviyakh vykhoda na mezhdunarodnyy rynek* [WTO. mechanism of interaction of national economies: threats and opportunities in the conditions of entering the international market]. Moscow, EKSMO Publ., 2008. 395 p. (In Russian).
2. Gusakov V.G., Baygot M.S. *Regulirovanie VTO vneshney torgovli produktsiei sel'skogo khozyaystva i prodovol'stviam: pravila i normy* [WTO regulation of trade in agricultural products and foodstuffs: rules and regulations]. Minsk, Belorusskaya nauka Publ., 2007. 207 p. (In Russian).
3. Zagashvili V.S. *Vsemirnaya torgovaya organizatsiya pered litsom novykh vyzovov* [The World Trade Organization in the face of new challenges]. *Rossiyskiy vneshneekonomicheskiy vestnik* [Russian Foreign Economic Bulletin], 2016, no. 7, pp. 14–27. (In Russian).
4. Baygot L.N., Akhramovich V.S., Pashkevich D.S. *Vstuplenie Respubliki Belarus' v VTO v chasti APK: osnovnye pravila, preimushchestva i problemy* [The Republic of Belarus joining the WTO in terms of agro-industrial complex: main rules, advantages and problems]. *Ekonomicheskie voprosy razvitiya sel'skogo khozyaystva Belarusi: mezhdomstvennyy tematicheskii sbornik* [Economic issues of agricultural development in Belarus: an inter-ministerial thematic collection]. Minsk, 2016, no. 44, pp. 3–13. (In Russian).
5. Baygot M.S. *Posledstviya liberalizatsii dostupa prodovol'stvennykh i sel'skokhozyaystvennykh tovarov na vnutrenniy rynek Belarusi* [Consequences of liberalization of food and agricultural products access to the domestic market of Belarus]. *Agrarnaya ekonomika* [Agrarian Economics], 2007, no. 3, pp. 9–14. (In Russian).
6. Kolesnikova I. *Vstuplenie v VTO i ekonomicheskoe razvitie: opyt vnov' prinyatykh stran i uroki dlya Belarusi* [Entry into the WTO and economic development: experience of the new members and lessons for Belarus]. Available at: www.research.by/webroot/delivery/files/pdp2013r04.pdf (accessed 20.10.2016). (In Russian).
7. Mikhnevich S.I., Medvedev V.F. (ed.) *Mezhdunarodnaya torgovlya sel'skokhozyaystvennymi tovarami v usloviyakh liberalizatsii mirovykh rynkov* [International trade in agricultural products in conditions of world markets liberalization]. Minsk, Pravo i ekonomika Publ., 2009. 199 p. (In Russian).
8. Obolenskiy V.P. *Liberalizatsiya i proteksionizm v mezhdunarodnoy torgovle* [Liberalization and protectionism in international trade]. *Rossiyskiy vneshneekonomicheskiy vestnik* [Russian Foreign Economic Bulletin], 2013, no. 3, pp. 3–18. (In Russian).
9. Danil'tsev A.V., Danilova E.V., Zakharov A.V., Ivanov A.S. *Osnovy torgovoy politiki i pravila VTO* [Bases of trade policy and WTO rules]. Moscow, Mezhdunarodnye otnosheniya Publ., 2006. 445 p. (In Russian).
10. Danil'tsev A., Kiselev S. *Regulirovanie subsidy v VTO* [Regulation of subsidies in the WTO]. Moscow, 2006. 63 p. (In Russian).
11. Babkina E.V. (ed.) *Respublika Belarus' na puti v VTO: ekonomiko-pravovye aspekty prisoedineniya* [The Republic of Belarus on the way to the WTO: economic and legal aspects of the merger]. Minsk, Belsens Publ., 2012. 161 p. (In Russian).
12. Obolenskiy V.P. *Mirovoe razvitie i problemy VTO* [World development and problems of the WTO]. *Rossiyskiy vneshneekonomicheskiy vestnik* [Russian Foreign Economic Bulletin], 2012, no. 11, pp. 3–9. (In Russian).
13. UN Comtrade: United Nations Commodity Trade Statistics Database. Available at: <http://comtrade.un.org/db/default.aspx> (accessed 20.02.2016).
14. *Edinyy tamozhennyi tarif Tamozhennogo soyuza Respubliki Belarus', Respubliki Kazakhstan i Rossiyskoy Federatsii* [Common Customs Tariff of the Customs Union of Belarus, Kazakhstan and the Russian Federation]. Available at: <http://www.tsouz.ru/db/ettwto/Pages/default.aspx> (accessed 24.02.2015). (In Russian).
15. World Tariff Profiles 2016. Geneva, WTO, 2016. 232 p.
16. Dayneko A.E., Vertinskaya T.S., Beresnev D.V., Abramchuk N.A., Shvedko P.V., Chervinskiy E.A., Trubitsyna E.V., Koleda O.A., Nikitina E.I., Dayneko A.E. (ed.) *Vneshnyaya torgovlya Respubliki Belarus' v usloviyakh vstupleniya v VTO i evraziyskoy integratsii* [Foreign trade of the Republic of Belarus in the context of WTO joining and Eurasian integration]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2013. 245 p. (In Russian).
17. Report of the Working Party on the accession of the Republic of Kazakhstan: WT/ACC/KAZ/93. Available at: https://www.wto.org/english/thewto_e/countries_e/kazakhstan_e.htm (accessed 09.04.2016).
18. Report of the Working Party on the accession of the Russian Federation: WT/ACC/RUS/70, WT/MIN(11)/2. Available at: https://www.wto.org/english/thewto_e/countries_e/russia_e.htm (accessed 09.04.2016).
19. Gusakov V.G., Baygot M.S., Baygot L.N., Kireenko N.V., Karpovich N.V., Guk E.P. *Metodicheskie rekomendatsii po razvitiyu vneshnetorgovykh otnosheniy v svyazi s neobkhodimost'yu regional'noy i mezhdunarodnoy integratsii v sfere APK, vkluchaya vstuplenie Belarusi v VTO* [Recommendations for the development of foreign trade relations due to the necessity of regional and international integration in the field of agriculture, including Belarus joining the WTO]. *Nauchnye printsipy*

regulirovaniya razvitiya APK: predlozheniya i mekhanizmy realizatsii 2012 [Scientific principles for the regulation of agribusiness development: proposals and mechanisms for implementation in 2012]. Minsk, 2012, pp. 37–44. (In Russian).

20. Sidoruk A. *Sovershenstvovanie regulirovaniya podderzhki sel'skogo khozyaystva v Dokhiyskom raunde peregovorov VTO* [Improving the regulation of support to agriculture in Doha round of WTO negotiation]. *APK: ekonomika i upravlenie* [AIC: Economy and Management], 2009, no. 9, pp. 19–24. (In Russian).

21. Karpovich N., Makutsenya E. *Metodicheskie podkhody opredeleniya perechnya chuvstvitel'nykh k importu sel'skokhozyaystvennykh tovarov Belarusi* [Methodical approaches of determination of the list of agricultural goods of Belarus sensitive to import.]. *Agrarnaya ekonomika* [Agrarian Economics], 2016, no. 5, pp. 27–33. (In Russian).

22. Tarasov V.I. *RIFY na puti VTO* [Regional integration formations (RIFs) on the way to the WTO]. Moscow, Ugreshskaya Printing House, 2013. 362 p. (In Russian).

Информация об авторе

Байгот Лидия Николаевна – кандидат экономических наук, заведующая сектором внешнеэкономических отношений, Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси (ул. Казинца, 103, 220108 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: agreconst@mail.belpak.by

Information about the author

Baihot Lidziya N. – Ph. D. (Economic). The Institute of System Researches in Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus (103 Kazinets Str., Minsk 200108, Republic of Belarus). E-mail: agreconst@mail.belpak.by

Для цитирования

Байгот, Л.Н. Методические подходы по обоснованию обязательств по доступу импортных агропродовольственных товаров на внутренний рынок Беларуси в рамках присоединения к ВТО / Л.Н. Байгот // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2017. – № 1. – С. 21–31.

For citation

Baihot L.N. Methodological approaches to obligations substantiations for access of imported agrofood products to the domestic market of Belarus in the framework of joining WTO. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series*, 2017, no 1, pp. 21–31.

ISSN 1817-7204 (print)

УДК 338.43(476)

Поступила в редакцию 08.09.2016

Received 08.09.2016

В. И. Бельский*Институт экономики, Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь***ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ В КОНТЕКСТЕ
ТЕНДЕНЦИЙ ТРАНСГРАНИЧНОГО РЫНКА АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ
ПРОДУКЦИИ**

Статья посвящена оценке перспектив развития сельского хозяйства Беларуси в контексте современных тенденций международной экономической интеграции, формирования потребительских предпочтений и конкурентных преимуществ. Раскрываются риски нарушения финансовой и рыночной устойчивости сельскохозяйственных организаций и отрасли сельского хозяйства страны. Представлена авторская оценка последствий для аграрного сектора белорусской экономики динамики развития сельского хозяйства России на фоне продуктового эмбарго в отношении государств, применивших в отношении Российской Федерации экономические санкции. Делается вывод, что в ближайшее время Республика Беларусь столкнется с усилением конкурентной борьбы на российском рынке по продукции птицеводства и свиноводства, с высокой вероятностью это может повлечь усиление противоречий и барьеров в торговле. Сохранение позиций белорусских товаропроизводителей возможно при производстве высококачественной продукции, отличающейся безопасностью, натуральностью, аутентичностью. Излагаются предложения по усилению агропромышленной политики за счет актуализации направлений специализации сельского хозяйства, корректировки финансово-кредитных механизмов, развития мотивации эффективного агробизнеса с применением стимулирующих выплат из выручки и прибыли, а также наделением собственностью. Предложены рекомендации по развитию подготовки кадров для АПК на основе сбалансированного сочетания теоретической подготовки и практического обучения. Реализация данных мер позволит создать основу гибкости аграрного экономического механизма, задействования рычагов саморазвития, государственно-частного партнерства, адаптивности по отношению к стремительно меняющимся условиям на евразийском рынке.

Ключевые слова: сельское хозяйство, сельскохозяйственные товары, продовольственная безопасность, специализация, конкуренция, качество, безопасность продовольствия.

V. I. Belsky*The Institute of Economy, the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, the Republic of Belarus***ISSUES OF AGRICULTURE DEVELOPMENT IN BELARUS IN THE CONTEXT OF TRANS-BOUNDARY
MARKET OF AGROFOOD PRODUCTS**

The article is devoted to estimation of prospects of agriculture development in Belarus in the context of modern trends of international economic integration, formation of consumer preferences and competitive advantages. Risks for financial market and agricultural organizations stability as well as agricultural industry of the country are revealed. The author's estimation of the consequences for the agricultural sector of the Belarusian economy, the dynamics of agricultural development in Russia against background of product embargo against states applying sanctions to the Russian Federation is given in the article. A conclusion is made that in the near future the Republic of Belarus will face increased competition in the Russian market in the field of poultry and pig production, and there is a high probability it can lead to escalation of contradictions and barriers in trade. It is possible to save the position of Belarusian producers subject to high-quality production that is safe, natural and authentic. Proposals for strengthening the agro-industrial policy by updating directions of agricultural specialization, adjustment of financial and credit mechanisms, development of effective agribusiness motivation with incentive payments from revenues and profits, as well as property endowment are presented. Recommendations for training the agrarian and industrial complex specialists on the basis of a balanced combination of theoretical and practical training are proposed. Implementation of these measures will create a basis for flexibility of agricultural economic mechanism, self-development, state and private partnership, adaptability in relation to the rapidly changing conditions in the Eurasian market.

Keywords: agriculture, agricultural products, food security, specialization, competitiveness, quality, food safety.

Белорусское сельское хозяйство показывает в целом достаточно неплохие производственные результаты [1]. Страна обеспечила продовольственную безопасность и экспортирует сельскохозяйственных товаров на сумму порядка 6 млрд долларов (с учетом вывоза в страны ЕАЭС). В то же время аграрный сегмент национальной экономики находится в уязвимом состоянии под воз-

действием факторов и угроз текущего и перспективного характера [2–3]. В научной литературе проблемные вопросы развития сельского хозяйства представлены достаточно широко, однако следует учитывать, что экономическая среда является динамично развивающейся системой, которая предопределяет формирование новых экономических рисков, выработка позиции по противодействию которым позволит действенно решать как возникающие, так и накопившиеся проблемы.

Нами представлена оценка основных проблем, от решения которых зависит способность страны сохранить потенциал устойчивого развития и позиции на традиционных рынках в условиях усиления интеграционных процессов.

Основная угроза экономической устойчивости сельского хозяйства – разрыв доходов и расходов. Совокупная задолженность по долгам соответствует размеру годовой выручки и более чем в 10 раз превышает чистую прибыль. Неплатежеспособность свыше одной трети предприятий от общего их числа имеет устойчивый характер.

Учитывая разрыв между периодами приложения труда и получения доходов, для выхода на самоокупаемость в текущих условиях рентабельность реализации продукции «среднестатистического» предприятия должна составлять порядка 40 %. На фоне общеэкономических проблем, которые вызвали падение доходов населения за последние два года на 12 %, повышение рентабельности путем увеличения цен затруднительно – стоимость большинства отечественных сельскохозяйственных товаров практически достигла уровня сопредельных стран, дальнейший рост может спровоцировать нарастание импорта и отрицательного сальдо внешнеторгового баланса.

В таких условиях в дополнение к мерам по реструктуризации¹ задолженности принимаемые экономические решения должны предполагать снижение затрат и увеличение объемов рентабельной продукции, поставляемой на рынок [4, 5]. Необходимы шаги тактического и перспективного характера, которые, с одной стороны, должны предусматривать рычаги мотивации эффективного агробизнеса, структурные сдвиги, возможные без глубокого изменения производственных отношений, – посредством внедрения новых форм оплаты труда, совершенствования специализации на действующей производственной базе, применения ресурсосберегающих технологий; с другой – включать последовательное усиление рыночных отношений, снижение роли директивных методов государственного хозяйственного управления, государственно-частное партнерство, увеличение негосударственной доли в структуре уставного капитала организаций, прогнозирование конъюнктурных изменений и инвестирование на этой основе в перспективные проекты.

Самостоятельную крупную проблему, значение которой часто недооценивается, представляет собой неразвитость механизмов стимулирования занятых в сельскохозяйственном производстве.

Ключевая роль в нынешнем балансе стимулов управления в сельском хозяйстве отводится оценке деятельности менеджмента предприятия со стороны руководства исполнительной вертикали, которая далеко не всегда исходит из экономических критериев – по-прежнему доминируют валовые производственные показатели деятельности.

Можно привести массу примеров указаний руководителей вертикали, не в полной мере обоснованных экономической целесообразностью – это требования включения в севооборот «дорогих» культур с точки зрения формирования стоимости валовой продукции сельского хозяйства (кормовой свеклы, овощей), дальнейшее использование которых не окупает издержки либо менее выгодно по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами, указания о заключении контрактов по реализации сельскохозяйственной продукции с конкретными предприятиями, директивное включение в «сырьевые зоны» и т. д.

Необходимо изменить критерии оценки деятельности предприятий и стимулирования их менеджеров с акцентом на рост доходов и перейти на применение понятной «формулы» оплаты труда. За базу могут быть взяты ранее представленные предложения по мотивации руководителей сельскохозяйственных предприятий, основанные на использовании 2-комплексных (включающих показатели численности, средней заработной платы, рентабельности) шкал нормативов начислений по выручке и прибыли, скорректированной на величину прироста долгов [6].

¹ Программа деятельности Правительства Республики Беларусь на 2016–2020 гг. [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 5 апр. 2016 г., № 274 // Консультант плюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

Часть вознаграждения по второй шкале (от прибыли) предлагается направить на прирост доли менеджера в уставном фонде организации (за счет докапитализации или продажи акций, находящихся в государственной собственности). При этом государство может выиграть дважды: за счет роста объемов производства и, как результат, налоговых поступлений, а также вследствие увеличения стоимости активов, приходящейся на сокращающуюся долю при росте доходности агробизнеса за счет принимаемых мер.

Недостаточная и несбалансированная оплата сельскохозяйственного труда привела к нарастанию кадровых проблем АПК. На фоне видимого благополучия по данным числа занятых, качественного их состава ощущается реальная нехватка квалифицированных специалистов – ветврачей, инженерно-технических работников, а также представителей массовых профессий, профессиональные задачи которых все более усложняются и состоят в необходимости эксплуатации сложной техники (роботизированной, с ЧПУ, средствами геопозиционирования), реализации микробиологических процессов (при применении консервантов, заквасок, биологических средств защиты растений, эксплуатации биогазовых установок) и т. д.

Кадровый голод ощущается не только на предприятиях. Специалисты органов государственного управления АПК также не без проблем решают задачи, которые ранее не вызывали затруднений.

По нашей оценке, Беларусь проигрывает партнерам по ЕАЭС и, одновременно, конкурентам в развитии кадрового потенциала АПК по следующим критериям:

1) знание иностранного языка. Работники органов государственного управления в сфере АПК, менеджеры и специалисты крупных российских и казахстанских предприятий, как правило, могут свободно общаться на английском языке, что позволяет «без комплексов» вести бизнес-диалог не только в русскоязычной среде, но и по всему миру;

2) нацеленность на карьерный рост. В России, Казахстане и других странах на законодательном уровне поддерживается престижность квалифицированного труда и государственной службы. Развита различные профессиональные тренинги. Казахстан реализует программу подготовки кадров, предусматривающую обучение талантливой молодежи в престижных зарубежных вузах. Это призвано не только обеспечить получение знаний, но и развитие «народной дипломатии», установление деловых связей. Насколько это важно, свидетельствует экономический прорыв Китая, который начался после того, как в учебных заведениях США было подготовлено около 100 тыс. китайских студентов;

3) умение выполнять элементарную «техническую» работу в соответствии с приобретённой специальностью, учитывая разнообразие условий сельскохозяйственного производства, специализации и, как следствие, обязанностей при последующем трудоустройстве. Например, молодой ветеринарный врач в Российской Федерации может не только лечить животных, но и на высоком уровне обеспечивать карантинные мероприятия в соответствии с международными требованиями, вести реальный ветеринарный контроль при выпуске продукции в обращение с использованием новейших методов лабораторных исследований, а также контрольно-профилактические ветеринарно-санитарные мероприятия на объектах сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности, чему не всегда уделяется внимание при подготовке специалистов в Беларуси.

Лучшие выпускники российских вузов оказываются во многих случаях более конкурентоспособными, чем опытные специалисты в Беларуси.

Совершенствование подготовки кадров требует реализации разноплановых мероприятий, в их числе:

1) корректировка программ, увеличение продолжительности подготовки по профильным предметам;

2) повышение оплаты труда профессорско-преподавательского состава, привлечение и закрепление на преподавательской работе видных ученых и практиков;

3) развитие материальной базы учреждений образования. На полигонах и в лабораториях должны быть представлены новейшие средства производства, выпускаемые в Беларуси и за рубежом;

– стимулирование передовых предприятий в привлечении студентов для прохождения производственной практики (в форме налоговых льгот, бюджетных ассигнований на приобретение новых образцов техники, оплаты наставничества).

После окончания обучения на производство должен приходить полностью подготовленный специалист, познания которого позволяют развивать агробизнес, а не поддерживать его на достигнутом уровне, что неизбежно произойдет, если знания технологии и навыки практической работы будут приобретаться непосредственно на предприятии. В данной связи мы не разделяем точку зрения остальных ученых и представителей органов государственного управления, предлагающих в значительной степени заменить изучение теории практическим обучением.

Указанные проблемы относятся к базовым, большинство других являются производными от компетентности кадров, развития деловой культуры, нацеленности исполнителей на конечный результат, способности менеджерского звена создать условия роста квалификации, конкурса бизнес-идей.

Одним из ключевых вызовов для белорусского сельского хозяйства является усиление конкуренции на традиционных рынках внешнего сбыта, а также на внутреннем рынке в связи со стремительным ростом производства в странах-партнерах по Евразийскому экономическому союзу, прежде всего России.

Несмотря на достаточно широкую дискуссию в научных изданиях и средствах массовой информации о путях развития белорусского сельского хозяйства в системе трансграничного и мирового разделения труда в свете последних тенденций, проявляющихся со всей очевидностью, однозначных оценок пока не выработано [7–12]. В данной связи решения о развитии производства принимаются по инерции, на основе устоявшихся представлений, одно из которых – безграничный рынок России позволит сбыть всю произведенную продукцию. Но это заблуждение. Специализация Беларуси требует срочной корректировки, иначе не избежать неэффективных вложений и нарастания финансовых проблем.

Мировой опыт показывает, что наукоемкое и интенсивное развитие сельского хозяйства, последующего процессинга может обеспечить высокую конкурентоспособность сельскохозяйственных товаров даже при недостаточном уровне естественных факторов производства продукции (почвенном плодородии, солнечной радиации и сбалансированном увлажнении). Это характерно, например, для Дании, Нидерландов, Швейцарии, в некоторой степени Германии и Франции.

Тем не менее, базовые условия производства при традиционных методах получения продукции, которые свойственны для основной массы предприятий ЕАЭС, играют ключевую роль [13]. Поэтому на современном этапе и в среднесрочной перспективе конкурентоспособность товаров на важнейших продуктовых рынках Евразийского союза будет определяться преимущественно продуктивной способностью земли с учетом вложений.

Россия и во многом Казахстан обладают лучшими хозяйственными условиями производства зерна высокого качества [14, 15], что определяет более сильный потенциал роста конкурентоспособности птицеводства и свиноводства в указанных странах по сравнению с возможностями Беларуси.

Россия в последние годы демонстрирует устойчивые темпы прироста производства продукции названных отраслей². Так, в 2015 г. производство мяса птицы в России возросло на 8 % (на 325 тыс. т). При этом импорт указанной продукции составил около 5 % внутреннего потребления (250 тыс. т), из них порядка 50 % – белорусские поставки. То есть в течение одного года при сохранении темпов прироста производства Россия может полностью перейти на самообеспечение.

В объеме потребления свинины в России на импорт приходится порядка 10 % (350 тыс. т), при этом за 2015 г. страна нарастила производство на 134 тыс. т. То есть для выхода на полную самообеспеченность продукцией свиноводства России необходимо еще 3 года.

Примечательным является то, что рост обеспечивается крупнотоварным сектором, что меняет структуру потребления и баланса на рынке. Так, если в 2015 г. прирост продукции свиноводства в целом составил 4,5 %, то сельхозпредприятия увеличили производство на 8,5 %. Прирост производства продукции свиноводства за 2013 г. в целом составил 10,6 %, в сельхозорганизациях – 24,7 %. В 2014 г. пропорции были следующими: в целом по всем категориям хозяйств – +4,7 %, в сельхозорганизациях – +12,3 %.

² Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. 2015 : статист. сб. / Федер. служба гос. статистики. – М. : Росстат, 2015. – 201 с.; Государства – члены Евразийского экономического союза в цифрах : статист. ежегод. / Евраз. экон. комис. – М. : [б. и.], 2015. – 382 с.

Производство мяса развивается особенно быстрыми темпами в черноземной зоне России, которая обеспечивает основные объемы сбора зерна. Так, в Белгородской области производство мяса птицы в 2015 г. достигло порядка 600 тыс. т, тогда как в 1997 г. находилось на уровне 13 тыс. т. Этих объемов достаточно, чтобы полностью обеспечить Москву и Санкт-Петербург.

При этом Россия в последние годы наращивает производство зерна. В 2015 г. было экспортировано порядка 30 млн т зерна, в 2016 г. этот показатель может составить 35 млн т, так как российские производители существенно нарастили производство ценной пшеницы, опередив в 2015 г. по валовому сбору даже США.

Беларусь в расчете на душу населения производит больше зерна, чем Россия³, однако отечественный потенциал роста существенно уступает российским возможностям. В последние годы в нашей стране вносилось порядка 1,5 млн т минеральных удобрений. При этом в огромной России – порядка 2,0–2,5 млн т. При условии, что половина из 18 млн т производимых в России минеральных удобрений будет направлена на собственные нужды, страна сможет увеличить урожай зерна на 40 млн т. Вероятность такого развития событий нельзя исключать, так как в условиях санкций со стороны Евросоюза, США и их союзников Российская Федерация пытается максимально снизить зависимость от импорта. В качестве рычага могут быть применены экспортные таможенные пошлины, а также субсидии сельскохозяйственным предприятиям на закупку отечественных удобрений. На такую возможность указывает то, что в процессе согласования Договора о ЕАЭС⁴ Россия и Казахстан заблокировали предложение Евразийской комиссии об отнесении указанных субсидий к запрещенным.

Еще одно важное обстоятельство. В России активизированы подготовка и принятие решений о возвращении в оборот необрабатываемых земель, приобретенных непрофильными инвесторами. Многие из них куплены с целью спекуляции, а не ведения хозяйства, и постепенно деградируют. Их изъятие и возвращение в оборот позволит существенно увеличить производство [16].

Поэтому рассчитывать на российский рынок продукции птицеводства и свиноводства и вкладывать государственные средства в развитие этих отраслей – большой экономический риск. Доминирующей государственной стратегией в отношении них должно быть насыщение внутреннего рынка и обеспечение устойчивости производства. Бизнес-стратегии, реализуемые на свой риск инвесторами, могут быть иные. Кажется парадоксальным, но может сложиться ситуация, когда российские поставщики начнут вытеснять белорусских производителей мяса с рынка нашей страны. О своих интересах на белорусском рынке уже заявил крупный российский холдинг «Мираторг». Пока эти порывы сдерживаются, но когда продукции у России будет в достатке, она может жестко поставить вопрос транспарентности в регулировании торговли, увязав это с импортом молока, экспортом нефти и т. д. Российские бизнес-элиты тесно связаны с властными структурами. Например, достаточно много представителей агробизнеса в составе депутатского корпуса. Не приходится сомневаться, что в данной связи будут применены разнообразные средства давления на Беларусь, если наша страна будет препятствовать продвижению интересов российского агробизнеса на своей территории.

Рассматривая перспективы развития концентратоемких отраслей животноводства, необходимо обратить внимание также на Украину, которая, вероятно, может активизироваться на белорусском рынке мяса. Стабилизация политической ситуации может привлечь в Украину инвесторов из ЕС, которые получат на дешевом зерне конкурентоспособное мясо как для внутреннего рынка, так и для экспорта.

Для указанной стратегии подходят не только и не столько крупные свинокомплексы, так как они слишком уязвимы с точки зрения эпизоотической безопасности, диверсификации занятости. Как показывает опыт соседней Польши, конкурентоспособность и устойчивость достигимы и при постановочном поголовье 100–300 гол. при условии развития кооперации в производстве кормов, племенном деле, ветеринарном обслуживании. Это сыграло положительную роль

³ Евразийский экономический союз в цифрах : крат. статист. сб. / Евраз. экон. комиссии – М. : [б. и.], 2016. – 190 с.

⁴ Агропромышленная политика Евразийского Экономического Союза / Евраз. экон. комис. ; под ред. С. С. Сидорского. – Режим доступа: http://www.eurasiancommission.org/ru/Documents/APK-rus_n.pdf. – Дата доступа: 10.11.2016; Договор о Евразийском экономическом союзе [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org/ru/Lists/EECDocs/635375701449140007.pdf>. – Дата доступа: 11.11.2016.

(в комплексе с мерами поддержки) при «закрытии» российского рынка, когда Польша сократила общее число свиней, при этом массовых банкротств предприятий не отмечалось.

Как показывает опыт Польши, Дании, Италии и других стран, для сохранения доли на рынке в первую очередь важно добиваться роста качества готовой продукции. Ключевые характеристики – безопасность, натуральность, аутентичность, вкус [17–21]. Целесообразно делать ставку на экспорт готовых брендовых продуктов с премиальными характеристиками. Белорусские товары у потребителей должны восприниматься как лучшие, превосходные. Это позволит даже при относительно высокой стоимости производства исходного сырья обеспечивать конкурентоспособность готовой продукции.

Следует констатировать, что резервы повышения привлекательности для потребителей готовых мясных изделий массового ассортимента белорусских предприятий не исчерпаны. Не секрет, что как премиальные не могут восприниматься товары, которые изготовлены с применением мяса механической обвалки, переработанной (гомогенизированной) шкурки, множества вкусовых добавок, улучшителей цвета, стабилизаторов формы, антиокислителей и т. д. Даже приобретение изделий высокого ценового диапазона не гарантирует отсутствия в них, например, фрагментов соединительной ткани. Слабая культура производства на отдельных предприятиях, недостаточная требовательность отечественных ветеринарных и санитарных служб к оценке деятельности субъектов хозяйствования приводят к периодическому выявлению и обнародованию фактов, дискредитирующих отечественную систему обеспечения безопасности производства продукции. Например, о порче крупных объемов сырья на Слуцком и Гомельском мясокомбинатах, которое, к сожалению, недобросовестные производители пытались переработать и поставить на рынок.

Ключевой экспортной статьей Беларуси в настоящее время являются молочные продукты. Этому способствуют естественные условия хозяйствования, которые по комплексу факторов определяют вхождение страны в «молочный пояс». Ориентация на данное производственное направление позволит и в дальнейшем успешно конкурировать на российском рынке, цены которого существенно превышают цены потенциальных покупателей других стран. Недостаток продукции крупного рогатого скота, покрываемый Россией импортными поставками, составляет порядка 28 % емкости по говядине и 20 % по молоку.

В настоящее время на фоне роста доходов населения трансформируется потребительский рынок Китая, Вьетнама, Индонезии⁵. Молочные продукты становятся более востребованными. Пока цена на них малопривлекательная для белорусских производителей, но в перспективе, очевидно, будет повышаться с ростом спроса, который сложно удовлетворить за счет местных ресурсов. Это является дополнительным аргументом в пользу целесообразности дальнейшего наращивания молочного производства в нашей стране.

Для повышения эффективности отрасли необходимо вернуться к вопросу формирования крупных молочных компаний [22]. Создание государственных холдингов на базе областных объединений, как показал анализ, – смена вывески, которая не решает стратегических задач развития отрасли, при этом создает дополнительные коррупционные риски нарушения интересов государства.

Следует отметить, что основную массу экспортной продукции Беларусь формирует за счет ресурсоемких отраслей животноводства [23], тогда как соседние страны – Украина и Польша (особенно) – делают акцент на продукции растительного происхождения (плодах, свежих овощах, овощных и смешанных консервах). Беларусь здесь существенно проигрывает. Даже традиционный национальный товар – картофель и продукты из него – экспортируются в незначительных объемах.

Отчасти возникновение данного дисбаланса стало следствием однотипной специализации предприятий крупнотоварного сектора, слабым развитием средних предприятий, обладающих гибкостью по отношению к рыночным запросам. Безусловно, крупное производство создает технико-технологические условия минимизации затрат на единицу продукции. Однако при избы-

⁵ Мировой рынок молока и молочных продуктов // Молоч. сфера. – 2014. – №4 (51). – Режим доступа: http://sfera.fm/articles/mirovoi-rynok-moloka-i-molochnykh-produktov_1546. – Дата доступа: 04.03.2016.; Итоги года. Развитие молочной отрасли в 2015 году [Электронный ресурс]// MILKNEWS.RU : новости и аналитика молоч. рынка. – Режим доступа: http://milknews.ru/analitika-rinka-moloka/molochnaya_otrasl.html. – Дата доступа: 04.03.2016.

точных размерах теряется управляемость, внимание к небольшим земельным участкам, нарушаются рыночные принципы функционирования рынка труда.

Следует отметить, что сопровождающая укрупнение производства концентрация сельских жителей в агрогородках и центральных усадьбах приводит к обезлюдению окраин. В данной связи необходимо более активное встраивание в систему крупнотоварного производства небольших хозяйств с проживанием учредителей и работников, приближенном к месту ведения хозяйства. В России, например, по данному поводу была высказана интересная инициатива формирования «родовых поместий».

Действенные стимулы развития экспорта продукции растениеводческого происхождения (в том числе плодов и овощей), по нашей оценке, могут создать меры налогового стимулирования – приравнивание плодо-овощеперерабатывающих предприятий по уровню налогообложения к сельскохозяйственным, льготного кредитования пополнения оборотных средств для создания запасов исходного сырья и готовой продукции сезонного производства [24].

Не в полной мере пока реализован экспортный потенциал белорусских наукоемких сельскохозяйственных товаров – сортовых и гибридных семян сельскохозяйственных культур, племенного скота, кормовых добавок и биопрепаратов, произведенных с применением нанотехнологий и т. д.

В системе мер, призванных повысить экономическую и рыночную устойчивость АПК, важное значение принадлежит трансформации государственной поддержки сельского хозяйства [25]. К сожалению, «перекосы» в практике субсидирования не только сохраняются, но и усугубляются, так как применяемые механизмы требуют все больше средств на обслуживание ресурсов, направленных на приобретение техники по лизингу, кредитов на строительство и модернизацию животноводческих объектов и т. д.

Кредитная схема поддержки (удешевление кредитов) могла быть эффективной только тогда, если бы банки обеспечивали реальную экспертизу заявленных для кредитования с господдержкой проектов. В реальности банки выполняют роль обслуживающего финансового бюро, деятельность которого хорошо оплачивается. При этом они ничем не рискуют – государство возместит выданные ими ресурсы, в том числе и на некупаемые проекты. Последнее решение о создании агентства по управлению проблемными активами наглядно это подтверждает.

Нет ни рынка кредита (привлекаются только определенные банки), ни рынка проектов (ресурсы фактически распределяются на установленные нужды через систему вертикали власти), ни рынка приобретаемых ресурсов.

Это уже привело к ряду негативных последствий, среди которых:

- демотивация сельхозпредприятия и его менеджмента в поиске эффективных вариантов развития;
- субъективизм в распределении средств поддержки между предприятиями. С экономической точки зрения он относится к недобросовестным экономическим действиям и нарушению условий конкуренции;
- нарушение условий конкурентного сбыта продукции для отечественных ресурсопроизводящих предприятий. Создание на определенном этапе «тепличных» условий их работы (высокие гарантированные цены и сбыт, низкая ответственность за брак) привело к потере иммунитета выживания на свободных рынках и сделало многие направления машиностроения неконкурентоспособными по отношению к зарубежной продукции.

Поэтому механизм поддержки, посредством которого обеспечивается передача в сферы, связанные с АПК, ресурсов, составляющих до 50 % выручки от реализации сельхозпродукции, должен быть кардинально перестроен на понятных подходах и принципах, а именно:

- необходимо определить четкие условия (формулу) выделения средств поддержки для предприятий. Преимущественно это должны быть доплаты за реализованную продукцию. Условия не должны кардинально меняться на протяжении нескольких лет;
- средства поддержки должны поступать в распоряжение предприятия (на счет) и использоваться в соответствии с установленными направлениями. Такую практику, как «аккумулирование» средств в области и районе с последующим централизованным приобретением ресурсов, необходимо жестко ограничить. Она частично оправдана только при покупке ресурсов за рубежом (белкового сырья, СЗР, ветпрепаратов).

Названные меры не являются исчерпывающими для снижения рисков усиления конкуренции для отечественных предприятий и повышения их финансово-экономической устойчивости, однако именно их реализация призвана создать основу гибкости аграрного экономического механизма, задействования рычагов саморазвития, государственно-частного партнерства, адаптивности по отношению к стремительно меняющимся условиям на евразийском рынке.

Список использованных источников

1. Продовольственная безопасность Республики Беларусь в условиях функционирования Евразийского экономического союза. Мониторинг-2015 : в 2 ч. / В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2016. – 2 ч.
2. Бельский, В.И. К вопросу оценки новых вызовов продовольственной безопасности / В.И. Бельский // Продовольственная безопасность Республики Беларусь в современных условиях : материалы Первого Всебелорус. форума, Минск, 12 окт. 2016 г. / Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси ; под ред. В.Г. Гусакова, А.П. Шпака. – Минск, 2016. – С. 38–51.
3. Угрозы продовольственной безопасности: оценка и упреждение : метод. предложения / З.М. Ильина [и др.] ; Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси, Центр аграр. экономики. – Минск : [б. и.], 2008. – 79 с.
4. Гусаков, В.Г. Как обеспечить устойчивость и конкурентность национального АПК / В.Г. Гусаков // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2013. – № 1. – С. 9–22.
5. Гусаков, В.Г. Основные проблемы перспективного развития АПК / В.Г. Гусаков // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2016. – № 2. – С. 44–49.
6. Бельский, В.И. Развитие системы мотивации труда руководителей сельскохозяйственных организаций / В.И. Бельский // Проблемы экономики : сб. науч. тр. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Минск, 2009. – Вып. 2 (9). – С. 3–23.
7. Байгот, Л.Н. Беларусь на мировом рынке продовольствия: возможности страновой и региональной диверсификации экспорта отечественной продукции / Л.Н. Байгот // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2013. – № 4. – С. 17–28.
8. Грибоедова, И.А. Анализ и адаптация опыта диверсификации мировой продовольственной системы в Республике Беларусь / И.А. Грибоедова // Экон. и социал. перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2015. – № 1 (37). – С. 196–213.
9. Ильина, З.М. Глобальные проблемы и устойчивость национальной продовольственной безопасности : в 2 кн. Кн. 1 / З.М. Ильина. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2012. – 211 с.
10. Механизмы конкурентоспособного развития АПК Беларуси в условиях функционирования ЕЭП и ЕврАзЭС / В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Белорус. наука, 2014. – 277 с.
11. Продовольственная безопасность Республики Беларусь. Мониторинг–2010: в контексте глобальных проблем / З.М. Ильина [и др.]. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2011. – 292 с.
12. Тумаланов, Н.В. Регионально-территориальный фактор в повышении конкурентоспособности отраслей / Н.В. Тумаланов, И.П. Данилов, Э.Н. Тумаланов // Вестн. Рос. гуманитар. науч. фонда. – 2014. – № 3 (76). – С. 101–108.
13. Рынки сырья и продовольствия в условиях глобализации / З.М. Ильина [и др.] ; ред. З.М. Ильина. – Минск : Ин-т аграр. экономики, 2005. – 99 с.
14. Таможенный союз: рынки сырья и продовольствия / З.М. Ильина [и др.] ; под ред. З.М. Ильиной. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2013. – 199 с.
15. Таможенный Союз: общие и аграрные аспекты интеграции // Науч. тр. ВИАПИ им. А.А. Никонова ; вып. 39 / под общ. ред. К.Г. Бородина. – М. : ВИАПИ им. А.А. Никонова, 2013. – 178 с.
16. Кэмпбелл, Я. Обеспеченность населения продовольственными ресурсами в мировой экономической системе / Я. Кэмпбелл, М.И. Лукиных // Изв. Урал. гос. экон. ун-та. – 2010. – № 5 (31). – С. 175–179.
17. Расторгуев, П.В. Методические рекомендации по формированию системы единых экономических показателей качества сельскохозяйственной продукции и готового продовольствия в рамках Единого экономического пространства / П.В. Расторгуев, И.Г. Почтовая, Е.А. Расторгуева. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2016. – 43 с.
18. Расторгуев, П.В. Европейский опыт формирования эффективного механизма нормативного регулирования качества аграрной продукции / П.В. Расторгуев, И.Г. Почтовая // Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси : межведомств. темат. сб. / Ин-т систем. исслед. в АПК Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2015. – Вып. 44. – С. 129–139.
19. DelVecchio P. Brand-based competition in the agri-food Sector: evidences from Italian SMEs / P. DelVecchio, V. Ndou, N. Sadguy // System dynamics and innovation in food networks : proc. of the 2nd Intern. Europ. Forum, Innsbruck-Igls, Austria, 18–22 Febr. 2008. – Bonn, 2008. – P. 531–541.
20. Crespi, J.M. Quality and competition: an empirical analysis across industries : working paper 06-WP 420 / J.M. Crespi, S. Marette. – Ames, Iowa : Center for Agr. a. Rural Development, Iowa State Univ., 2006. – 29 p.
21. Lee, J. Global value chains and agrifood standards: Challenges and possibilities for smallholders in developing countries / J. Lee, G. Gereffi, J. Beauvais // Proc. of the Nat. Acad. Sciences of the USA. – 2012. – Vol. 109, N31. – P. 12326–12331.
22. Гусаков, В.Г. Научные основы создания продуктовых компаний / В.Г. Гусаков, М.И. Запольский. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 195 с.

23. Методические рекомендации по совершенствованию торговых экономических отношений Республики Беларусь со странами Европы, Азии, Африки и Южной Америки (в сфере АПК) / В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2016. – 76 с.
24. Бельский, В.И. Налоговый механизм АПК: противоречия и пути их разрешения / В.И. Бельский, П.А. Лаппо // Аграр. экономика. – 2016. – № 7. – С. 9–15.
25. Гусаков, В.Г. Совершенствование механизма государственного регулирования АПК / В.Г. Гусаков // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2012. – № 2. – С. 5–19.

References

1. Gusakov V.G., Shpak A.P., Nizhevich L.I., Lomakina A.L., Kireenko N.V., Kondratenko S.A., Baygot L.N., Baygot M.S., Kazakevich I.A., Batova N.N., Akhramovich V.S., Verokha L.M., Gusakov G.V., Gusakova I.V., Enchik L.T., Karpovich N.V., Kuz'mich L.I., Lobanova L.A., Makutsenya E.P., Mitskevich S.M., Pashkevich D.S., Svistun O.V., Steshits O.V., Shabunya L.V. *Prodovol'stvennaya bezopasnost' Respubliki Belarus' v usloviyakh funktsionirovaniya Evraziyskogo ekonomicheskogo soyuza. Monitoring-2015* [Republic of Belarus Food security in the conditions of functioning of the Eurasian Economic Union. Monitoring-2015]. Minsk, The Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, 2016. (In Russian).
2. Bel'skiy V.I. *K voprosu otsenki novykh vyzovov prodovol'stvennoy bezopasnosti* [Assessment of new food security challenges]. *Prodovol'stvennaya bezopasnost' Respubliki Belarus' v sovremennykh usloviyakh: materialy pervogo vsebelorusskogo foruma, Minsk, 12 oktyabrya 2016 g.* [Food security of the Republic of Belarus in modern conditions: materials of the First All-Belarusian Forum, Minsk, October 12, 2016]. Minsk, 2016, pp. 38–51. (In Russian).
3. Il'ina Z.M., Batova N.N., Baran G.A., Enchik L.T., Kondratenko S.A., Lepetilo N.N., Lobanova L.A., Steshits O.V., Turkova O.V. *Ugrozy prodovol'stvennoy bezopasnosti: otsenka i uprezhdenie* [Threats to food security: assessment and anticipation]. Minsk, 2008. 79 p. (In Russian).
4. Gusakov V.G. *Kak obespechit' ustoychivost' i konkurentnost' natsional'nogo APK* [How to ensure stability and competitiveness of the national agroindustrial complex]. *Vesti Natsyyanal'nyy akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series], 2013, no. 1, pp. 9–22. (In Russian).
5. Gusakov V.G. *Osnovnye problemy perspektivnogo razvitiya APK* [The main problems of the progressive development of agro-industrial complex]. *Vesti Natsyyanal'nyy akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series], 2016, no. 2, pp. 44–49. (In Russian).
6. Bel'skiy V.I. *Razvitie sistemy motivatsii truda rukovoditeley sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy* [Development of the labour incentive system for leaders of agricultural organizations]. *Problemy ekonomiki: sbornik nauchnykh trudov* [Economy Problems: collection of scientific papers]. Minsk, 2009, no. 2 (9), pp. 3–23. (In Russian).
7. Baygot L.N. *Belarus' na mirovom rynke prodovol'stviya: vozmozhnosti stranovoy i regional'noy diversifikatsii eksporta otechestvennoy produktsii* [Belarus on the world food market: opportunities of the country and regional export diversification of agricultural products]. *Vesti Natsyyanal'nyy akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series], 2013, no. 4, pp. 17–28. (In Russian).
8. Griboedova I.A. *Analiz i adaptatsiya opyta diversifikatsii mirovoy prodovol'stvennoy sistemy v Respublike Belarus'* [Analysis and adaptation of the experience of the global food system diversification in the Republic of Belarus]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast], 2015, no. 1 (37), pp. 196–213. (In Russian).
9. Il'ina Z.M. *Global'nye problemy i ustoychivost' natsional'noy prodovol'stvennoy bezopasnosti* [Global problems and stability of the national food security]. Minsk, The Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, 2012, vol. 1. 211 p. (In Russian).
10. Gusakov V.G., Shpak A.P., Zapol'skiy M.I., Pilipuk A.V., Suboch F.I. *Mekhanizmy konkurentosposobnogo razvitiya APK Belarusi v usloviyakh funktsionirovaniya EEP i EvrAzES* [Mechanisms of the competitive development of agro-industrial complex in Belarus in the context of EEA and EurAsEC functioning]. Minsk, Belorusskaya Nauka Publ., 2014. 277 p. (In Russian).
11. Il'ina Z.M., Gusakov V.G., Bel'skiy V.I., Skakun A.S., Baran G.A., Enchik L.T., Lobanova L.A., Svistun O.V., Smeyan A.Yu., Brechko Ya.N., Pomozov S.V., Degtyarevich V.I., Lappo P.A., Shishko V.I. *Prodovol'stvennaya bezopasnost' Respubliki Belarus'. Monitoring – 2010: v kontekste global'nykh problem* [Food security of the Republic of Belarus. Monitoring – 2010: in the context of global challenges]. Minsk, The Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, 2012. 292 p. (In Russian).
12. Tumalanov N.V., Danilov I.P., Tumalanov E.N. *Regional'no-territorial'nyy faktor v povyshenii konkurentosposobnosti otrasley* [Territorial factor in the increase of the competitiveness of industries]. *Vestnik Rossiyskogo gumanitarnogo nauchnogo fonda* [Bulletin of the Russian Humanitarian Foundation], 2014, no. 3 (76), pp. 101–108. (In Russian).
13. Il'ina Z.M., Baran G.A., Batova N.N., Enchik L.T., Kondratenko S.A., Likhacheva N.L., Lobanova L.A., Likhtar A.A., Il'ina Z.M. (ed.) *Rynki syr'ya i prodovol'stviya v usloviyakh globalizatsii* [Raw materials and food markets in the context of globalization]. Minsk, Institute of Agricultural Economics, 2005. 99 p. (In Russian).
14. Il'ina Z.M., Baygot L.N., Baygot M.S., Bel'skiy V.I., Sukhov S.M., Sarsenbekov K.O., Buben S.B., Kireenko N.V., Brechko Ya.N., Akhramovich V.S., Baran G.A., Verokha L.M., Gridyushko D.N., Guk E.P., Enchik L.T., Karpovich N.V., Kuz'mich L.I., Lobanova L.A., Nikitina I.V., Il'ina Z.M. (ed.) *Tamozhenny soyuz: rynki syr'ya i prodovol'stviya* [Customs Union: raw materials and food markets]. Minsk, The Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, 2013. 199 p. (In Russian).
15. Borodin K.G. (ed.) *Tamozhenny Soyuz: obshchie i agrarnye aspekty integratsii* [Customs Union: general and agricultural aspects of integration]. Moscow, VPIA them. A. Nikonov, 2013. 178 p. (In Russian).

16. Kempbell Ya., Lukinykh M.I. *Obespechennost' naseleniya prodovol'stvennymi resursami v mirovoy ekonomicheskoy sisteme* [Population provision with food resources in the world economic system]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Journal of the Ural State University of Economics], 2010, no. 5 (31), pp. 175–179. (In Russian).
17. Rastorguev P.V., Pochtovaya I.G., Rastorguev E.A. *Metodicheskie rekomendacii po formirovaniyu sistemy edinyh je-konomiceskikh pokazatelej kachestva sel'skhozjajstvennoj produkcii i gotovogo prodovol'stviya v ramkah Edinogo jekono-micheskogo prostranstva* [Methodological recommendations for the formation of the system of common economic indicators of quality of agricultural products and ready-made food products within the Common Free Market Zone]. Minsk, 2016, 43 p. (In Russian).
18. Rastorguev P.V., Pochtovaya I.G. *Evropeyskiy opyt formirovaniya effektivnogo mekhanizma normativnogo regulirovaniya kachestva agrarnoy produktcii* [European experience in the formation of the effective mechanism of regulation of agricultural products quality]. *Ekonomicheskie voprosy razvitiya sel'skogo khozyaystva Belarusi: mezhdvostvennyy tematicheskii sbornik* [Economic issues of agricultural development in Belarus: interdepartmental subject collection]. Minsk, 2015, no. 44, pp. 129–139. (In Russian).
19. DelVecchio P., Ndou V., Sadguy N. Brand-based competition in the agri-food Sector: evidences from Italian SMEs. *System dynamics and innovation in food networks 2008: proceedings of the 2nd International European Forum*, Innsbruck-Igls, Austria, 18–22 February 2008. Bonn, 2008, pp. 531–541.
20. Crespi J.M., Marette S. Quality and competition: an empirical analysis across industries: working paper 06-WP 420. Ames, Iowa, Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, 2006. 29 p.
21. Lee J., Gereffi G., Beauvais J. Global value chains and agrifood standards: Challenges and possibilities for small-holders in developing countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2012, vol. 109, no. 31, pp. 12326–12331. doi: 10.1073/pnas.0913714108.
22. Gusakov V.G., Zapol'skiy M.I. *Nauchnye osnovy sozdaniya produktovykh kompaniy* [Scientific bases for the creation of product companies]. Minsk, Belaruskaya Navuka Publ., 2012. 195 p. (In Russian).
24. Bel'skiy V.I., Lappo P.A. *Nalogovyy mekhanizm APK : protivorechiya i puti ikh razresheniya* [Tax mechanism of agro-industrial complex: contradictions and ways of their solution]. *Agrarnaya ekonomika* [Agrarian Economics], 2016, no. 7, pp. 9–15. (In Russian).
25. Gusakov V.G. *Sovershenstvovanie mekhanizma gosudarstvennogo regulirovaniya APK* [Improvement of the mechanism of government regulation of agro-industrial complex]. *Vesti Natsyonal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series], 2012, no. 2, pp. 5–19. (In Russian).

Информация об авторе

Бельский Валерий Иванович – кандидат экономических наук, доцент, директор, Институт экономики (ул. Сурганова, 1, 220072 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: belskij@tut.by

Information about the author

Belsky Valery I. – Ph. D. (Economic), Associate Professor. The Institute of Economy (1 Surganov Str., Minsk 220072, Republic of Belarus). E-mail: belskij@tut.by

Для цитирования

Бельский, В.И. Вопросы развития сельского хозяйства Беларуси в контексте тенденций трансграничного рынка агропродовольственной продукции / В.И. Бельский // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2017. – № 1. – С. 32–41.

For citation

Belsky V.I. Issues of agriculture development in Belarus in the context of trans-boundary market of agrofood products. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series*, 2017, no 1, pp. 32–41.

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА
AGRICULTURE AND PLANT CULTIVATION

УДК 631.5:551.586(476)

Поступила в редакцию 27.10.2016
Received 27.10.2016

В. Ф. Логинов, М. А. Хитриков

Институт природопользования, Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО
ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

Биоклиматический потенциал (БКП) является одним из наиболее универсальных и удобных комплексных показателей, используемых для оценки условий выращивания сельскохозяйственных культур и проведения агроклиматического районирования. В конце XX века изучение БКП было одним из ведущих направлений агроклиматических исследований, однако в последние годы число работ, посвященных данному вопросу, уменьшилось. Оценка современных значений БКП представляет большую актуальность в связи с тем, что с конца 80-х годов XX века наблюдаются заметные изменения климата и, следовательно, изменяются агроклиматические условия. Расчет значений биоклиматического потенциала территории Беларуси проводили для периода 1977–2015 гг. по методике Д. И. Шашко. Значения БКП были уточнены с помощью методик З. А. Мищенко и собственных схем за счет учета влияния температуры почв на глубину и поступления солнечной радиации на подстилающую поверхность. Сравнительный анализ изменений значений БКП для разных периодов времени показал, что за последние десятилетия величина биоклиматического потенциала территории Беларуси значительно выросла, приращение его величины определяется, в первую очередь, пространственно-временными особенностями изменений температуры и количества осадков. Введение поправки на температуру почвы на глубине привело к заметному повышению значений потенциала, а поправки на поступление солнечной радиации – к незначительному снижению значений БКП. Расчет интегрального показателя качества условий выращивания сельскохозяйственных культур на основе биоклиматического потенциала и бонитета почв показал, что в интегральном показателе роль бонитета почв превышает роль биоклиматического потенциала. Полученные результаты имеют положительные предпосылки для создания практических рекомендаций для выращивания различных сельскохозяйственных культур с учетом пространственных различий агроклиматических условий и изменяющегося климата в последние 2–3 десятилетия.

Ключевые слова: биоклиматический потенциал, изменения климата, температура, количество осадков, бонитет почв.

V. F. Loginov, M. A. Khitrykau

Institute for Nature Management, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

SPATIOTEMPORAL CHANGES OF BIOCLIMATIC POTENTIAL OF THE TERRITORY OF BELARUS

Bioclimatic potential (BCP) is one of the most universal and practical comprehensive indicators used for estimation of agricultural crops growing conditions and agroclimatic zoning. BCP assessments were one of the major lines of agroclimatic research in the end of XX century, but in recent years the number of works dedicated to the problem decreased. Due to significant changes of climate, which began in 1980s, and, consequently, changes of agroclimatic conditions, the assessment of current values of BCP becomes more relevant. Calculations of bioclimatic potential of the territory of Belarus according to methods developed by D. I. Shashko were performed for the period of 1977–2015. The BCP values obtained were specified by the effect of soil temperature at a certain depth and amount of solar radiation on the underlying surface according to methods developed by Z. A. Mishchenko and own approaches. Comparative analysis of BCP changes was performed for different periods of time. The analysis identified significant growth of BCP on the territory of Belarus during the last decades. Degree of increment of BCP was defined by spatio-temporal features of changes of temperature and precipitation. Introduction of soil temperature at a certain depth correction coefficient caused significant increases, and introduction of solar radiation correction coefficient caused minor decreases of BCP. Integral indicator of quality of growing conditions of agricultural plants on the basis of BCP and soil bonitet was calculated. Analysis of

the results obtained showed that the role of soil bonitet in final values of integral indicator is more important than the role of BCP. The results obtained show positive conditions for development of practical recommendations for cultivation of diverse agricultural crops, taking into account the spatial differences of agroclimatic conditions and changing climate in the last 2–3 decades.

Keywords: bioclimatic potential, climate changes, temperature, precipitation, soil bonitet.

В широком смысле биоклиматический потенциал (БКП) – это комплекс климатических факторов, определяющий возможности сельскохозяйственного производства в смысле набора культур, биологической продуктивности культур, производственной специализации, эффективности затрат. В узком смысле это комплекс климатических факторов, определяющий возможную биологическую продуктивность земли на рассматриваемой территории [1].

Биоклиматический потенциал позволяет оценить обеспеченность широкого набора сельскохозяйственных культур основными агроклиматическими ресурсами, что делает его одним из наиболее комплексных оценочных показателей. Первые опыты использования комплексных показателей для оценки агроклиматических ресурсов относятся к 50-м годам XX века и связаны с работами по проведению агроклиматического районирования [2–4]. Базовыми характеристиками первых комплексных показателей оценки были обеспеченности тепловыми и водными ресурсами. Данный подход был впоследствии использован Д. И. Шашко при разработке показателя биоклиматического потенциала [1], однако он не является единственным. При оценке биоклиматического потенциала могут быть использованы различные подходы, среди которых наиболее известными являются методы Д. И. Шашко и О. Д. Сиротенко – на их основе рассчитаны величины БКП для широкого круга стран и регионов [1, 5].

Оценки биоклиматического потенциала по методу О. Д. Сиротенко базируются на использовании имитационной системы «климат–почва–урожай». Под биоклиматическим потенциалом здесь подразумевается величина наземной биомассы в сухом веществе. Основными показателями БКП являются: радиационно-термический потенциал (РТП) – фундаментальная характеристика почвенно-климатических ресурсов, ограниченная не поддающимися регулированию в условиях открытого грунта приходом фотосинтетически активной радиации (ФАР) и термическим режимом при оптимальном минеральном питании, а также гидротермический потенциал (ГТП) – учитывающий также условия естественного увлажнения. С использованием данной имитационной системы получено большинство оценок агроклиматических ресурсов и продуктивности сельского хозяйства под влиянием изменений климата для территории России и всего постсоветского пространства, включая Республику Беларусь. Так, основываясь на сценарии HadCMA1F1 Гадлеевского центра в Великобритании, О. Д. Сиротенко [6, 7] предсказывает рост урожайности зерновых культур к 2020 г. по отношению к современному уровню на 8 %, а кормовых культур – на 13 % в увлажненных районах северо-запада Европейской территории России, т. е. в прилегающих к Беларуси регионах.

Оценка качества условий выращивания сельскохозяйственных культур на основе показателя биоклиматического потенциала имеет ряд преимуществ перед другими подходами, но в то же время не лишена недостатков. Преимущества использования БКП связаны, прежде всего, с универсальностью данного показателя: его можно использовать для оценки условий выращивания всех основных сельскохозяйственных культур и он может быть легко адаптирован под характерные условия рассматриваемых регионов. В связи с этим оценки БКП могут служить хорошим подспорьем к работам по оценкам условий выращивания отдельных сельскохозяйственных культур [8–9]. Недостаток данного подхода заключается в том, что для расчета показателя БКП используется относительно малое число параметров. Это приводит к необходимости использования различных уточняющих характеристик, в особенности связанных с ресурсами солнечной радиации. Для этих целей могут быть использованы материалы работ Тооминга Х. Г. и др. [10].

После распада СССР было проведено относительно немного работ, посвященных оценке биоклиматического потенциала [5, 11–13]. В совокупности с тем, что с 80-х годов XX века наблюдаются значительные изменения климата, это делает актуальными вопросы проведения новых оценочных работ и разработки прогнозов изменения БКП. Существующие оценки будущего глобального климата имеют значительный разброс. Это обстоятельство дает основание считать, что при составлении прогнозов наряду со сценариями потепления климата необходимо рассматривать многовариантные сценарии будущего климата и, как следствие, многовариантные меры по адаптации различных отраслей экономики к изменяющемуся климату [14–16].

Для повышения потенциала в области оценки уязвимости и адаптации к изменяющемуся климату потребуется проведение широкого спектра работ, направленных на формирование научно-технической базы, определение и реализацию практических мер и мероприятий, подготовку управленческих решений в этой области.

Эффективность стратегии адаптации экономики к изменяющемуся климату будет заключаться в решении задачи минимизации экономических потерь. Принятие заблаговременных адаптационных мер позволит повысить устойчивость экономики к происходящим изменениям климата и резким проявлениям погодно-климатической изменчивости, избежать или по крайней мере снизить потери от негативных проявлений климатической изменчивости и опасных гидрометеорологических явлений, а также повысить эффективность экономики за счет корректного учета благоприятных и неблагоприятных для отраслей экономики изменений климата [17].

Для территории Беларуси был проведен перерасчет значений биоклиматического потенциала для периода современного потепления климата (1989–2015 гг.) и периода, предшествовавшему ему (1977–1988 гг.). Вычисления проводили согласно методике, разработанной Д. И. Шашко [1], и уточнялись по методикам З. А. Мищенко¹. Расчет БКП проводили для всех метеорологических станций Республики Беларусь, за исключением недавно открытой станции Мстиславль, а также станций, имеющих очень короткий ряд наблюдений (Дрогичин, Щучин) и большие пропуски в рядах данных (Чечерск и Нарочь).

Базовая методика расчета БКП, предложенная Д. И. Шашко, основывается на учете тепловых и водных ресурсов, необходимых для роста и развития растений. Для вычисления значения БКП используется известная формула [1]:

$$\text{БКП} = K_p \frac{\sum T_c > 10^\circ \text{C}}{\sum T_{\text{баз}}},$$

где $\sum T_c > 10^\circ \text{C}$ – сумма активных температур выше 10°C , $\sum T_{\text{баз}}$ – базисная сумма температур. K_p рассчитывается по формуле

$$K_p = 1,5 \lg(20Md) - 0,24 + 0,36Md - Md^2.$$

Здесь Md – показатель увлажнения,

$$Md = \frac{\sum P}{\sum (E - e)},$$

где $\sum P$ – годовая сумма осадков, $\sum (E - e)$ – годовая сумма значений дефицитов влажности воздуха.

Тепловые и водные ресурсы являются основными для роста и развития растений, однако для полного учета биоклиматических условий их недостаточно. В связи с этим З. А. Мищенко были разработаны методы, позволяющие провести учет влияния поступления солнечной радиации на подстилающую поверхность и температурных условий почвы [18]. Они сводятся к введению в формулу расчета БКП, предложенную Д. И. Шашко, уточняющих коэффициентов. Почвы разных гранулометрических составов характеризуются разными физическими свойствами, в особенности тепловыми. Эти различия оказывают заметное влияние на развитие сельскохозяйственных культур, поэтому для территорий с неоднородным характером почвенного покрова был предложен уточняющий коэффициент, характеризующий влияние температурных условий почв. Он вычисляется следующим образом:

$$K_{\text{пм}} = \frac{\sum T_{\text{пп}}}{\sum T_{\text{пс}}}; K_{\text{пм}} = \frac{\sum T_{\text{сп}}}{\sum T_{\text{пс}}}; K_{\text{пм}} = \frac{\sum T_{\text{тс}}}{\sum T_{\text{пс}}},$$

где $\sum T_{\text{пс}}$, $\sum T_{\text{пп}}$, $\sum T_{\text{сп}}$, $\sum T_{\text{тс}}$ – температуры почвы на глубине 10 см за период с температурами выше 10°C на суглинистых, песчаных, супесчаных, тяжелосуглинистых и глинистых почвах соответственно. Для Беларуси, где почвенный покров неоднороден на большей части территории², учет влияния этого фактора особенно важен.

¹ Мищенко, З. А. Агроклиматология. – Киев: КНТ, 2009. – 512 с.

² Нацыянальны атлас Рэспублікі Беларусь / пад рэд. М. У. Мясніковіча. – Мінск: Белкартаграфія, 2002. – 292 с.

Важнейшим фактором развития растений являются ресурсы солнечной радиации. Их поступление на поверхность почв неоднородно и зависит от уклона и экспозиции рассматриваемого участка. В связи с этим для характеристики различий поступления радиации был предложен уточняющий коэффициент следующего вида:

$$K_Q = \frac{\sum Q_c}{\sum Q},$$

где $\sum Q_c$ – сумма радиации, приходящая на рассматриваемый склон, а $\sum Q$ – сумма радиации, приходящая на горизонтальную поверхность.

Нами были предложены дополнительные методики уточнения значения БКП, основанные на следующих соображениях. Регулярные измерения температуры почвы на глубинах, которые предусмотрены программой наблюдений метеорологических станций, характеризуют температуру на относительно небольших участках, отличающихся однородным гранулометрическим составом почв. В связи с этим расчет уточняющего коэффициента по методике З.А. Мищенко зачастую не представляется возможным. Учет влияния температур почв на глубинах предлагается проводить путем вычисления среднего арифметического значения сумм активных температур воздуха выше 10 °С и сумм температур почвы на глубине за аналогичный период времени. Принимая во внимание, что растения развиваются одновременно в надземной и подземной средах, условия обеих сред для них одинаково важны [19].

Расчет БКП по методике Д.И. Шашко возможно провести для всех метеостанций страны, однако, поскольку измерения температуры почвы на глубинах и параметров солнечной радиации проводятся не на всех станциях, уточненные значения БКП можно получить лишь для ограниченного числа пунктов: уточняющие коэффициенты на влияние температуры почвы на глубинах можно рассчитать для станций Верхнедвинск, Шарковщина, Березинский заповедник, Ошмяны, Новогрудок, Минск, Марьина Горка, Горки, Брест, Пинск, Полесская, Василевичи, Гомель, а уточняющие коэффициенты на влияние поступления солнечной радиации – для станций Шарковщина, Березинский заповедник, Ошмяны, Минск, Марьина Горка, Горки, Брест, Полесская, Василевичи, Гомель. Ряд данных по станции Волковыск слишком короток, и она была исключена из рассмотрения.

С целью проследить динамику изменений биоклиматического потенциала были проведены расчеты для разных временных периодов: I – всего доступного периода (1977–2015 гг.); II – периода современного потепления климата (1989–2015 гг.); III – периода, предшествовавшего потеплению (1977–1988 гг.); IV – периода, когда происходил самый интенсивный рост летней и зимней температуры (1989–2000 гг.); V – периода, когда динамика величины сезонного роста нормированной температуры изменилась: рост летней температуры стал существенно больше зимней (2001–2015 гг.). Это следует из работ [20, 21].

На рис. 1 представлено распределение значений БКП по территории Беларуси по данным Д.И. Шашко [1], соответствующее климатическим условиям, типичным для третьей четверти XX века, базирующееся на данных наблюдений на пяти метеорологических станциях (Витебск, Борисов, Слуцк, Пружаны и Гомель). Для определения местных особенностей распределения значений БКП этого недостаточно. Однако данная карта в целом позволяет увидеть общие закономерности в изменении биоклиматического потенциала. Так, четко прослеживается рост значений БКП при продвижении с севера на юг. Густота изолиний БКП на востоке Беларуси, где климат испытывает большие изменения, оказывается выше.

Результаты расчетов значений БКП за период 1977–2015 гг. представлены в табл. 1–3 и на рис. 2–6.

Некоторые станции, расположенные в пределах выделенных зон, отличались нехарактерными значениями биоклиматического потенциала. Так, на станциях Шарковщина, Лепель и Сенно среднее значение БКП превышало 145 баллов, а на станции Марьина Горка – 150 баллов. На станции Новогрудок среднее значение БКП было ниже 140 баллов, на станции Бобруйск – ниже 145 баллов, на станции Брагин – ниже 150 баллов. Станции Пинск и Житковичи отличались повышенными средними значениями биоклиматического потенциала. Для станции Березинский заповедник было характерно аномально низкое значение БКП – 125,69 балла.

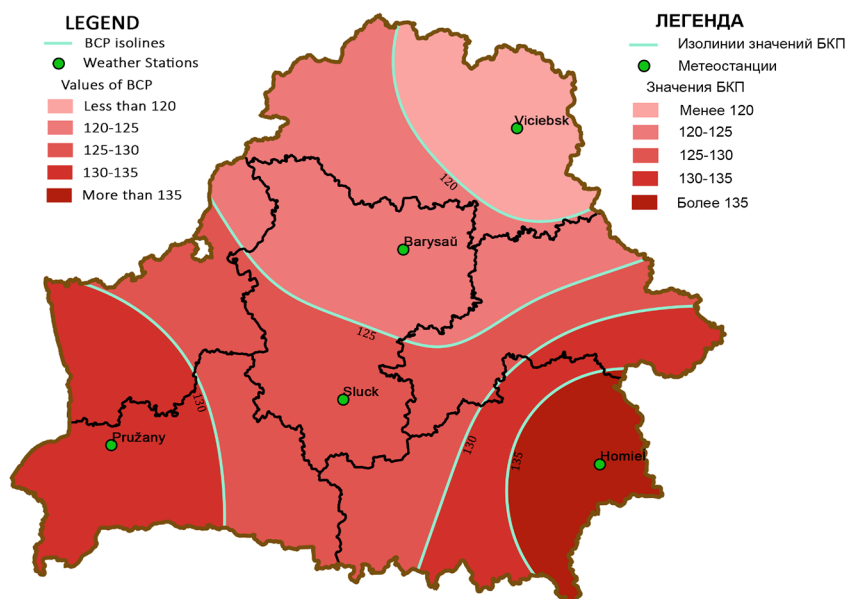


Рис. 1. Значения БКП по территории Беларуси по данным Д. И. Шашко [1]

Fig. 1. BCP values over the territory of Belarus according to D.I. Shashko [1]

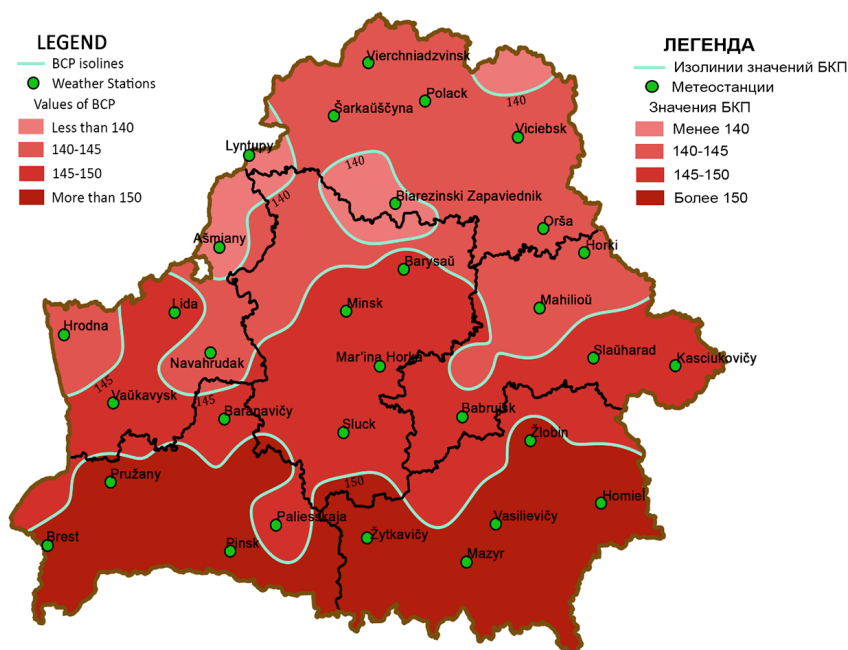


Рис. 2. Значения БКП по территории Беларуси за 1977–1988 гг.

Fig. 2. BCP values over the territory of Belarus for 1977–1988

Для ряда станций были отмечены нехарактерные средние значения БКП. Так, среднее значение биоклиматического потенциала по станции Лида превышает 165 баллов, а значение БКП по станции Житковичи составляет 171,61 балла, что значительно выше средних значений для выделенной зоны. Для станций Лынтупы, Докшицы, Верхнедвинск, Езерище, Горки и Могилев характерны пониженные значения БКП.

Как видно из табл. 1 и рис. 2, 3, величина БКП по территории страны увеличивается при продвижении с севера на юг, однако некоторые станции выпадают из этой закономерности. Это объясняется местными особенностями распределения температуры и, прежде всего, осадков, связанными с такими факторами, как характер подстилающей поверхности, рельеф, заболоченность

Т а б л и ц а 1. Средние значения БКП по метеостанциям Беларуси за разные периоды времени
 Table 1. Average BCP values on the meteorological stations of Belarus over different periods of time

Метеостанция	Период				
	I	II	III	IV	V
Барановичи	159,81	164,55	147,01	155,48	171,80
Березино	157,57	161,72	146,36	155,00	167,10
Березинский заповедник	149,07	155,99	125,69	147,66	162,66
Бобруйск	156,71	161,10	144,87	155,45	165,62
Борисов	158,12	162,25	146,98	156,49	166,86
Брагин	160,93	165,61	149,23	152,46	177,74
Брест	159,72	162,30	152,77	160,27	163,92
Василевичи	164,28	167,54	154,52	163,43	170,83
Верхнедвинск	151,88	154,88	142,90	148,18	160,24
Вилейка	154,41	158,90	143,20	148,52	168,48
Витебск	157,31	162,74	142,66	155,16	168,80
Волковыск	157,42	161,98	145,13	159,61	163,87
Воложин	154,37	165,43	142,17	150,84	166,12
Высокое	158,98	163,20	147,60	158,08	167,29
Ганцевичи	162,69	167,18	151,47	159,77	174,02
Гомель	164,49	168,80	152,85	163,27	173,23
Горки	150,52	154,28	140,38	147,59	159,63
Гродно	157,39	162,55	141,92	156,41	167,46
Докшицы	148,77	152,88	138,49	146,17	159,07
Езерище	149,46	154,02	138,06	146,11	161,31
Житковичи	167,62	171,61	156,85	164,98	176,91
Жлобин	161,08	164,96	150,60	159,50	169,32
Ивацевичи	161,78	166,07	151,04	157,88	173,64
Кличев	153,96	157,40	144,68	150,24	163,13
Костюковичи	157,79	161,70	147,24	152,25	169,27
Лельчицы	162,80	166,66	153,15	161,45	171,48
Лепель	157,24	161,99	145,35	152,66	170,62
Лида	161,16	165,48	148,20	158,48	171,07
Лынтупы	146,57	150,68	135,47	142,32	157,36
Марьино Горка	155,48	156,81	151,49	149,63	162,55
Минск	159,46	162,80	149,45	155,00	169,05
Могилев	150,88	153,64	142,58	146,44	159,40
Мозырь	162,47	167,05	150,09	161,18	171,75
Новогрудок	157,25	161,15	139,69	150,01	170,07
Октябрь	158,19	162,15	147,47	155,92	167,14
Орша	151,85	155,77	141,26	148,33	161,73
Ошмяны	152,66	158,19	137,70	149,02	165,53
Пинск	164,13	166,82	156,06	157,95	173,92
Полесская	156,02	158,61	148,25	150,71	164,92
Полоцк	155,05	159,57	142,85	152,05	165,59
Пружаны	159,87	163,30	151,30	159,80	166,53
Сенно	158,77	164,06	145,55	157,35	170,25
Славгород	158,03	168,51	147,65	154,20	167,77
Слуцк	158,88	162,46	149,19	154,39	168,92
Столбцы	159,11	163,33	146,45	153,23	171,41
Шарковщина	155,18	158,09	146,44	153,33	161,90
<i>Среднее значение</i>	<i>157,33</i>	<i>161,69</i>	<i>146,09</i>	<i>154,22</i>	<i>167,33</i>

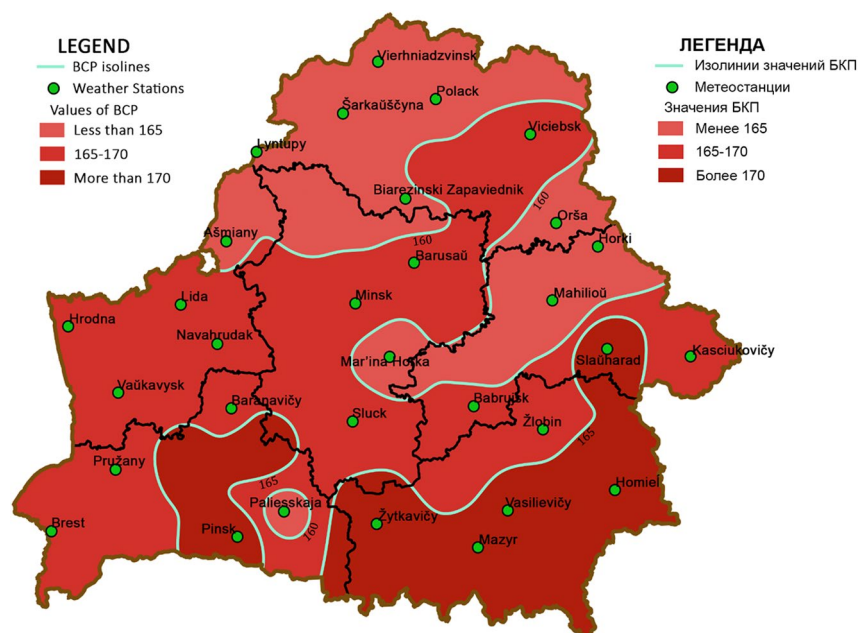


Рис. 3. Значения БКП по территории Беларуси за 1989–2015 гг.

Fig. 3. BCP values over the territory of Belarus for 1989–2015

Таблица 2. Средние значения БКП по метеостанциям Беларуси с учетом влияния температуры почв на глубинах за разные периоды времени

Table 2. Average BCP values on the meteorological stations of Belarus considering the effect of the soil temperature at depths over different periods of time

Метеостанция	Период				
	I	II	III	IV	V
Березинский заповедник	161,49	164,47	151,46	156,06	171,20
Брест	169,25	172,37	160,85	171,19	173,31
Василевичи	173,94	177,45	164,46	172,49	181,43
Верхнедвинск	156,49	160,91	144,54	152,35	167,76
Гомель	172,18	176,43	160,73	170,73	180,99
Горки	156,87	160,55	146,94	154,95	165,03
Марына Горка	163,81	165,88	158,22	159,15	171,26
Минск	165,37	168,78	155,13	161,81	174,36
Новогрудок	156,85	162,20	136,22	151,72	170,59
Ошмяны	160,63	166,28	145,38	158,20	172,74
Пинск	171,88	176,09	160,53	166,92	183,42
Полесская	158,38	162,44	147,42	152,23	170,60
Шарковщина	161,22	165,67	149,20	160,56	169,76
Среднее значение	163,72	167,66	152,39	160,64	173,27

и влияние осушительной мелиорации. Например, высокое значение БКП на станции Житковичи связано с тем, что там годовое количество осадков на 40–50 мм выше, чем на соседних станциях Полесская и Лельчицы. Низкое значение БКП на станции Полесская связано с более низкими температурами, чем на соседних станциях. Низкие значения БКП на станциях Могилев и Горки по сравнению со станциями Витебск и Сенно, расположенными севернее, связано с более низким количеством осадков, а также менее благоприятным температурным режимом. Возникновение области с высокими значениями БКП на востоке Витебской области за период 1989–2015 гг. связано с повышением количества осадков и ростом температуры в данный период. Невысокие значения БКП по станции Новогрудок, особенно за период, предшествовавший периоду современного по-

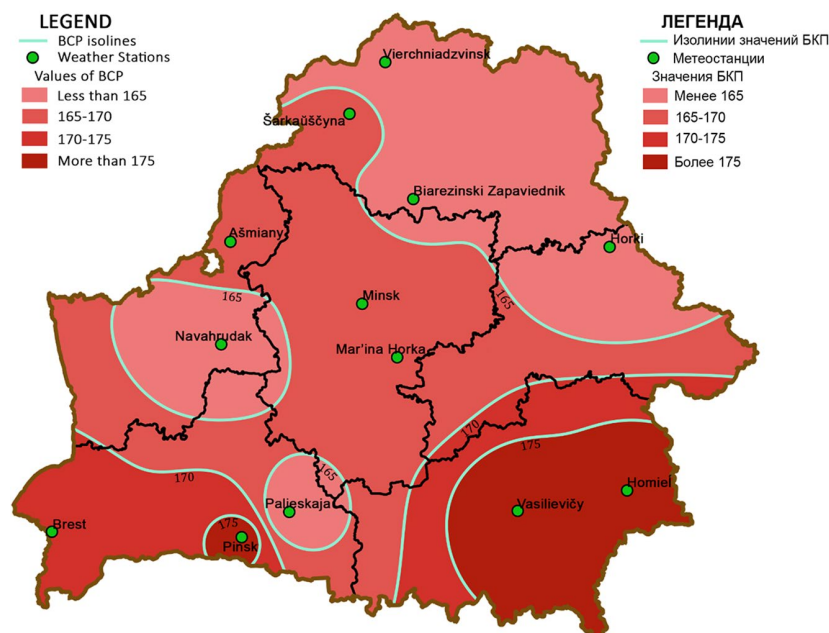


Рис. 4. Значения БКП по территории Беларуси с уточнением на температуру почв на глубинах за 1989–2015 гг.

Fig. 4. BCP values over the territory of Belarus considering the effect of the soil temperature at depths for 1989–2015

тепления климата, объясняются расположением станции на возвышенности (280 м), что приводит к снижению значений температуры и увеличению количества осадков. Подобное характерно также для станции Мозырь, но в меньшей степени. Невысокие по сравнению с соседними станциями значения БКП по станции Брагин связаны с небольшим количеством осадков, обусловленным расположением станции в «тени» Мозырской гряды. Аномальное значение БКП на станции Березинский заповедник на рис. 2 объясняется тем, что ряд данных наблюдений по ней короче и не включает в себя некоторые года с благоприятными климатическими условиями (более высокие температуры).

Как видно из табл. 2 и рис. 4, при введении поправки на температуру почв общие закономерности распределения величины БКП сохраняются, а сами значения БКП повышаются. Единственное исключение составляет станция Новогрудок, где за период, предшествовавший потеплению климата, наблюдалось значительное снижение величины БКП. Вероятно, причина этого кроется не только в физических свойствах почв, но и влиянии рельефа Новогрудской возвышенности. Низкое значение БКП на станции Полесская связано не только с более низкими температурами, но также с преобладанием холодных торфяных почв.

Была рассмотрена возможность проведения учета влияния температур почв на глубинах непосредственно по методике З. А. Мищенко. Однако в связи с ограниченностью доступных данных такое исследование выполнить затруднительно, поскольку в Беларуси всего 13 станций, проводящих регулярные измерения температуры почв на глубинах, и они расположены на значительных расстояниях друг от друга в регионах с различными физико-географическими условиями и свойствами почв. По этой причине рассчитанные коэффициенты не отражали бы реальную картину распределения температур почв на глубинах по всей территории Беларуси.

Как показывают данные табл. 3 и рис. 5, введение поправки на влияние поступления солнечной радиации не привело к значительному изменению величины БКП. Причина этого заключается в том, что в рельефе Беларуси преобладают мелкохолмистые, волнистые и плоские равнины. Изменение характера распределения значений БКП по территории Беларуси связано прежде всего с уменьшением числа рассматриваемых станций.

Дополнительно были построены карты величин разностей значений БКП за разные временные периоды: на рис. 6 показаны различия между значениями БКП за период современного потепления климата (II) и значениями БКП по данным Д. И. Шашко, а на рис. 7, 8 – различия значений БКП между периодом современного потепления климата (II) и периодом, ему предшествовавшим (III).

Полученные результаты наглядно показывают, что биоклиматический потенциал территории Беларуси значительно изменился за последние десятилетия. Разность между значениями БКП по Д. И. Шашко и БКП, рассчитанными для периода современного потепления климата, составляет 32–44 балла, и ее величина увеличивается при продвижении с юга на север.

Если рассматривать период современных изменений климата (1989–2015 гг.) и период, ему предшествовавший (1977–1988 гг.), то разность между средними значениями БКП по пяти ранее рассмотренным станциям составит 12–20 баллов. Это свидетельствует о том, что улучшение условий выращивания сельскохозяйственных культур началось задолго до начала современного потепления климата. Однако потепление климата внесло некоторые изменения в характер распределения значений разностей БКП по территории страны: наиболее заметное повышение значений БКП наблюдается при продвижении с юго-запада на северо-восток.

Т а б л и ц а 3. Средние значения БКП по метеостанциям Беларуси с учетом влияния температуры почв на глубинах и солнечной радиации за разные периоды времени

Table 3. Average BCP values on the meteorological stations of Belarus considering the effect of the soil temperature at depths and amount of solar radiation on the underlying surface over different periods of time

Метеостанция	Период				
	I	II	III	IV	V
Березинский заповедник	161,46	164,44	151,43	156,03	171,17
Брест	172,14	172,30		171,12	173,24
Василевичи	173,94	177,45	164,45	172,48	181,42
Гомель	172,07	176,31	160,62	170,61	180,87
Горки	156,47	160,14	146,57	154,55	164,61
Мар'ина Горка	165,66	165,85		159,12	171,24
Минск	164,31	167,70	154,13	160,77	173,24
Ошмяны	165,37	165,03		156,43	170,56
Полесская	158,38	162,44	147,42	152,23	170,60
Шарковщина	160,91	164,71	149,04	159,10	169,11
Среднее значение	165,07	167,64	153,38	161,24	172,61

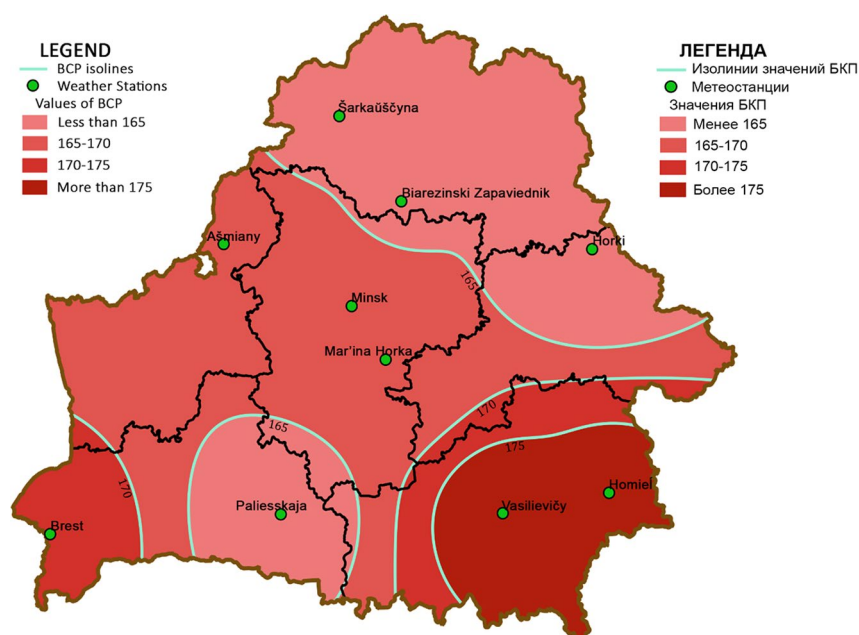


Рис. 5. Значения БКП по территории Беларуси с уточнением на температуру почв на глубинах и поступление солнечной радиации за 1989–2015 гг.

Fig. 5. BCP values over the territory of Belarus considering the effect of the soil temperature at depths and amount of solar radiation on the underlying surface for 1989–2015

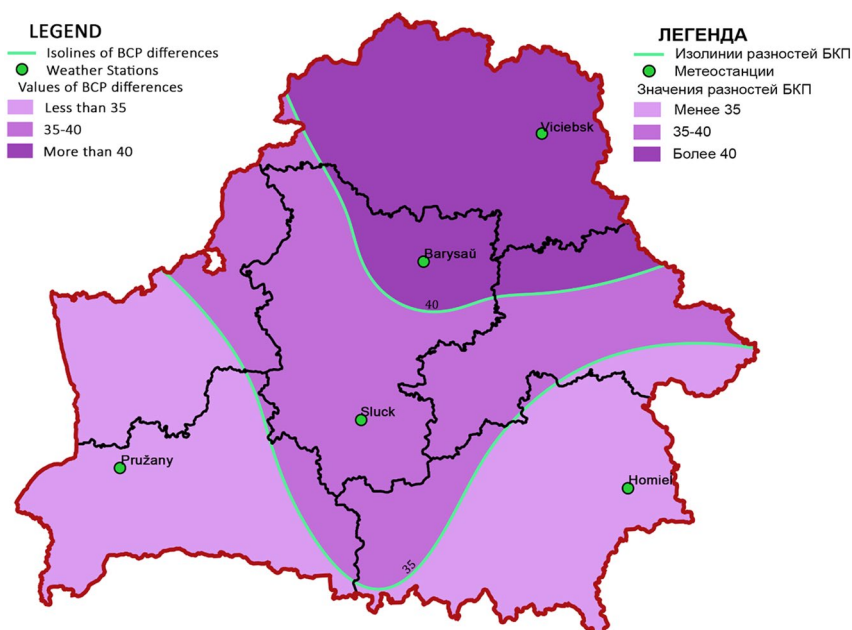


Рис. 6. Различия между значениями БКП по данным Д. И. Шашко [1] и средними значениями за период современного потепления климата (1989–2015 гг.)

Fig. 6. Differences between BCP values according to D. I. Shashko [1] and average values for the period of current warming (1989–2015)

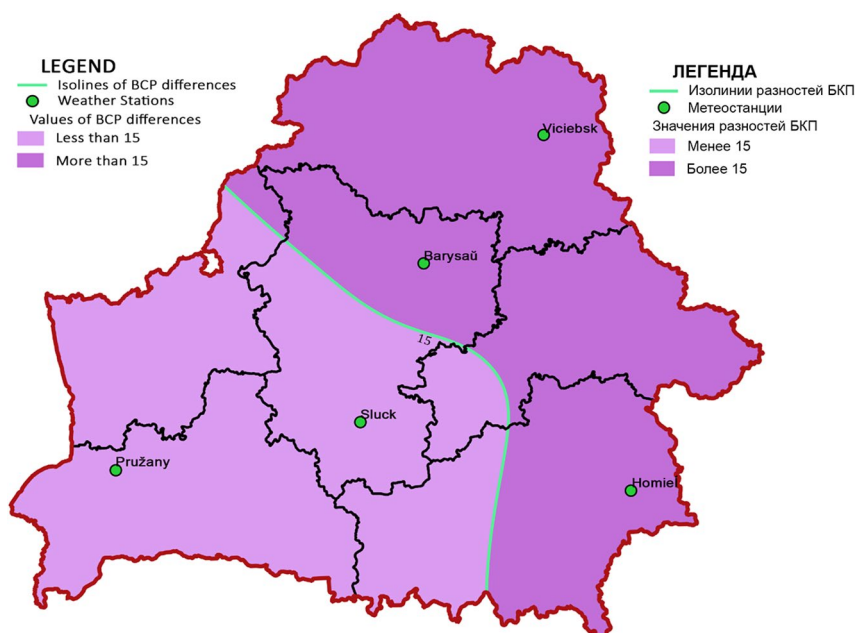


Рис. 7. Различия между значениями БКП за период современного потепления климата (II) и период, предшествовавший ему (III)

Fig. 7. Differences between BCP values for the period of current warming (II) and the period before it (III)

Тем не менее, данных пяти метеорологических станций для точной характеристики изменений значений БКП по всей территории страны недостаточно. Для этих целей был произведен расчет разностей значений БКП для периода современных изменений климата (II) и периода, предшествовавшего ему (III), по всем 46 станциям, рассмотренным в данном исследовании. Полученные результаты не выявляют общей закономерности изменений значений БКП по территории страны, а скорее свидетельствуют о том, что на изменения значений БКП наибольшее влияние оказывают местные особенности изменений температуры и количества осадков.

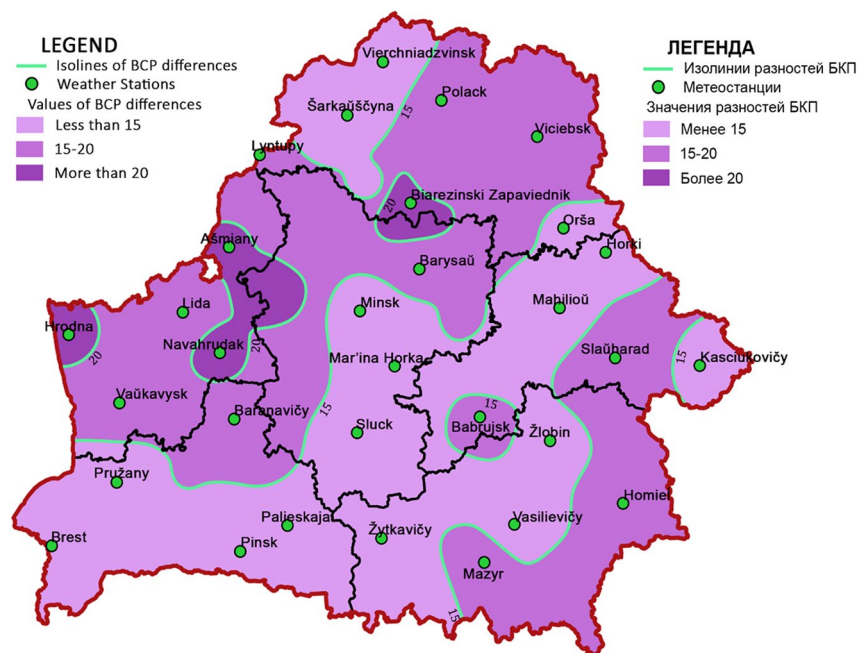


Рис. 8. Различия между значениями БКП за период современного потепления климата (II) и период, предшествовавший ему (III), по всем рассмотренным метеорологическим станциям

Fig. 8. Differences between BCP values for the period of current warming (II) and the period before it (III) on all the meteorological stations considered

Данные особенности изменения значений БКП свидетельствуют о том, что потепление оказалось более выраженным на севере Беларуси, чем на юге. Это не противоречит наблюдаемым особенностям изменения климата: генеральные особенности изменений современного климата состоят в относительно большем увеличении температуры и количества осадков в северной части Беларуси, особенно в ее северо-восточной части. Конечно, определенное влияние на указанные изменения различий значений БКП оказывает разное число станций, использованных при расчетах БКП.

Рассмотрим более детально пространственно-временные особенности распределения величины БКП на территории Беларуси (см. табл. 1). Минимальные значения БКП за рассмотренный период были характерны для 1978 г., наибольшие – для 2012 г. Больше всего абсолютных минимумов значений БКП отмечалось в 1980 г. (станции Ошмяны, Лынтупы, Волковиск, Барановичи, Высокое, Лида). Наименьшее значение БКП было отмечено на метеостанции Ошмяны в 1980 г. – 92,4 балла, наибольшее – на метеостанции Гомель в 2012 г. – 210 баллов. Для всех рассмотренных периодов минимальные значения БКП были характерны для метеостанции Лынтупы, а максимальные – для метеостанции Житковичи. Наиболее высокие значения БКП были характерны для станций Житковичи, Василевичи, Гомель и Пинск, наименьшие – для станций Лынтупы, Докшицы, Березинский заповедник и Езерище. При введении поправок на температуру почвы на глубинах и солнечную радиацию особенности изменений и распределения величины балла БКП преимущественно сохраняются (см. табл. 2, 3). После введения поправок наименьшие значения БКП по-прежнему характерны для 1978 г., наибольшие – для 2012 г. Поскольку данные поправки можно ввести лишь для ограниченного числа пунктов наблюдений, списки станций, где отмечаются наибольшие и наименьшие значения, выглядят следующим образом. Максимумы характерны для станций Василевичи, Брест и Пинск, минимумы – для станций Новогрудок, Верхнедвинск, Горки и Полесская. Интересно, что после введения только поправок на температуру почвы на глубине для разных периодов максимумы и минимумы отмечаются на разных станциях; после введения поправок на поступление солнечной радиации максимальные значения отмечаются почти во всех случаях на станции Василевичи, минимальные – на станции Горки, что отражает физико-географические особенности климата: зависимость температуры от широты, долготы, высоты над уровнем моря и континентальности. Сравнение с данными Д. И. Шашко показало, что наибольшее повышение значения БКП произошло в Витебске (рост на 44,7 балла), а наименьшее – в Пружанах

(рост на 31,3 балла). Результаты расчета разностей между средними значениями для периода современного потепления климата (II) и периода, ему предшествовавшего (III), следующие. Наибольший рост величины БКП был отмечен на станции Березинский заповедник (30,3 балла), наименьший – на станции Марьина Горка (5,3 балла). Наибольший рост значений БКП был характерен также для станций Воложин, Новогрудок, Витебск, Гродно, Ошмяны и Славгород. Минимальный рост отмечался на станциях Брест, Верхнедвинск, Шарковщина, Могилев, Пинск, Полесская и Пружаны.

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать следующие выводы.

1. За 1977–2015 гг. БКП значительно вырос по сравнению с данными, приведенными в работе Д. И. Шашко [1]: баллы биоклиматической продуктивности для метеорологических станций Витебск, Борисов, Пружаны, Гомель и Слуцк, согласно Д. И. Шашко, составляют 118, 122, 132, 137 и 127 соответственно, баллы для этих же станций, рассчитанные за период 1977–2015 гг., составляют 157,3, 158,1, 159,5, 164,5 и 158,9 соответственно. Это означает, что обеспеченность сельскохозяйственных культур тепловыми и водными ресурсами за последние десятилетия улучшилась по сравнению с периодом, для которого Д. И. Шашко проводил свои расчеты.

2. Рост БКП особенно заметен при продвижении с северо-запада и севера на юго-восток и юг, однако при этом выделяются локальные особенности в распределении величины БКП. Например, на станциях Полесская, Мозырь и Брагин величина БКП на 3–8 баллов ниже, чем на соседних, а на станциях Верхнедвинск, Полоцк, Шарковщина и Сенно – на 2–6 баллов выше. Причина этого – влияние местных особенностей распределения температуры и количества осадков, вызванных характером подстилающей поверхности, рельефом, заболоченностью территории и другими факторами.

3. Если сравнить рассчитанные по оригинальной схеме Д. И. Шашко и уточненные средние значения баллов биоклиматической продуктивности за III (1977–1988 гг.), IV (1989–2000 гг.) и V (2001–2015 гг.) периоды, то окажется, что в связи с изменением сезонной динамики роста температуры рост значений БКП ускорился: средние значения по станциям за IV период превышают средние значения за III период на 7–11 баллов, а средние значения за V период превышают средние значения за IV период на 8–14 баллов. Это объясняется тем, что начиная с 2001 г. наибольший рост нормированных значений температуры и повторяемость крупных температурных аномалий наблюдаются в летний период [21]. Кроме того, наблюдается рост среднего количества осадков: в среднем за год в течение III периода выпадало 632,8 мм осадков, за IV период – 646,2, за V период – 655,5, однако, если из последнего периода исключить два последних года, которые были довольно засушливы по сравнению с предыдущими, то окажется, что за V период в среднем выпадало 671,6 мм осадков за год.

4. При введении поправки на температуру почв на глубине 10 см величина БКП выросла в среднем на 4–8 баллов в зависимости от рассматриваемого периода и преобладающего типа почв. Для метеостанций, находящихся на легких песчаных грунтах (Василевичи, Брест, Березинский заповедник, Марьина Горка), «приращение» значения БКП вдвое превосходило повышение для станций с тяжелыми глинистыми или торфяными почвами (Верхнедвинск, Ошмяны, Полесская): величина «приращения» для первой группы станций составила 7–11 баллов, а для второй – всего 3–5 баллов.

5. При введении поправки на поступление солнечной радиации значение балла биоклиматической продуктивности в абсолютном большинстве случаев снижалось на 0,2–0,4 балла при рассмотрении отдельных лет для каждой станции. Однако в связи с тем, что измерения актинометрических показателей проводятся на меньшем числе станций, чем измерения температуры почвы на глубинах, и отсутствием по станциям Ошмяны, Марьина Горка и Брест данных за период, предшествовавший периоду современных изменений климата, рассчитанные средние значения для рассматриваемых временных периодов отличаются. Обнаруженное снижение БКП объясняется следующим. Уточняющий коэффициент, предложенный З. А. Мищенко, показывает именно влияние разностей поступления радиации на склоны разной крутизны и экспозиции на рост и развитие растений. В связи с тем, что на территории Беларуси преобладают небольшие уклоны (в среднем не больше 5°)³, разности в величине потока суммарной радиации, приходящегося на склоны разной экспозиции, оказались незначительны. Другая причина связана с тем, что методика, примененная для вычисления значений сумм радиации, приходящихся на склоны

³ Нацыянальны атлас Рэспублікі Беларусь / пад рэд. М. У. Мясніковіча. – Мінск: Белкартаграфія, 2002. – 292 с.

разной экспозиции [22], не учитывает количество радиации, приходящееся на северные склоны. В результате суммарное количество радиации, приходящее на наклонные поверхности, оказалось немного меньше, чем приходящее на горизонтальную поверхность, и величина уточняющего коэффициента получилась меньше единицы. Соотношение количества радиации, приходящегося на наклонную поверхность, к количеству, приходящемуся на горизонтальную, оказалось стабильной величиной, практически не меняющейся за весь рассмотренный период по всем станциям.

Нами было произведено еще одно уточнение расчетной схемы Д. И. Шашко, заключающееся в подстановке в формулу расчета БКП величины биологической суммы температур, необходимой для созревания каждой культуры, вместо базовой суммы температур. Это позволило бы произвести картирование биоклиматического потенциала для отдельных сельскохозяйственных культур, что удобно для сравнительного анализа условий выращивания сельскохозяйственных культур на различных территориях. В связи с этим большой интерес представляет сравнительный анализ БКП для отдельных культур, выращиваемых на территории Беларуси и сопредельных государств, где климатические условия и уровень агротехники несколько отличны, чем в нашей стране. Эта работа в настоящее время выполняется.

В ходе работы по анализу пространственно-временных особенностей распределения БКП была предпринята попытка учесть другую характеристику, важную для сельскохозяйственного производства – бонитет почвы. Объединение БКП и бонитета почв позволит получить интегральный показатель, отображающий влияние всех важнейших природных ресурсов на сельскохозяйственное производство.

Для расчета такого показателя были предложены следующие две методики. Первая предполагает вычисление соотношения среднего балла бонитета почв по административному району, где расположена метеостанция, к 100, вторая – соотношения среднего балла бонитета почв по административному району, где расположена метеостанция, к среднему бонитету почв по территории страны (30,9 балла). С точки зрения отображения степени воздействия бонитета почв на рост и развитие растений первый подход является более правильным, однако в связи с тем, что для абсолютного большинства территорий Беларуси характерны низкие значения бонитета, при использовании первой методики итоговая величина интегрального показателя оказывается значительно ниже БКП. Вторая методика лишена данного недостатка и является более наглядной.

Значения БКП с уточнениями на величину бонитета почв по всем метеостанциям республики за период современного потепления климата представлены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4. Значения интегрального показателя природных условий за период современного потепления климата, 1989–2015 гг.

Table 4. Values of the integral indicator of natural conditions over the period of current warming (1989–2015)

Метеостанция	Значение	Метеостанция	Значение	Метеостанция	Значение
Барановичи	188,51	Гомель	156,78	Минск	187,5634
Березино	142,88	Горки	163,77	Могилев	174,0255
Березинский заповедник	139,59	Гродно	197,80	Мозырь	149,2128
		Докшицы	139,02	Новогрудок	173,1492
Бобруйск	179,35	Езерище	101,18	Октябрь	165,3017
Борисов	157,00	Житковичи	165,50	Орша	158,7991
Брагин	150,60	Жлобин	175,10	Ошмяны	168,9456
Брест	179,63	Ивацевичи	172,52	Пинск	157,6415
Василевичи	164,28	Кличев	152,3063	Полесская	141,6672
Верхнедвинск	125,81	Костюковичи	137,1071	Полоцк	120,8411
Вилейка	156,32	Лельчицы	145,629	Пружаны	170,6939
Витебск	136,40	Лепель	131,0638	Сенно	140,6984
Волковыск	198,67	Лида	179,3986	Славгород	157,0566
Воложин	167,57	Лынтупы	131,1724	Слуцк	200,3174
Высокое	178,51	Марьина Горка	154,7769	Столбцы	169,6725
Ганцевичи	156,90			Шарковщина	146,3215

Распределение интегральной величины качества условий выращивания сельскохозяйственных культур более согласуется с распределением плодородности почв по территории республики, чем со значениями БКП. Так, если наибольшие и наименьшие значения БКП, рассчитанного по неуточненной схеме, отмечались на станциях Житковичи и Лынтупы соответственно, то при учете влияния бонитета почв максимальные и минимальные значения отмечаются на станциях Слуцк и Езерище соответственно, т. е. в районах с наиболее и наименее плодородными почвами в стране. Таким образом, в реальности в интегральном показателе значение бонитета почв уточняется на величину БКП.

В заключение следует обратить внимание на исключительно важное замечание А. А. Жученко [23] об укоренившейся практике занижения агроклиматического потенциала бывшего СССР, чтобы списать низкую продуктивность сельского хозяйства на неблагоприятные погодные и климатические условия. Кроме изменяющегося климата важным резервом повышения сельскохозяйственного производства в нашей стране является полнота использования агроклиматического потенциала, основанная на адаптивных особенностях культивируемых видов, сортов и агроэкосистем, подъеме уровня агрокультуры, включая обеспеченность удобрениями, мелиорантами, средствами защиты растений и техникой. Использование этого резерва уменьшит зависимость сельскохозяйственного производства от погоды и климата.

Список использованных источников

1. *Шашко, Д. И.* Агроклиматические ресурсы СССР / Д. И. Шашко. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 247 с.
2. *Колосков, П. И.* Климатический фактор сельского хозяйства и агроклиматическое районирование / П. И. Колосков. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 328 с.
3. *Сапожникова, С. А.* Опыт агроклиматического районирования территории СССР / С. А. Сапожникова // Вопросы агроклиматического районирования СССР : сб. ст. / ВАСХНИЛ ; ред.: Ф. Ф. Давитай, А. И. Шульгин. – М., 1958. – С. 14–37.
4. *Шашко, Д. И.* Агроклиматическое районирование СССР / Д. И. Шашко. – М. : Колос, 1967. – 335 с.
5. Биоклиматический потенциал России: теория и практика / А. В. Гордеев [и др.]. – М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2006. – 516 с.
6. *Сиротенко, О. Д.* Имитационная система «Климат–урожай СССР» / О. Д. Сиротенко // Метеорология и гидрология. – 1995. – № 4. – С. 107–114.
7. *Сиротенко, О. Д.* Чувствительность сельского хозяйства России к изменениям климата, химического состава атмосферы и плодородия почв / О. Д. Сиротенко, Е. В. Авашина, В. Н. Павлова // Метеорология и гидрология. – 1991. – № 4. – С. 67–73.
8. *Уланова, Е. С.* Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы / Е. С. Уланова. – Л. : Гидрометеиздат, 1975. – 304 с.
9. *Чирков, Ю. И.* Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы / Ю. И. Чирков. – Л. : Гидрометеиздат, 1969. – 251 с.
10. *Тооминг, Х. Г.* Солнечная радиация и формирование урожая / Х. Г. Тооминг. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 200 с.
11. *Витченко, А. Н.* Теоретические и прикладные основы оценки агроэкологического потенциала ландшафтов Беларуси : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук : 11.00.01 / А. Н. Витченко ; Беларус. гос. ун-т. – Минск, 1996. – 29 с.
12. *Коляда, В. В.* Агроклиматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур в Беларуси / В. В. Коляда // Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск, 2014. – Вып. 25. – С. 53–60.
13. *Коляда, В. В.* Биоклиматический потенциал Беларуси в сравнении со странами СНГ и ЕС / В. В. Коляда // Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск, 2013. – Вып. 24. – С. 17–26.
14. *Логинов, В. Ф.* Изменения климата в Беларуси и их последствия для ключевых секторов экономики (сельское, лесное и водное хозяйство) / В. Ф. Логинов. – Минск : БелНИЦ «Экология», 2010. – 152 с.
15. *Логинов, В. Ф.* Оценка неопределенностей в изменении глобальной температуры за период инструментальных наблюдений / В. Ф. Логинов // Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск, 2015. – Вып. 27. – С. 61–67.
16. *Climate change 2007: the physical science basis / ed.: S. Solomon [et al.].* – New York ; Cambridge : Cambridge Univ. Press, 2007. – 996 p.
17. *Гусаков, В.* Стратегия национальной продовольственной независимости / В. Гусаков // Наука и инновации. – 2007. – № 1 (47). – С. 25–28.
18. *Мищенко, З. А.* Агроклиматология / З. А. Мищенко. – Киев : КНТ, 2009. – 512 с.
19. Условия жизни сельскохозяйственных растений и их регулирование [Электронный ресурс] // Помощник агронома : агропортал. – Режим доступа: <http://agrofak.com/zemledelie/usloviya-zhizni-selskoxozyajstvennyx-rastenij-ix-regulirovanie.html>. – Дата доступа: 13.09.2015.

20. Изменения климата Беларуси и их последствия / В. Ф. Логинов [и др.] ; под ред. В. Ф. Логинова. – Минск : Тонпик, 2003. – 330 с.

21. Логинов, В. Ф. Сезонные особенности изменения климата Беларуси / В. Ф. Логинов, Ю. А. Бровка // Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск, 2014. – Вып. 25. – С. 16–22.

22. Кондратьев, К. Я. Актинометрия / К. Я. Кондратьев. – Л. : Гидрометеорол. изд-во, 1965. – 692 с.

23. Жученко, А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) / А. А. Жученко. – М. : АГРОРУС, 2004. – 1109 с.

References

1. Shashko D.I. *Agroklimaticheskie resursy SSSR* [Agroclimatic resources of the USSR]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1985. 247 p. (In Russian).

2. Koloskov P.I. *Klimaticheskij faktor sel'skogo hozjajstva i agroklimaticheskoe rajonirovanie* [Climatic factor of agriculture and agroclimatic zoning]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1974. 328 p. (In Russian).

3. Sapozhnikova S.A. *Opyt agroklimaticheskogo rayonirovaniya territorii SSSR* [Experience in agro-climatic zoning of the USSR]. *Voprosy agroklimaticheskogo rayonirovaniya SSSR: sbornik statey* [Issues of agroclimatic zoning of the USSR: collection of articles]. Moscow, 1958, pp. 14–37. (In Russian).

4. Shashko D.I. *Agroklimaticheskoe rayonirovanie SSSR* [Agroclimatic zoning of the USSR]. Moscow, Kolos Publ., 1967. 335 p.

6. Sirotenko O.D. *Imitatsionnaya sistema «Klimat–urozhay SSSR»* [Imitation system “climate-crop of the USSR”]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], 1995, no. 4, pp. 107–114. (In Russian).

5. Gordeev A.V., Kleshchenko A.D., Chernyakov B.A., Sirotenko O.D., Gordeev A.V. (ed.) *Bioklimaticheskij potentsial Rossii: teoriya i praktika* [Bioclimatic potential of Russia: theory and practice]. Moscow, Association of scientific editions KMK, 2006. 516 p. (In Russian).

7. Sirotenko O.D., Avashina E.V., Pavlova V.N. *Chuvstvitel'nost' sel'skogo khozyaystva Rossii k izmeneniyam klimata, khimicheskogo sostava atmosfery i plodorodiya pochv* [Sensitivity of agriculture in Russia to climate change, atmospheric chemistry and soil fertility]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], 1991, no. 4, pp. 67–73. (In Russian).

8. Ulanova E.S. *Agrometeorologicheskie usloviya i urozhaynost' ozimoy pshenitsy* [Agrometeorological conditions and winter wheat yield]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1975. 304 p. (In Russian).

9. Chirkov Yu.I. *Agrometeorologicheskie usloviya i produktivnost' kukuruzy* [Agrometeorological conditions and maize productivity]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1969. 251 p. (In Russian).

10. Tooming Kh.G. *Solnechnaya radiatsiya i formirovanie urozhaya* [Solar radiation and crop formation]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1977. 200 p. (In Russian).

11. Vitchenko A.N. *Teoreticheskie i prikladnye osnovy otsenki agroekologicheskogo potentsiala landshaftov Belarusi. Avtoref. diss. dokt. geogr. nauk* [Theoretical and practical bases for estimation of agroecological potential of landscape in Belarus. Dr. geogr. sci. abstr. diss.]. Minsk, 1996. 29 p. (In Russian).

12. Kolyada V.V. *Agroklimaticheskaja ocenka produktivnosti sel'skohozjajstvennykh kul'tur v Belarusi* [Agroclimatic assessment of productivity of crops in Belarus]. *Prirodopol'zovanie: sbornik nauchnykh trudov* [Nature management: collection of scientific papers]. Minsk, 2014, no. 25, pp. 53–60. (In Russian).

13. Kolyada V.V. *Bioklimaticheskij potencial Belarusi v sravnenii so stranami SNG i ES* [Bioclimatic potential of Belarus in comparison with the CIS and EU countries]. *Prirodopol'zovanie: sbornik nauchnykh trudov* [Nature management: collection of scientific papers]. Minsk, 2013, no. 24, pp. 17–26. (In Russian).

14. Loginov V.F. *Izmeneniya klimata v Belarusi i ikh posledstviya dlya klyuchevykh sektorov ekonomiki (sel'skoe, lesnoe i vodnoe khozyaystvo)* [Climate change in Belarus and its impact on the key sectors of economy (agriculture, forestry and water sector)]. Minsk, BRC “Ecology” Publ., 2010. 152 p. (In Russian).

15. Loginov V.F. *Otsenka neopredelennostey v izmenenii global'noy temperatury za period instrumental'nykh nablyudeniy* [Assessment of uncertainties in global temperature change for the period of instrumental record]. *Prirodopol'zovanie: sbornik nauchnykh trudov* [Nature management: collection of scientific papers]. Minsk, 2015, no. 27, pp. 61–67. (In Russian).

16. Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (eds.). *Climate change 2007: the physical science basis*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, 2007. 996 p.

17. Gusakov V. *Strategiya nacional'noj prodovol'stvennoj nezavisimosti* [Strategy of the national food self-sufficiency]. *Nauka i innovacii* [Science and Innovation], 2007, no. 1, pp. 25–28. (In Russian).

18. Mishchenko Z.A. *Agroklimatologiya* [Agroclimatology]. Kiev, 2009. 512 p. (In Russian).

19. *Usloviya zhizni sel'skokhozyaystvennykh rasteniy i ikh regulirovanie* [Living conditions of agricultural plants and their regulation]. Available at: <http://agrofak.com/zemledelie/usloviya-zhizni-selskoxozyajstvennyx-rasteniy-i-ix-regulirovanie.html> (accessed 13.09.2015). (In Russian).

20. Loginov V.F., Sachok G.I., Mikutskiy V.S., Mel'nik V.I., Kolyada V.V., Loginov V.F. (ed.) *Izmeneniya klimata Belarusi i ikh posledstviya* [Climate change in Belarus and its consequences]. Minsk, Tonpik Publ., 2003. 330 p. (In Russian).

21. Loginov V.F., Bровка Yu.A. *Sezonnye osobennosti izmeneniya klimata Belarusi* [Seasonal climate changes features of Belarus]. *Prirodopol'zovanie: sbornik nauchnykh trudov* [Nature management: collection of scientific papers]. Minsk, 2014, no. 25, pp. 16–22. (In Russian).

22. Kondrat'ev K.Ya. *Aktinometriya* [Actinometers]. Leningrad : Hydrometeorological Publ., 1965. 692 p. (In Russian).

23. Zhuchenko A.A. *Resursnyy potencial proizvodstva zerna v Rossii (teoriya i praktika)* [Resource potential of grain production in Russia (theory and practice)]. Moscow, Agrorus Publ., 2004. 1109 p.

Информация об авторах

Логинов Владимир Федорович – академик, доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории трансграничного загрязнения и климатологии. Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Скорины, 10, 220114 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: nature@ecology.basnet.by

Хитриков Максим Александрович – магистр географических наук, младший научный сотрудник лаборатории трансграничного загрязнения и климатологии. Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Скорины, 10, 220114 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: nature@ecology.basnet.by

Для цитирования

Логинов, В. Ф. Пространственно-временные изменения биоклиматического потенциала территории Беларуси / В. Ф. Логинов, М. А. Хитриков // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2017. – № 1. – С. 42–57.

Information about the authors

Loginov Vladimir F. – Academician, D. Sc. (Geographical), Professor, The Institute for Nature Management (10 F. Scoriny Str., Minsk 220114, Republic of Belarus). E-mail: nature@ecology.basnet.by

Khitrykau Maxim A. – Postgraduate student (Geographical), The Institute for Nature Management (10 F. Scoriny Str., Minsk 220114, Republic of Belarus). E-mail: nature@ecology.basnet.by

For citation

Loginov V.F., Khitrykau M.A. Spatiotemporal changes of bioclimatic potential of the territory of Belarus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series*, 2017, no 1, pp. 42–57.

Н. Н. Семененко

Институт мелиорации, Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь

ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА НА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОЛЕСЬЯ

Приведены результаты многолетних исследований по оценке влияния комплексного применения разных предшественников, способов основной обработки антропогенно-преобразованных торфяных почв и систем удобрения на продуктивность культур кормового севооборота. Установлено, что использование почвозащитной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, включающей возделывание сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной, и применение сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений в комплексе с микроэлементами и регуляторами роста обеспечивает аналогичную с базовой (проведение зяблевой вспашки почвы, применение повышенных доз минеральных удобрений и др.) продуктивность кормового севооборота – 11,5 и 11,6 т/га в год к. ед. соответственно. Однако при почвозащитной технологии исключается необходимость проведения зяблевой вспашки почвы, до минимума сводятся потери ОВ почвы и миграция в нижележащие горизонты азота, калия, кальция и других элементов минерального питания, улучшается ее водный режим и фитосанитарное состояние посевов, обеспечивается по сравнению с базовой технологией повышение прибыли на 190 долл/га и снижение себестоимости произведенной продукции – на 27 %. Положительной стороной почвозащитной технологии возделывания культур в севообороте является возможность ее использования на удаленных полях. Возделывание сидерата в виде кулисной культуры и внесение дифференцированных доз минеральных удобрений, определяемых на планируемую урожайность с учетом результатов новых методов почвенной диагностики, применение в подкормку микроэлементов и биологически активных веществ может служить основой почвозащитной ресурсосберегающей технологии возделывания сельскохозяйственных культур в кормовых севооборотах на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья.

Ключевые слова: антропогенно-преобразованные торфяные почвы, деградация, органическое вещество, почвозащитное земледелие, сидерат, кулисная культура, удобрения, кукуруза, ячмень, озимый рапс, урожайность, продуктивность, плодородие

N. N. Semenenko

The Institute for Land Reclamation, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

INNOVATIVE FARMING SYSTEM ON ANTHROPOGENICALLY TRANSFORMED SOILS OF POLESSYE

The results of years of studies aimed at evaluation of the effect of combined application of different precursors, methods of the basic cultivation of anthropogenically transformed peat soils and fertilization systems on performance of crops in fodder crop rotation. It was determined that application of soil protection method for agricultural crops cultivation, including green manure cultivation in the form of strip crop of oil radish, and application of fertilizer doses balances with crops combined with trace elements and growth regulators, provides the same fodder crop rotation performance as the base one (autumn plowing of soil, application of increased mineral fertilizers doses, etc.) – 11.5 and 11.6 t/ha per year to the unit, respectively. However, in case of soil protection technology, the need for autumn plowing of soil is eliminated, loss of soil OM and migration into underlying nitrogen, potassium, calcium and other mineral nutrients layers are reduced to minimum, its water regime and phytosanitary condition of crops is improved, the profit increases by 190 USD/ha and the prime cost of produce is decreased by 27% compared to the basic technology. The positive aspect of soil protection technology for crops cultivation in rotation is possibility to use it in remote fields. The cultivation of green manure in the form of a strip crop and introduction of differentiated doses of mineral fertilizers defined for planned crop yield taking into account the new methods of soil diagnostics, application of trace elements and biologically active substances as fertilizers can be the basis for soil protection resource-saving technology for cultivation of agricultural crops in fodder crop rotations on anthropogenically transformed peat soils of Polesye.

Keywords: of anthropogenically transformed peat soils, degradation, organic substance, soil protection farming, green manure, strip crop, fertilizers, maize, barley, winter rape, crop yield, performance, fertility

Перед земледелием Беларуси в настоящее время стоит задача – существенно повысить эффективность использования мелиорированных земель, удобрений и других средств интенсификации производства, снизить себестоимость растениеводческой продукции. Решение этих вопросов особенно актуально для зоны Полесья, где около 700 тыс. га сельскохозяйственных земель размещаются на агроторфяных почвенных комплексах.

Одной из наиболее актуальных экологических и экономических проблем зоны Полесья, сдерживающей причиной его устойчивого развития, является деградация агроторфяных почв. Ведущими факторами, провоцирующими деградацию и тем самым снижение плодородия и производительную способность этих почв, являются дефляция (в отдельные годы до 10–15 т/га и более) и минерализация органического вещества (4–6 т/га в год и более) [1–10 и др.]. Наибольшие потери органического вещества на таких почвах наблюдаются при возделывании пропашных культур, проведении вспашки и применении повышенных доз минеральных, особенно азотных, удобрений. Поэтому при ведении земледелия на агроторфяных почвах рекомендуется максимально их использовать под многолетние травы, при возделывании пропашных культур вносить органические удобрения в дозах 50–60 т/га, заменять вспашку на обработку без оборота пласта и др.¹ Однако в зоне Полесья, где значительные площади земель сельскохозяйственного назначения размещаются на агроторфяных почвах, выполнить эти рекомендации в реальной жизни сложно. С целью укрепления кормовой базы животноводства на этих почвах в структуре посевных площадей зерновые фактически занимают до 50 %, а кукуруза (как ведущая кормовая культура) – около 30 %. Основной способ осенней обработки почвы – зяблевая вспашка, органические удобрения применяются, как правило, на полях, расположенных вблизи животноводческих комплексов. Также установлено, что применяемая «базовая» система использования минеральных удобрений на антропогенно-преобразованных торфяных почвах нуждается в совершенствовании. Для повышения производительной способности и устойчивости к деградации агроторфяных почв Полесья необходима разработка альтернативных почвозащитных, экономически и экологически обоснованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и систем земледелия на основе новых методических решений.

В результате проведенных ранее исследований на антропогенно-преобразованных торфяных почвах установлено [11], что одним из лучших предшественников основных культур севооборота являются промежуточные, надземная масса которых используется на зеленый корм, а в почву под зяблевую вспашку заделываются пожнивно-корневые остатки (ПКО). Однако использование и такого предшественника под кукурузу на агроторфяных почвах не исключает проведение зяблевой вспашки, внесение органических удобрений, интенсивную дефляцию и минерализацию ОВ почвы в течение длительного периода, что приводит к снижению ее плодородия. Поэтому в последние годы в ряде стран (Англии, Германии, США и др.) в качестве предшественника кукурузы, сахарной свеклы и сои используют кулисные посевы промежуточных культур.

Цель исследований – разработать инновационную, основанную на принципах ресурсосбережения и повышения экологической устойчивости, почвозащитную систему земледелия на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья.

Объекты и методы исследований. Предполагалось, что снизить потери ОВ почвы, затраты на зяблевую вспашку и применение органических удобрений, химических средств защиты растений, повысить продуктивность культур звена севооборота и поступление ОВ в почву возможно за счет использования в качестве предшественника кулисной культуры более зрелых растений редьки масличной. В фитомассе таких растений больше накапливается лигнина, полифенолов с соотношением C:N – 20–25 и более, из которых образуются гумусовые вещества. Посевы растений редьки масличной, оставленные в зиму в качестве кулисной культуры, за зимний период отмирают. Весной при созревании почвы они заделываются в почву диском на глубину 10–12 см, при этом растительные остатки кулисной культуры продолжают сохранять

¹ Внутрихозяйственная качественная оценка (бонитировка) почв республики Беларусь по их пригодности для возделывания основных сельскохозяйственных культур: метод. указания. – Минск. 1998. – 25 с.; Национальный доклад о состоянии, использовании и охране земельных ресурсов (по сост. на 1 янв. 2011 г.) / Гос. ком. по имуществу Респ. Беларусь; под ред. Г.И. Кузнецова. – Минск: РУП «БелНИЦзем», 2011 – 184 с.; Программа мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв в Республике Беларусь на 2011–2015 гг./ В.Г. Гусаков [и др.]; под ред. В.Г. Гусакова. – НАН Беларуси, МСХП РБ, Госкомимущества, Ин-т почвоведения и агрохимии; Минск, 2010. – 106 с.; Лапа, В.В. Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур: рекомендации / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 64 с.; Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 390 с.; Система применения органических и минеральных макро- и микроудобрений в севооборотах: рекомендации / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 56 с.

почвозащитную функцию в виде мульчи после посева кукурузы. Научный и практический интерес представляют также результаты исследований по установлению количества поступившего в почву органического вещества и элементов минерального питания с растительной массой кулисной культуры, влияние ее на водно-физические свойства и ветровую эрозию почвы, засоренность посевов, эффективность применения удобрений, продуктивность и экономическую эффективность возделывания культур звена почвозащитного севооборота.

Экспериментальные полевые исследования проводили в 2010–2014 гг. в стационарных условиях на опытном поле Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства на антропогенно-преобразованных торфяных почвах, подстилаемых песком с глубины 35–40 см. Агрохимическая характеристика почвы (A_n) опытного поля перед закладкой опыта: содержание органического вещества – 17–22 %; pH_{KCl} – 5,7–5,9; доступные растениям соединения (в 0,2 М уксусной кислоте): азот – 98 кг/га (низкое); P_2O_5 – 87 кг/га (низкое); K_2O – 513 кг/га (среднее). Подвижные формы (в 0,2 М HCl): P_2O_5 – 376 мг/кг почвы (среднее) и K_2O – 399 (среднее), CuO – 5,6 (среднее) и ZnO – 8,1 мг/кг почвы (низкое).

Исследования проводили в следующем звене севооборота: 1) пелюшко-овсяная смесь, поукосно редька масличная; 2) кукуруза на зеленую массу; 3) ячмень на зерно; 4) озимый рапс на маслосемена, пожнивно пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм.

Эффективность систем удобрений и способов основной обработки почвы изучали на двух фонах последствия редьки масличной в качестве предшественника других культур:

1) базовый вариант – пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм, поукосно редька масличная на зеленый корм, вспашку проводили на глубину 20–22 см под кукурузу, ячмень и озимый рапс;

2) пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм, поукосно редька масличная в качестве кулисной культуры, осеннюю обработку почвы под кукурузу не проводили. Под ячмень и озимый рапс после уборки кукурузы и ячменя в качестве основной обработки проводили поверхностное дискование на глубину 10–12 см в два следа.

Исследуемые варианты систем удобрения по культурам звена севооборота представлены в табл. 1, 2. Дозы удобрений рассчитаны на получение урожайности зеленой массы кукурузы – 55–60, зерна ячменя – 5,0–5,5 и маслосемян озимого рапса – 4,0–4,5 т/га. Формы удобрений: основное внесение – мочевины (под озимый рапс – сернокислый аммоний), аммонизированный суперфосфат, хлористый калий. Изучали также эффективность нового медленнодействующего удобрения марки $N_5P_{16}K_{35}$ с добавкой азотных удобрений, бора и цинка, разработанного в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» под руководством доктора с.-х. наук Г. В. Пироговской.

Сорта исследуемых культур: кукуруза – гибрид Алмаз раннеспелый ФАО-180, норма высева – 110 тыс. всхожих зерен, ширина междурядий – 70 см; ячмень – сорт Атаман, норма высева – 200 кг/га; озимый рапс на маслосемена – сорт Зорны, норма высева – 1 млн всхожих зерен. Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур в опыте – рекомендованная в зоне Полесья для антропогенно-преобразованных торфяных почв. Общая площадь делянки 24 м² (4 м × 6 м).

Погодные условия вегетационных периодов в годы проведения исследований были контрастными и оказали различное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Отмечалось чередование прохладной в весенний период, иногда с заморозками, и дождливой или жаркой и сухой в летний период. В целом погодные условия в период вегетации сельскохозяйственных культур были типичными для зоны Полесья в последние годы. Более благоприятными по погодным условиям были вегетационные периоды 2011–2012 гг. и худшими – 2013 г. (избыточное) и 2014 г. (недостаточное) увлажнение во второй период вегетации культур.

Результаты и их обсуждение

1. Влияние кулисной культуры на плодородие почвы. В результате проведенных исследований установлено, что в среднем за два года при внесении удобрений $N_{57}P_{49}K_{75}$ под пелюшко-овсяную смесь и N_{58} под редьку масличную получена достаточно высокого уровня урожайность зеленой массы этих культур на корм скоту – 354 и 649 ц/га соответственно, а в сумме – 1003 ц/га.

Т а б л и ц а 1. Распределение удобрений по культурам звена севооборота, годы

T a b l e 1. Distribution of fertilizers by rotation link crops

Вариант системы удобрений	Культура				Внесено удобрений НРК, кг/га	
	однолетние травы*	кукуруза на силос	ячмень	озимый рапс*	всего	среднее за год
I. Без удобрений (общий фон – $N_{161}P_{99}K_{150}$) ¹	$N_{115}P_{50}K_{75}$	–	–	–	$N_{161}P_{99}K_{150}$	$N_{41}P_{24}K_{38}$
II. Доза азота рассчитывается на возмещение выноса, P_2O_5 – 150 и K_2O – 130 % к выносу ²	$N_{115}P_{50}K_{75}$	$N_{180}P_{135}K_{240}$	$N_{120}P_{90}K_{140}$	$N_{165}P_{120}K_{160}$	$N_{626}P_{444}K_{690}$	$N_{157}P_{111}K_{173}$
III. Компенсация выноса РК на 110 %, доза азота определяется по выносу и корректируется с учетом содержания N_{min} в почве ³	$N_{115}P_{50}K_{75}$	$N_{135}P_{90}K_{180}$	$N_{90}P_{70}K_{120}$	$N_{135}P_{90}K_{120}$	$N_{521}P_{349}K_{570}$	$N_{130}P_{87}K_{143}$
IV. Вариант III + микроэлементы, БАВ, ретарданты	$N_{115}P_{50}K_{75}$	$N_{135}P_{90}K_{180}$, Zn, Экосил	$N_{90}P_{70}K_{120}$ Cu, Экосил, PP	$N_{135}P_{90}K_{120}$, Cu, B, Экосил	$N_{521}P_{349}K_{570}$ МЭ, PP, Экосил	$N_{130}P_{87}K_{143}$
V. Вариант III – МДУ ⁴	$N_{115}P_{50}K_{75}$	$N_{135}P_{90}K_{180}$	$N_{90}P_{70}K_{120}$	$N_{135}P_{90}K_{120}$, B, Гуматы	$N_{521}P_{349}K_{570}$	$N_{130}P_{87}K_{143}$

¹ Для выравнивания уровня плодородия почвы опытного участка доза удобрений применялась одного уровня под две культуры – $N_{115}P_{50}K_{75}$ (пелюшка + овес – $N_{45}P_{50}K_{75}$; поукосно редька масличная – N_{70}).

² Дозы азота рассчитаны на возмещение выноса, фосфора и калия на возмещение выноса элементов с урожаем и дополнительно на повышение плодородия почвы (базовый).

³ Компенсация выноса РК на 110 %, доза азота определяется по выносу с урожаем и корректируется на содержание азота в почве.

⁴ Медленнотействующее удобрение марки $N_5P_{16}K_{35}$ с добавкой азотных удобрений, бора и цинка.

* После уборки озимого рапса пожнивно высеяна пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм, внесено $N_{46}P_{49}K_{75}$.

Т а б л и ц а 2. Схемы применения удобрений под основные культуры

T a b l e 2. Fertilizers application schemes for main crops

Система удобрения	Применение удобрений		
	основное	подкормки	
		1-я	2-я
А – кукуруза*			
I. Без удобрений	Без удобрений	–	
II. N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₂₄₀ (базовая)	N ₆₀ P ₁₃₅ K ₂₄₀	4–5 листьев – N ₆₀	7–8 листьев – N ₆₀
III. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₈₀	N ₄₀ P ₉₀ K ₁₈₀	N ₄₅	N ₅₀
IV. Вариант III + Zn + Экосил	N ₄₀ P ₉₀ K ₁₈₀	N ₄₅	N ₅₀ + Адоп-Zn, 2 л/га + Экосил
V. Вариант III, МДУ	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₈₀	–	N ₄₅ (Гумат)
Б – ячмень*			
I. Без удобрений	Без удобрений	–	
II. N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₄₀ (Наробно)	N ₆₀ P ₁₀₅ K ₁₄₀	N ₄₀ '	N ₂₀ ''
III. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ (Наробно)	N ₄₅ P ₇₀ K ₁₂₀	N ₃₀ '	N ₁₅ ''
IV. Вариант III + Cu, PP, + Экосил, фунгицид	N ₄₅ P ₇₀ K ₁₂₀	N ₃₀ ' + ЭлеГумCu, Терпал, Экосил	N ₁₅ '', фунгицид
V. Вариант III, МДУ	N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	–	–
В – озимый рапс**			
I. Без удобрений	–	–	–
II. N ₁₆₅ P ₁₂₀ K ₁₆₀	N ₄₅ P ₁₂₀ K ₁₆₀	N ₁₂₀	–
III. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₉₀	–
IV. Вариант III + (ЭлеГумCu, В, Экосил)	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₉₀	N ₃₀ + (ЭлеГум Cu, В,Экосил)
V. Вариант III + (ЭлеГум В, Гуматы)	N ₄₅ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₉₀	N ₃₀ + (ЭлеГум В, Гуматы)

* N'_{40} – начало стеблевания (стадия 29–31); N''_{20} – последний лист развернут (стадия 47–50).

** 1-я – ранневесенняя; ** 2-я – через 2,5 недели (16–18 сут).

Химический состав биомассы редьки масличной, убираемой в разные сроки, существенно различается (табл. 3). Зеленая масса молодых растений редьки масличной, используемой на корм в сентябре, содержит больше азота, фосфора, калия и меньше углерода, чем более зрелая (октябрь) биомасса сидерата кулисной культуры.

Т а б л и ц а 3. Химический состав биомассы редьки масличной

T a b l e 3. Chemical composition of oil radish biomass

Сроки отбора проб	Вид продукции	Химический состав, %				C:N
		C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
15–25 сентября	Зеленая масса на корм	30,8	3,0	0,99	5,83	12,0
	Корни	32,0	1,86	0,73	7,44	20,1
20–25 октября	Зеленая масса кулисной культуры	33,1	2,03	0,85	5,54	19,1
	Корни	38,9	1,78	0,91	6,95	25,6

Важным показателем растительной массы как источника пополнения ОБ почвы является соотношение содержания в ней углерода к азоту. Зеленая масса редьки масличной, убираемая на корм (с высоким содержанием азота – 3,0 % и узким соотношением C:N = 12,0), при запашке в почву интенсивно минерализуется, аккумулируя микробами углерод почвы. Пополнение почвы гумусовыми соединениями при этом не происходит. В то же время растительная надземная масса кулисной культуры редьки масличной, а также корневая масса двух способов ее использования, имеющих соотношение C:N в сухой массе около 20 и более, способствует образованию гумусовых соединений и снижению дефицита баланса ОБ в почве.

Данные по накоплению биомассы и элементов питания в почве при разных способах использования редьки масличной показывают (табл. 4), что при отчуждении зеленой массы редьки масличной на корм с пожнивно-корневыми остатками (ПКО) в почву поступает в среднем за два года только 15,7 ц/га сухой массы. При использовании редьки масличной в качестве кулисной культуры более эффективно повышается плодородие почвы.

Т а б л и ц а 4. Продуктивность сухой массы и накопление элементов питания поукосных посевов редьки масличной

T a b l e 4. Performance of dry weight and accumulation of nutrient elements of oil radish postcut droppings

Вид продукции	Сухая масса, ц/га	Содержание в сухой массе, кг/га				
		C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C:N
Зеленая масса на корм						
Пожнивно-корневые остатки	15,7	510	29	11	117	21
Кулисная культура						
Надземная масса	81,5	2681	165	69	452	19
Корни	12,1	446	21	11	84	25
Всего	93,6	3127	187	80	536	20
50 т/га навоз КРС*	125	10500	250	125	300	—
Усвоение в 1-й год	—	—	50	35	100	—

*Справочно.

Перед уходом в зиму (по состоянию на 20–25 октября) вес сухого вещества надземной и корневой массы редьки масличной в сумме составил 98,0 ц/га, в которой аккумулировано 195 кг/га азота, 84 кг/га фосфатов и 567 кг/га калия. Это количество элементов питания превышает их потребление сельскохозяйственными культурами в 1-й год внесения 50 т/га подстилочного навоза КРС. В почве накапливаются элементы минерального питания и углерод, снижается их миграция в нижележащие слои и грунтовые воды. Широкое соотношение C:N в биомассе кулисной культуры указывает на возможное новообразование ОБ в почве. Учитывая нормативный коэффициент гумификации растительных остатков 20–25 %, в почву с надземной и корневой массой поступает около 2,2 т/га гуму-

совых соединений, что эквивалентно внесению подстильного навоза 45–50 т/га. При этом уже за осеннее-зимний период в почве перед посевом кукурузы накапливаются в значительных количествах элементы минерального питания растений (табл. 5).

Кроме того, кулисная культура улучшает водно-физические свойства почвы, укрывает ее поверхность почти 7 месяцев в году (рис. 1), а также создание мульчи и шероховатой поверхности после весенней обработки почвы и посева кукурузы сводит до минимума потери ОБ от дефляции и минерализации, снижается засоренность посевов.



Рис. 1. Состояние поверхности почвы под кулисной культурой в конце марта (до начала весенней обработки почвы)

Fig. 1. Soil surface condition under the strip crop at the end of March (before the spring cultivation)

Т а б л и ц а 5. Изменение агрохимических свойств почв под влиянием предшественника (P_2O_5 и K_2O вытяжка 0,2 М НСl)

Table 5. Change of soils agrochemical properties under influence of a predecessor (P_2O_5 and K_2O extract 0.2 M HCl)

Предшественник (редька масличная)	Агрохимические свойства почвы		
	$N^*_{\text{усв}}$	P_2O_5	K_2O
На зеленый корм, зяблевая вспашка	233	406	506
Кулисная культура, без вспашки	308	431	537
± к базовой, мг (%)	+75 (+32)	+25 (+6)	+31 (+6)

* Среднее из 20 повторений по каждому показателю.

2. Влияние кулисной культуры на водно-физические свойства почвы и засоренность посевов.

При оценке способов основной обработки почвы наряду с энергетическими и экономическими затратами важной характеристикой этих работ служат также и такие показатели, как плотность и накопление влаги в корнеобитаемом слое почвы, наличие сорной растительности и др., которые оказывают существенное влияние на формирование урожайности и создание условий для минерализации органического вещества. Результаты исследований, приведенные на примере кукурузы [12], показывают, что плотность почвы слоя 0–20 см после зяблевой вспашки и после кулисной культуры (без осенней обработки) по всем срокам учета различается несущественно. Равновесная величина ее за период вегетации составляет 0,724 и 0,722 г/см³ соответственно. Несколько выше плотность слоя 21–40 см, которая после вспашки составляет 0,750, а после кулисной культуры – 0,952 г/см³. Однако и эта величина плотности почвы лишь приближается к границе оптимальных значений для кукурузы (около 1,10 г/см³). Равновесная плотность почвы слоя 41–50 см значительно выше, чем верхних органогенных слоев, и составляет 1,377–1,442 г/см³.

Важной характеристикой почвы является накопление влаги в ней за осеннее-зимний период. Обычно считается, что зяблевая вспашка способствует повышению запаса продуктивной влаги в почве. Результаты наших исследований показывают [12], что при возделывании кулисной культуры запасы продуктивной влаги в слое 0–50 см почвы как весной после зимы до посева (28–30 марта), так и равновесная за вегетационный период в среднем на 22 % превышают запасы влаги при вспашке. Например, средние равновесные за период вегетации растений запасы продуктивной влаги в слое 0–50 см при вспашке составляют 150, а при кулисной культуре – 183 мм. Вероятно, это происходит потому, что при кулисной культуре осадки меньше мигрируют в нижележащие слои и больше накапливаются в почве, меньше теряются с испарением. Отсюда следует важный практический вывод: при возделывании кукурузы на антропогенно-преобразованных торфяных почвах с точки зрения состояния их плотности кулисная культура редьки масличной не хуже проведения зяблевой вспашки, а по водному режиму превосходит этот способ обработки почвы.

Агроторфяные почвы отличаются сильной засоренностью. В пахотном слое этих почв количество семян сорняков превышает 2 тыс. шт/м². Поэтому важным показателем состояния посевов и эффективности проведения способов основной обработки почвы, применения гербицидов является наличие сорной растительности. Результаты учета сорной растительности показывают [12], что после посева пелюшко-овсяной смеси на зеленую массу, а затем поукосно редьки масличной в качестве кулисной культуры почти в 2 раза снизилась по сравнению с вспашкой засоренность посевов кукурузы в варианте без применения гербицидов. Применение гербицидов в 3–4 раза снижает засоренность посевов кукурузы. Приведенные данные показывают, что и по признаку «состояние засоренности посевов» целесообразно при возделывании кукурузы зяблевую вспашку антропогенно-преобразованных торфяных почв заменять на использование кулисной культуры.

3. Агроэкологическая эффективность комплексного использования агробиотехнологических приемов на посевах культур звена почвозащитного севооборота. В табл. 6 представлены результаты полевых исследований по оценке эффективности комплексного действия систем удобрений на фоне вспашки и кулисной культуры на посевах культур звена севооборота. По каждой культуре представлены средние данные за два года.

Т а б л и ц а 6. Урожайность основных культур звена почвозащитного севооборота

T a b l e 6. Yield of major crops of soil protection rotation link

Система удобрения	Предшественник – редька масличная		Прибавка от кулисной культуры
	на зеленый корм (фон 1), вспашка (20–22 см)	кулисная культура (фон 2), дискование (10–12 см)	
Кукуруза за зеленую массу (30 % СМ), т/га*			
I. Без удобрений	36,7	56,9	+20,2
II. N ₁₈₀ ¹ P ₁₃₅ K ₂₄₀	51,1	66,6	+15,5
III. N ₁₃₅ ² P ₉₀ K ₁₈₀	48,5	69,9	+21,4
IV. Вариант III + Zn, Экосил	56,9	74,1	+17,2
V. Вариант III – МДУ ³	–	77,4	+20,5
Ячмень, ц/га			
I. Без удобрений	26,3	30,1	3,8
II. N ₁₂₀ ¹ P ₉₀ K ₁₄₀	37,7	40,5	+2,8
III. N ₉₀ ² P ₇₀ K ₁₂₀	37,5	41,7	+4,2
IV. Вариант III + Cu, PP, Экосил	37,7	41,6	+3,9
V. Вариант III – МДУ ³	–	40,3	+2,6
Озимый рапс, ц/га			
I. Без удобрений	27,2	27,2	0
II. N ₁₆₅ ¹ P ₁₂₀ K ₁₆₀	38,5	40,0	+1,5
III. N ₁₃₅ ² P ₉₀ K ₁₂₀	39,3	41,9	+2,6
IV. Вариант III + Cu, B, Экосил	41,4	45,9	+4,5
V. Вариант III + B, Гуматы	–	45,1	3,7

¹ Базовый, доза P₂O₅ – 150 и K₂O – 130 % к выносу, азота – на возмещение выноса.

² Доза P₂O₅ и K₂O – 110 % к выносу, определяется по выносу с корректировкой на содержание N_{min} в почве.

³ МДУ – медленнодействующее удобрение марки N₅P₁₆K₃₅ с добавкой азотных, бора и цинка.

* Без обработки почвы.

Анализ полученных результатов исследований показывает, что на фоне 1 последствия предшественника пожнивно-корневых остатков редьки масличной и зяблевой вспашки почвы получена достаточно высокого уровня урожайность зеленой массы кукурузы – 36,7 т/га. Дополнительное внесение минеральных удобрений, микроэлементов и регуляторов роста позволило повысить урожайность зеленой массы кукурузы по сравнению с контролем на 20,2, достигнув уровня 56,9 т/га. Использование редьки масличной в качестве кулисной культуры (фон 2) обеспечило повышение по сравнению с фоном 1 урожайности также на 20,2 т/га в варианте без удобрений. При дополнительном внесении удобрений на фоне 2 достигнута урожайность 66,6–77,4 т/га. По сравнению

с базовым фоном 1 урожайность по аналогичным вариантам внесения удобрений повысилась на 15,5–21,4 т/га, или на 30–44 %. Наиболее высокая урожайность получена при комплексном применении сбалансированных по выносу элементов питания с урожаем доз макро- и микроудобрений и биологически активных веществ – 74,1 т/га. По этому варианту получена и самая высокая окупаемость 1 кг NPK – 42 кг массы, что в 2,4 раза больше, чем при применении повышенных доз удобрений базового варианта. Также высокая урожайность зеленой массы кукурузы на фоне кулисной культуры получена при внесении медленнодействующей формы удобрения – 77,4 т/га.

Представленные в табл. 6 результаты исследований также показывают, что урожайность зерна ячменя как в варианте «без удобрения», так и в вариантах других исследуемых систем удобрений на фоне последствия кулисной культуры сформировалась выше на 2,6–4,2 ц/га, или около 10 % выше по сравнению с фоном 1, достигнув уровня 40,3–41,7 ц/га. Применение повышенных доз NPK (вар. II) не имеет преимуществ по урожайности перед вариантом доз удобрений, рассчитанных на вынос с планируемой урожайностью (вар. III). При более благоприятных погодных условиях 2012 г. урожайность ячменя по этому варианту внесения удобрений достигала 50 ц/га.

Последствие кулисной культуры проявилось и на посевах третьей культуры – озимого рапса, при этом уровень урожайности маслосемян рапса в среднем за два года по варианту системы удобрений, предусматривающей внесение повышенных доз (вар. II), не имеет преимуществ перед вариантом доз удобрений, сбалансированных по выносу с планируемой урожайностью (вар. III). Более высокая урожайность получена в вариантах с внесением сбалансированных доз удобрений в комплексе с микроэлементами, регулятором роста и биологически активными веществами на фоне кулисной культуры, которая составляет 45,1–45,9 ц/га. Прибавка урожайности от последствия кулисной культуры в вариантах с внесением удобрений колебалась от 1,5 до 4,5 ц/га. Более высокая прибавка получена в вариантах с применением сбалансированных доз макро- и микроудобрений, регуляторов роста.

В табл. 7 представлены результаты оценки влияния различных предшественников, способов обработки почвы и систем применения удобрений на продуктивность культур звена почвозащитного севооборота. Приведенные данные показывают, что продуктивность культур звена севооборота при внесении удобрений по предшественникам кулисной культуры и базовому варианту (в котором наряду с основными культурами учитывается также и продуктивность зеленой массы редьки масличной) по выходу кормовых единиц и обменной энергии примерно одного уровня. Различия по вариантам систем удобрений и предшественников находятся в пределах 2–5 %. Только по выходу переваримого протеина базовый вариант предшественника более существенно превосходит культуры звена севооборота на фоне последствия кулисной культуры. Однако и по этому предшественнику обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином составляет 112–116 г/к.ед., что выше физиологической нормы.

Таким образом, доказано, что кулисная культура оказывает положительное влияние на рост урожайности культур звена севооборота в течение трех лет исследований. Установлено, что за счет последствия кулисной культуры максимальный прирост урожайности составил: зеленой массы кукурузы – 21,4 т/га, ячменя – 4,2 и семян рапса – 4,7 ц/га.

Выход кормовых единиц и обменной энергии культур звена севооборота при внесении удобрений на фоне предшественника кулисной культуры и базовому варианту предшественника (в котором наряду с основными культурами учитывается также и продуктивность зеленой массы редьки масличной) примерно одного уровня и колеблется в пределах 10,7–12,1 т/га в год к.ед. и 105–114 ГДж/га в год. Наиболее высокая продуктивность достигнута при внесении сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений в комплексе с микроэлементами, ретардантами и биологически активными веществами. По этому варианту технологии возделывания культур получена также самая высокая окупаемость удобрений в расчете на 1 кг NPK – 6,9–7,2 к.ед., что в 1,5–1,9 раза больше базового варианта внесения удобрений.

4. Экономическая эффективность комплексного использования агробиотехнологических приемов на посевах культур звена почвозащитного севооборота. При разработке технологий возделывания культур и систем земледелия в почвозащитных севооборотах на антропогенно-преобразованных торфяных почвах наряду с агрономической и экологической оценкой исследуемых приемов важное значение имеет и оценка экономической целесообразности прове-

Т а б л и ц а 7. Продуктивность культур звена почвозащитного севооборота, среднее за 2010–2014 гг.

Table 7. Performance of crops of soil protection rotation link, the average for 2010–2014

Система удобрения, NPK кг/га в год	Предшественник – редька масличная		Прибавка от кулисной культуры
	зеленый корм, вспашка ¹	кулисная культура ²	
Кормовые единицы, т/га в год			
I. Без удобрений	9,5	9,0	–0,5
II. N ₁₅₇ P ₁₁₁ K ₁₇₃	11,6	10,7	–0,6
III. N ₁₃₀ P ₈₇ K ₁₄₃	11,3	11,0	–0,3
IV. Вариант III + МЭ, РР, БАВ	12,1	11,5	–0,6
V. Вариант IV – МДУ	–	11,7	–0,4
Переваримый протеин, ц/га в год			
I. Без удобрений	13,7	10,1	–3,6
II. N ₁₅₇ P ₁₁₁ K ₁₇₃	15,9	12,4	–3,5
III. N ₁₃₀ P ₈₇ K ₁₄₃	15,7	12,3	–3,4
IV. Вариант III + МЭ, РР, БАВ	16,4	13,3	–3,1
V. Вариант IV – МДУ	–	13,3	–3,1
Обменная энергия, ГДж/га в год			
I. Без удобрений	91,3	90,5	–0,8
II. N ₁₅₇ P ₁₁₁ K ₁₇₃	109,2	105,0	–4,2
III. N ₁₃₀ P ₈₇ K ₁₄₃	107,5	108,6	+1,1
IV. Вариант III + МЭ, РР, БАВ	114,0	112,7	–1,3
V. Вариант IV – МДУ	–	113,4	–0,6

¹ В общую продуктивность культур звена севооборота включена и урожайность зеленой массы редьки масличной 64,9 т/га, а также урожайность 29,5 т/га пелюшко-овсяной смеси на зеленый корм, высеванной пожнивно после уборки озимого рапса.

² Учтена также урожайность 29,5 т/га пелюшко-овсяной смеси на зеленый корм, высеванной пожнивно после уборки озимого рапса.

дения тех или иных мероприятий. В исследованиях расчет показателей экономической эффективности проведен исходя из расценок и закупочных цен, действующих по состоянию на 2014 г. Производственные затраты рассчитаны по технологическим картам, составленным на основе фактически выполняемых работ при проведении полевых опытов. Стоимость кормовой единицы приравнивали к закупочной цене овса.

Приведенные в табл. 8 результаты исследований показывают, что в целом по исследуемым технологиям возделывания кормовых культур получена достаточно высокая условная прибыль, которая колеблется в пределах 1187–1390 долл/га. Наиболее высокий уровень прибыли (1390 долл/га) получен при возделывании культур звена севооборота по технологии, включающей использование посевов редьки масличной в качестве кулисной культуры и предшественника кукурузы, отсутствие осенней обработки почвы под кукурузу, под другие культуры проводится дискование на глубину 10–12 см. Система применения удобрений включает дробное внесение дозы азота, рассчитанной на возмещение выноса с урожаем и скорректированной с учетом содержания N_{min} в почве, доза P₂O₅ и K₂O составляет 110 % к выносу + микроэлементы, ретарданты и БАВ. При такой технологии возделывания культур достигается высокий, практически равный с базовой уровень выхода кормовых единиц (11,5 и 11,6 т/га в год) при снижении себестоимости производства на 27 % (49 против 67 долл/т к. ед.).

При оценке почвозащитной технологии необходимо особо отметить ее экологическую направленность – снижение до минимума потерь почвы с дефляцией, минимизацию потерь ОВ за счет эрозии и минерализации, улучшение водного режима и биологической активности почвы, сохранение ее плодородия. При средних минимальных ежегодных потерях торфа около 3 т/га и стоимости его 1 т, равной 50 долл/т, реальная прибыль от внедрения такого варианта почвозащитной технологии возделывания культур на антропогенно-преобразованных торфяных почвах будет на 150 долл/га выше приведенной в табл. 8.

Т а б л и ц а 8. Экономическая эффективность комплексного использования агробиотехнологических приемов на посевах культур звена почвозащитного севооборота

Table 8. Economic efficiency of integrated application of agricultural biotechnological methods for dropping crops of soil protection rotation link

Система удобрения, NPK кг/га в год	Выход к. ед., т/га	Стоимость продукции	Общие затраты	Условная прибыль	Себестоимость 1 т к. ед., долл.
		долл/га			
Фон I – редька масличная на зеленый корм, вспашка					
I. N ₁₅₇ P ₁₁₁ K ₁₇₃	11,6	1972	772	1200	67
II. N ₁₃₀ P ₈₇ K ₁₄₃	11,3	1922	695	1227	62
III. Вариант II + МЭ, РР, БАВ	12,1	2057	709	1348	59
Фон II – кулисная культура редьки масличной					
I. N ₁₅₇ P ₁₁₁ K ₁₇₃	10,7	1819	632	1187	59
II. N ₁₃₀ P ₈₇ K ₁₄₃	11,0	1870	553	1317	50
III. Вариант II + МЭ, РР, БАВ	11,5	1955	565	1390	49

Выводы

1. В результате проведенных исследований впервые установлено, что использование редьки масличной в качестве кулисной культуры по своему действию на продуктивность культур звена севооборота эквивалентно внесению около 45 т/га навоза, исключает необходимость проведения зяблевой вспашки почвы под кукурузу, сводит до минимума потери ОВ почвы, улучшает ее водный режим и фитосанитарное состояние посева.

2. Доказано, что кулисная культура оказывает положительное влияние на рост урожайности культур звена севооборота в течение трех лет. За счет последствия кулисной культуры максимальный прирост урожайности составил: зеленой массы кукурузы – 21,4 т/га, зерна ячменя – 4,2 ц/га и маслосемян озимого рапса – 4,7 ц/га. Наиболее высокая продуктивность культур звена севооборота достигнута при внесении сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений в комплексе с микроэлементами и регуляторами роста: выход кормовых единиц и обменной энергии достигает 11,5 т/га в год и 113 ГДж/га в год соответственно, получение прибыли более 1500 долл/га в год при снижении себестоимости производства по сравнению с базовым вариантом системы земледелия на 27 %.

3. Комплексное использование редьки масличной в качестве кулисной культуры, энергосберегающих приемов основной обработки почвы и дифференцированных доз минеральных удобрений, определяемых с учетом требований новых методических решений, применение микроэлементов и регуляторов роста может служить основой высокоэффективной инновационной системы земледелия на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья, обеспечивающей повышение их производительной способности и экологической устойчивости. Положительной стороной разработанной системы земледелия является возможность ее использования на удаленных полях мелиоративных объектов.

Список использованных источников

1. Бамбалов, Н. Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения / Н. Н. Бамбалов ; под ред. А. В. Тишковича. – Минск : Наука и техника, 1984. – 176 с.
2. Скоропанов, С. Г. Эволюция торфяных почв / С. Г. Скоропанов, Н. Н. Бамбалов, П. Ф. Тиво // Охрана сельскохозяйственных угодий и окружающей среды / под ред. А. И. Мурашко. – Минск, 1984. – С. 193–210.
3. Скоропанов, С. Г. Избранные труды / С. Г. Скоропанов ; ред. В. Г. Гусаков. – Минск : Беларус. навука, 2010. – 468 с.
4. Смян, Н. Н. Трансформация торфяно-болотных почв юго-западной части Республики Беларусь под влиянием осушения и длительного сельскохозяйственного использования (на примере Брестской области) / Н. Н. Смян [и др.] // Вес. Акад. аграр. навук Рэсп. Беларусь. – 2000. – № 3. – С. 54–57.
5. Жилко, В. В. Почвозащитные севообороты на дефляционно-опасных землях Белорусского Полесья / В. В. Жилко, Н. Н. Цыбулька, А. Ф. Черныш // Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель : материалы конф. / Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. – Минск, 2000. – С. 202–203.
6. Мееровский, А. С. Современное состояние и стратегия сохранения и рационального использования торфяных почв Беларуси / А. С. Мееровский, В. И. Белковский // Междунар. аграр. журн. – 2001. – № 10. – С. 12–15.

7. Мееровский, А. С. Проблемы использования и сохранения торфяных почв / А. С. Мееровский, В. П. Трибис // Новости науки и технологий. – 2012. – № 4. – С. 3–9.
8. Черныш, А. Ф. Дефляция почв в Беларуси / А. Ф. Черныш, Ю. А. Чижиков // Природ. ресурсы. – 2005. – № 3. – С. 38–50.
9. Черныш, А. Ф. Влияние почвозащитных обработок на дефляцию торфяно-болотных почв и продуктивность / А. Ф. Черныш, А. В. Юхновец // Повышение эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель : докл. Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20–22 сент. 2005 г. / Ин-т мелиорации и луговодства НАН Беларуси. – Минск, 2005. – С. 432–434.
10. Семененко, Н. Н. Влияние способов длительного использования на эволюцию свойств маломощной торфяной почвы / Н. Н. Семененко, Н. М. Авраменко // Воспроизводство плодородия почв и их охрана в условиях современного земледелия : материалы Междунар. науч.-практ. конф. и V съезда почвоведов и агрохимиков, Минск, 22–26 июня 2015 г. : в 2 ч. / Ин-т почвоведения и агрохимии, Белорус. о-во почвоведов и агрохимиков. – Минск, 2015. – Ч. 1. – С. 242–246.
11. Семененко, Н. Н. Продуктивность антропогенно-преобразованных торфяных почв Полесья в зависимости от предшественника основных культур и типов севооборотов / Н. Н. Семененко, П. П. Крот // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 6. – С. 19–25.
12. Семененко, Н. Н. Ресурсосберегающая почвозащитная технология возделывания кукурузы на зеленую массу на деградированных почвах Полесья / Н. Н. Семененко, Е. В. Каранкевич // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 5 (102). – С. 12–16.

References

1. Bambalov N.N., Tishkovich A.V. (ed.) *Balans organicheskogo veshchestva torfyanykh pochv i metody ego izucheniya* [Balance of organic matter in peat soils and methods of its study]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1984. 176 p. (In Russian).
2. Skoropanov S.G., Bambalov N.N., Tivo P.F. *Evolutsiya torfyanykh pochv* [Evolution of peat soils]. *Okhrana sel'skokhozyaystvennykh ugodiy i okruzhayushchey sredy* [Protection of agricultural land and the environment]. Minsk, 1984, pp. 193–210. (In Russian).
3. Skoropanov S.G., Gusakov V.G. (ed.) *Izbrannye trudy* [Select works]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2010. 468 p. (In Russian).
4. Smeyan N.I., Tsytron G.S., Shibut L.I., Pesetskaya O.V. *Transformatsiya torfyano-bolotnykh pochv yugo-zapadnoy chasti Respubliki Belarus' pod vliyaniem osusheniya i dlitel'nogo sel'skokhozyaystvennogo ispol'zovaniya (na primere Brestskoy oblasti)* [Transformation of peat-bog soils of the south-west part of Belarus under the influence of drainage and long-term agricultural use (illustrated by Brest region)]. *Vesti Akademii agrarnykh nauk Respubliki Belarus'* [Proceedings of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Belarus], 2003, no. 3, pp. 54–57. (In Russian).
5. Zhilko V.V., Tsybul'ka N.N., Chernysh A.F. *Pochvozaschitnye sevooboroty na deflyatsionno-opasnykh zemlyakh Belorusskogo Poles'ya* [Soil protective crop rotations on deflation-dangerous lands of the Belarusian Polesie]. *Ekologo-ekonomicheskie printsipy effektivnogo ispol'zovaniya meliorirovannykh zemel': materialy konferentsii* [Ecological and economic principles of the efficient use of reclaimed land: conference materials]. Minsk, 2000, pp. 202–203. (In Russian).
6. Meerovskiy A.S., Belkovskiy V.I. *Sovremennoe sostoyanie i strategiya sokhraneniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya torfyanykh pochv Belarusi* [Current state and strategy of conservation and rational use of peat soils in Belarus]. *Mezhdunarodnyy agrarnyy zhurnal* [International Agricultural Journal], 2001, no. 10, pp. 12–15. (In Russian).
7. Meerovskiy A.S., Tribis V.P. *Problemy ispol'zovaniya i sokhraneniya torfyanykh pochv* [Problems of the use and preservation of peat soils]. *Novosti nauki i tekhnologii* [News of Science and Technology], 2012, no. 4, pp. 3–9. (In Russian).
8. Chernysh A.F., Chizhikov Yu.A. *Deflyatsiya pochv v Belarusi* [Deflation of soils in Belarus]. *Prirodnye resursy* [Natural Resources], 2005, no. 3, pp. 38–50. (In Russian).
9. Chernysh A.F., Yukhnovets A.V., Zhilko V.V., Ustinova A.M., Dubovik A.E. *Vliyanie pochvozaschitnykh obrabotok na deflyatsiyu torfyano-bolotnykh pochv i produktivnost'* [Influence of soil protective treatments on deflation of peat bog soils and productivity]. *Povyshenie effektivnosti melioratsii sel'skokhozyaystvennykh zemel': doklady Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Minsk, 20–22 sentyabrya 2005 g.* [Increase of the efficiency of agricultural land reclamation: reports of the International Scientific and Practical Conference, Minsk, 20–22 September 2005]. Minsk, 2005, pp. 432–434.
10. Semenenko N.N., Avramenko N.M. *Vliyanie sposobov dlitel'nogo ispol'zovaniya na evolyutsiyu svoystv malomoshchnoy torfyanoy pochvy* [Influence of the ways of long-term use on the evolution of properties of low power peat soil]. *Vosproizvodstvo plodorodiya pochv i ikh okhrana v usloviyakh sovremennogo zemledeliya: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii i V s'ezda pochvedov i agrokhimikov (Minsk, 22–26 iyunya, 2015 g.)* [Reproduction of soil fertility and its protection in the conditions of modern agriculture: proceedings of the International scientific-practical conference and V congress of soil scientists and agrochemists (Minsk, June 22–26, 2015)]. Minsk, 2015, vol. 1, pp. 242–246.
11. Semenenko N.N., Krot P.P. *Produktivnost' antropogenno-preobrazovannykh torfyanykh pochv Poles'ya v zavisimosti ot predshestvennika osnovnykh kul'tur i tipov sevooborotov* [Productivity of anthropogenically transformed peat soils of Polesie, depending on main crops precursor and types of crop rotations]. *Zemlyarobstva i akhova raslin* [Agriculture and Plant Protection], 2012, no. 6, pp. 19–25.
12. Semenenko N.N., Karankevich E.V. *Resursosberegayushchaya pochvozaschitnaya tekhnologiya vozdelvaniya kukuruzy na zelenuyu massu na degradirovannykh pochvakh Poles'ya* [Power saving soil protective technology of maize growing for green mass on light peat soils of Polesie]. *Zemledelie i zashchita rasteniy* [Agriculture and Plant Protection], 2015, no. 5 (102), pp. 12–16.

Информация об авторе

Семененко Николай Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник. Институт мелиорации (ул. М. Богдановича, 153, корп. 2, 220040 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: nn-semenenko@mail.ru

Information about the author

Semenenko Nikolai N. – D. Sc. (Agricultural), Professor, the Institute for Land Reclamation (153 M. Bogdanovich Str., Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nn-semenenko@mail.ru

Для цитирования

Семененко, Н. Н. Инновационная система земледелия в звене севооборота на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья / Н. Н. Семененко // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2017. – № 1. – С. 58–69.

For citation

Semenenko N. N. Innovative farming system on anthropogenically transformed soils of Polesseye. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series*, 2017, no 1, pp. 58–69.

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА**ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY MEDICINE**

УДК 636.4.082.12

Поступила в редакцию 29.08.2016

Received 29.08.2016

И. С. Коско¹, И. П. Шейко¹, О. А. Епишко², А. С. Чернов²¹*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству,
Жодино, Республика Беларусь*²*Гродненский государственный аграрный университет, Гродно, Республика Беларусь***ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА *RYR1*, АСОЦИАЦИЯ И ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА *ESR*
С РЕПРОДУКТИВНЫМИ КАЧЕСТВАМИ ГИБРИДНЫХ СВИНЕЙ**

Многоплодие является одним из основных показателей рентабельности свиноводства. Так, содержание матки окупается стоимостью 4–5 откормочных свиней, и только с 6-го поросятка матка начинает приносить доход. Как известно, размер гнезда свиноматки характеризуется низким коэффициентом наследуемости, величина которого колеблется в пределах 0,001–0,360. Отрицательное влияние на многоплодие оказывает интенсивная селекция на мясность. Кроме того, за последние десятилетия показатель многоплодия в странах с развитым свиноводством практически не изменился. В связи с этим актуальными и значимыми являются исследования проблемы повышения показателей репродуктивных признаков свиноматок, проводимые с использованием передовых молекулярно-генетических методов. В статье приведены результаты исследования полиморфизма генов *RYR1* и *ESR* на поголовье свиноматок сочетаний (БКБ×БМ)×Д, (БКБ×БМ)×(Д×П), (БКБ×Й)×(Д×П), (Л×Й)×(Д×П), а также ассоциации полиморфных вариантов гена *ESR* с репродуктивными признаками животных. Установлено, что все протестированные животные устойчивы к стрессу (имеют генотип *ESR^{AA}*). Концентрация предпочтительного для селекции аллеля *ESR^B* в изученных группах свиноматок изменялась в пределах 0,25–0,45. Выявлено достоверное превосходство свиноматок генотипа *ESR^{BB}* над животными альтернативных генотипов по показателям массы гнезда при отъеме и сохранности. Полученные результаты могут использоваться для внедрения в селекционную практику маркерных генов, это позволит оценивать частоту встречаемости желательных и нежелательных аллелей и проводить в дальнейшем целенаправленный отбор, что будет способствовать повышению устойчивости животных к стрессу и увеличению их продуктивности.

Ключевые слова: репродуктивные качества, стресс, гены, ДНК-маркеры, свиньи, *RYR1*, *ESR*, полиморфизм.

I. S. Kosko¹, I. P. Sheyko¹, O. A. Epishko², A. S. Chernov²¹*The Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry, Zhodino,
Republic of Belarus*²*Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus***POLYMORPHISM OF *RYR1* GENE, ASSOCIATIONS AND POLYMORPHISM OF *ESR* GENE
WITH REPRODUCTIVE TRAITS OF HYBRID PIGS**

Polymorphism of *RYR1* gene was studied – ryanodine receptor gene (eng. Ryanodine Receptor 1), which mutation leads to the development of swine stress syndrome, and *ESR* gene – estrogen receptor gene (eng. Estrogen Receptor), having effect on reproductive traits, in population of hybrid sows of Belarusian Large White×Belarusian Meat (BLW×BM), Belarusian Large White×Yorkshire (BLW×Y) and Landrace×Yorkshire (L×Y) when crossed with boars of Duroc (D) breed and hybrid boars of Duroc×Pietrain (D×P) of German selection. All the tested groups of pigs are monomorphic by *RYR1* gene, which indicates absence of species susceptible to malignant hyperthermia in the studied population. By *ESR* gene, for animals of (BLW×BM)×D and (L×Y)×(D×P) two genotypes were determined: *ESR^{AA}* and *ESR^{AB}*; and correlation of (BLW×BM)×(D×P) and (BLW×Y)×(D×P) showed all the three genotypes. Also the effect of *ESR* gene polymorphism on the number of reproductive traits of sows was studied. Positive effect of *ESR^B* allele was determined with animals of correlations (BLW×BM)×(D×P) and (BLW×Y)×(D×P) on such traits as multiple pregnancy, milkiness, litter weight and piglets weight at weaning in 35 days. However, in the groups of animals not having species of *ESR^{BB}* genotype, this trend is

not traced clearly. The obtained results can be used for implementation in practical breeding by marker genes that will allow to evaluate the frequency of occurrence of desirable and undesirable alleles and conduct further purposeful selection, which will enhance the resistance of animals to stress and increase their performance.

Keywords: reproductive traits, pigs, stress, genes, DNA-markers, *RYRI*, *ESR*, polymorphism

Для многих стран мира обеспечение продовольственной безопасности, наращивание экспортного потенциала, сокращение импорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия является актуальной задачей. При этом важнейшим ресурсом в обеспечении экономической эффективности сельскохозяйственной отрасли животноводства является повышение продуктивных качеств пород животных, в том числе свиней, и рациональное использование их генетического потенциала [1].

Традиционные методы селекции позволяют повысить продуктивные качества животных лишь на 5 % за десяток лет, при этом не всегда увеличение количественных показателей продуктивности сочетается с улучшением качественных характеристик получаемой продукции и не принимаются во внимание факторы адаптационной способности животных [1, 2]. В связи с чем особое значение приобретает внедрение в практическую селекцию достижений молекулярной генетики, позволяющих проводить оценку животных на генетическом уровне, т. е. изучать детерминанты формирования продуктивности, используя ДНК-маркеры в генетическом мониторинге и управлении селекционным процессом [3].

Генетические маркеры – это полиморфные участки ДНК с известной позицией на хромосоме, которые должны быть легко идентифицируемы и связаны с конкретным локусом. Поиск и последующее использование в селекции ДНК-маркеров, детерминирующих не только качественные и количественные показатели продуктивности, но и ассоциированных с наследственными и инфекционными заболеваниями, является на сегодняшний день актуальной задачей.

В геномной оценке перспективным является использование SNP (Single Nucleotide Polymorphism, или однонуклеотидный полиморфизм, точечные замены нуклеотидов). Для увеличения количества SNP-маркеров ряд зарубежных компаний объединяют свои усилия, создавая единую базу данных, чтобы иметь возможность, протестировав большое количество животных, проверенных по продуктивности на полиморфизм, выявить наличие связей между известными точечными мутациями и продуктивностью [4, 5].

Селекция по генотипу не учитывает влияние модификационной изменчивости на проявление признаков продуктивности, делает возможным оценку животных в раннем возрасте независимо от пола, что в конечном итоге повышает эффективность селекционной работы. Результаты маркерной селекции также позволяют оценить частоту встречаемости желательных аллелей для породы или линии и проводить в дальнейшем целенаправленный отбор, что будет способствовать повышению продуктивности и устойчивости к заболеваниям улучшаемых пород животных [6–8].

Генетический маркер устойчивости свиней к стрессу был обнаружен в 1991 г., когда J. Fuji et al. [9] установили, что транзигция С → Т 1843 нуклеотида в гене рианадинового рецептора (*RYRI*) приводит к развитию синдрома стресса свиней PSS (Porsine Stress Syndrome), проявляющийся смертностью животных, биохимическими изменениями в скелетной мускулатуре свиней после убоя (в виде патологически бледной, водянистой, мягкой свинины – PSE или, наоборот, темной, сухой, жесткой свинины – DFD) и чувствительностью к индуцируемой стрессом злокачественной гипертермии MHS (Malignant Hypertermia Syndrome) [10].

Рианодин-рецепторный белок регулирует концентрацию ионов кальция в мышечной клетке. Измененный белок не может блокировать поступление ионов кальция в саркоплазму мышечной клетки [11]. Поэтому при MHS ионы кальция непрерывно стимулируют процесс сокращения мышц и вызывают их ригидность, что является причиной возникновения гиперметаболизма и возникновения избыточного количества тепла в организме животного. Ускоренный метаболизм и анаэробный гликолиз в скелетных мышцах приводят к образованию избыточного количества молочной кислоты, с утилизацией которой организму животного трудно справиться. Высокая концентрация молочной кислоты и высокая температура тела является причиной денатурации белка мышц, что лежит в основе процессов, приводящих к симптомам PSE и DFD свинины и смерти животных, чувствительных к стрессу [12, 13].

С помощью метода ПЦР-ПДРФ можно выявить два аллеля гена *RYRI* – мутантный аллель *RYRIⁿ* и нормальный аллель *RYRI^N*. Таким образом, животные, имеющие генотип *RYRI^{NN}*, будут

устойчивы к стрессу, генотип $RYRI^{nn}$ – стрессочувствительны и с генотипом $RYRI^{Nn}$ – носители гена стрессочувствительности [1, 9].

Исследования мутации по гену $RYRI$ указывают на снижение репродуктивных качеств животных, имеющих в генотипе рецессивный аллель $RYRI^n$. У чувствительных к стрессу животных наблюдается снижение жизнеспособности, скорости и энергии роста, увеличение затрат корма, ухудшение качества мяса, но в то же время они отличаются более высоким содержанием мяса в туше по сравнению с гомозиготами $RYRI^{NN}$ [1, 14].

Поэтому типирование животных по гену $RYRI$ особенно важно в условиях интенсивной селекции на мясность и растущей популярности пород пьетрен и ландрас, используемых для улучшения мясных качеств отечественных пород и получения товарных гибридов, применение которых наряду с положительным эффектом увеличения мясности туш приводит к снижению многоплодия маток и ухудшению качества мяса [1, 8].

Некоторые ученые рекомендуют скрещивать гомозиготных самок $RYRI^{NN}$ с хряками-производителями, имеющими мутацию в гене $RYRI^n$. Гетерозиготное потомство $RYRI^{Nn}$ предположительно будет иметь повышенную мясность туш и у них будет реже, чем у рецессивных гомозигот $RYRI^{nn}$, встречаться порок PSE [15–17].

Установлено, что частота рецессивного аллеля $RYRI^n$ выше у свиней мясных пород, поэтому широкое использование животных пород ландрас и пьетрен для улучшения качественных характеристик отечественных мясных пород привело к увеличению частоты аллеля $RYRI^n$ у гибридного молодняка, что может негативно сказываться на качестве мясной продукции. Для снижения последствий, связанных с повышенной стрессочувствительностью свиней, необходимо проводить генетический контроль наличия и распространения данной мутации [14, 18].

Помимо устойчивости к заболеваниям в селекции свиней большое внимание уделяют репродуктивным качествам свиноматок. Использование генетических маркеров продуктивности позволит усовершенствовать генетический потенциал пород свиней и повысить эффективность селекционной работы. Наиболее тесная ассоциация с репродуктивными признаками была установлена для гена эстрогенового рецептора (ESR). Этот ген кодирует альфа-рецептор гормонов эстрогенов, которые участвуют в регуляции активности репродуктивной системы самок [1, 19–21].

Для гена ESR известны аллельные варианты, связанные с однонуклеотидным полиморфизмом в районе 3-го экзона по сайту узнавания для рестриктазы PvuII. Таким образом различают два аллеля – ESR^B , имеющий три сайта для PvuII, и ESR^A , имеющий два сайта для PvuII [20, 22].

В ряде работ для разных пород и линий свиней было показано положительное влияние генотипа ESR^{BB} на размер и массу гнезда при рождении, а также сохранность молодняка [6, 23, 24]. Однако имеются сообщения о том, что свиньи с генотипом ESR^{AA} превосходят аналогов с генотипами ESR^{AB} и ESR^{BB} по размеру и массе гнезда при рождении [25–28]. В то же время исследования, проведенные на гибридных животных сочетания мейшан $\times$ ландрас, показали превосходство животных с гетерозиготным генотипом ESR^{AB} по общему количеству рожденных и живорожденных поросят по сравнению с животными с гомозиготными генотипами [29].

C. Drogemuller et al. [30] установили, что немецкие популяции пород ландрас и дюрок являются мономорфными по гену ESR . В исследуемых группах не было обнаружено аллеля ESR^B .

В то же время у свиней породы ландрас, разводимых в Бразилии, были выявлены три генотипа ESR^{AA} , ESR^{AB} и ESR^{BB} , однако существенных различий по размеру гнезда между животными этих генотипов установлено не было. Мономорфными по данному гену оказались бразильские свиньи породы пьетрен [26].

Таким образом, породы свиней, отдельные типы, линии и даже популяции могут различаться силой связи определенного генотипа гена ESR с репродуктивными качествами, следовательно, ген ESR может использоваться в качестве маркера только после анализа конкретных пород и популяций животных.

Цель работы – определение полиморфизма генов $RYRI$ и ESR и ассоциации полиморфизма гена ESR с репродуктивными качествами помесных свиноматок, скрещенных с гибридными хряками.

Объекты и методы исследования. Опыты проводили в ОАО «Агрокомбинат «Скидельский» филиал «Желудокский агрокомплекс» Щучинского района Гродненской области в 2013–2015 гг. Для проведения исследований были сформированы четыре группы свиноматок, по 15 гол. в каждой: в I группу вошли помесные свиноматки генотипа (БКБ $\times$ БМ) $\times$ Д немецкой селекции (кон-

трольная группа); II группу – (БКБ×БМ)×(Д×П), III группу – (БКБ×Й)×(Д×П), IV группу – (Л×Й)×(Д×П) немецкой селекции (опытные группы).

ДНК-типирование проводили в научно-исследовательской лаборатории ДНК-технологии Гродненского государственного аграрного университета. ДНК экстрагировали из выщипа ткани ушной раковины животных перхлоратным методом. Типирование животных по локусам генов *RYR1* и *ESR* проводили методом ПЦР-ПДРФ. Реакцию ПЦР проводили в амплификаторе GeneAmp® PCR System 2700 (Applied Biosystems, США) с использованием специфичных пар праймеров следующих последовательностей:

RYR1 F: GTGCTGGATGTCCTGTGTTCCT

RYR1 R: CTGGTGACATAGTTGATGAGGTTTG

ESR F: CCTGTTTTTACAGTGAAGTTTACAGAG

ESR R: CACTTCGAGGGTCAGTCCAATTAG

Полученные ампликоны участков генов *RYR1* и *ESR* расщепляли рестриктазами – *Hin6I* и *PvuII* соответственно. Размеры рестрикционных фрагментов оценивали электрофоретическим методом в 2–4%-ном агарозном геле с окрашиванием бромистым этидием и визуализацией в проходящем ультрафиолетовом свете.

Материалы исследований обработаны статистически по стандартным методикам (по П. Ф. Рокитскому (1973) и Е. К. Меркурьевой (1970)) на персональном компьютере с использованием пакета программ Microsoft Office Excel. Достоверность разницы определяли по критерию Стьюдента при трех уровнях значимости: * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

Результаты и их обсуждение. В ходе проведенных экспериментов установлено, что все особи в исследуемых группах имеют генотип *RYR1^{NN}* (табл. 1). Отсутствие носителей стрессочувствительного генотипа *RYR1ⁿⁿ* свидетельствует о том, что все исследуемые животные обладают высокой резистентностью к стрессу и они не будут подвержены злокачественной гипертермии.

Т а б л и ц а 1. Генетическая структура гибридных свиней по генам *RYR1* и *ESR*

Table 1. Genetic structure of hybrid pigs by *RYR1* and *ESR* genes

Породное сочетание	Частота встречаемости генотипов по гену, %						Частота встречаемости аллелей гена <i>ESR</i>	
	<i>RYR1</i>			<i>ESR</i>				
	<i>NN</i>	<i>Nn</i>	<i>nn</i>	<i>AA</i>	<i>AB</i>	<i>BB</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
(БКБ×БМ)×Д	100	—	—	33	67	—	0,67	0,33
(БКБ×БМ)×(Д×П)	100	—	—	50	40	10	0,70	0,30
(БКБ×Й)×(Д×П)	100	—	—	30	50	20	0,55	0,45
(Л×Й)×(Д×П)	100	—	—	50	50	—	0,75	0,25

Все изучаемые группы свиней характеризовались полиморфизмом гена *ESR*: присутствуют как аллель *ESR^A*, так и аллель *ESR^B*. При этом у животных сочетаний (БКБ×БМ)×Д и (Л×Й)×(Д×П) отсутствует генотип *ESR^{BB}*. Среди животных I группы преобладают гетерозиготы *ESR^{AB}* – 67 % от общего числа, а гомозиготный генотип *ESR^{AA}* встречается с частотой 33 %. Частоты встречаемости аллелей *ESR^A* и *ESR^B* в исследуемой группе животных составили 0,67 и 0,33 соответственно. Концентрации генотипов *ESR^{AA}* и *ESR^{AB}* у свиней (Л×Й)×(Д×П) составили по 50 %. В данной популяции аллель *ESR^A* встречался с частотой 0,75, аллель *ESR^B* – 0,25.

У животных сочетаний (БКБ×БМ)×(Д×П) и (БКБ×Й)×(Д×П) были выявлены все три генотипа *ESR^{AA}*, *ESR^{AB}* и *ESR^{BB}*. У особей I группы наблюдались следующие частоты встречаемости генотипов и аллелей: *ESR^{AA}* – 50 %, *ESR^{AB}* – 40 % и *ESR^{BB}* – 10 %; *ESR^A* – 0,70 и *ESR^B* – 0,30. У животных сочетания (БКБ×Й)×(Д×П) частота встречаемости гетерозиготного генотипа *ESR^{AB}* находилась на уровне 50 %. Концентрации гомозиготных генотипов *ESR^{AA}* и *ESR^{BB}* составили 30 и 20 % соответственно. Частота встречаемости аллеля *ESR^A* в данном сочетании генотипов составила 0,55, а аллеля *ESR^B* – 0,45.

При изучении ассоциации гена *ESR* с репродуктивными качествами свиноматок сочетания (БКБ×БМ)×Д, среди которых не было выявлено животных с генотипом *ESR^{BB}*, была установлена тенденция положительного влияния генотипа *ESR^{AA}* на ряд признаков (табл. 2).

Несмотря на то что различий между генотипами по многоплодию не выявлено, свиноматки с генотипом ESR^{AA} превосходили аналогов с генотипом ESR^{AB} по массе поросенка при рождении на 0,1 кг, или 6,7 %, по массе гнезда при отъеме в 35 дней – на 1,7 кг, или 1,6 %, по массе поросенка при отъеме в 35 дней – на 0,7 кг, или 6,7 % ($P \leq 0,05$), по сохранности – на 1,2 п. п. и по молочности – на 5,1 кг, или 8,4 %.

В группе животных сочетанием $(Л \times Й) \times (Д \times П)$, в которой также отсутствуют особи с генотипом ESR^{BB} , выявлено положительное влияние генотипа ESR^{AA} на многоплодие, массу гнезда при рождении и при отъеме в 35 дней (табл. 3). Превосходство гомозиготных маток над гетерозиготными сверстниками по данным признакам составило 1,4 кг (11,2 %), 0,2 кг (1,2 %) и 2,1 кг (2,0 %) соответственно. Однако животные ESR^{AB} генотипа достоверно преобладали над особями с генотипом ESR^{AA} по сохранности поросят на 8,3 п. п. ($P \leq 0,001$).

Т а б л и ц а 2. Продуктивность свиноматок сочетания $(БКБ \times БМ) \times Д$ в зависимости от генотипа по гену ESR

Table 2. Performance of $(BLW \times BM) \times D$ sows depending on genotype by ESR gene

Признак	Генотип	
	AA	AB
Многоплодие, гол.	11,0±0,45	11,0±0,37
Масса гнезда при рождении, кг	16,6±0,51	16,8±0,25
Масса поросенка при рождении, кг	1,5±0,03	1,4±0,05
Масса гнезда при отъеме в 35 дней, кг	105,2±0,80	103,5±1,38
Масса поросенка при отъеме в 35 дней, кг	10,5±0,27	9,8±0,21*
Сохранность, %	91,1±2,66	89,9±1,34
Молочность, кг	60,7±2,40	55,6±0,81

* $P \leq 0,05$.

Т а б л и ц а 3. Продуктивность свиноматок сочетания $(Л \times Й) \times (Д \times П)$ в зависимости от генотипа по гену ESR

Table 3. Performance of $(L \times Y) \times (D \times P)$ sows depending on genotype by ESR gene

Признак	Генотип	
	AA	AB
Многоплодие, гол.	12,5±0,50	11,1±0,30*
Масса гнезда при рождении, кг	16,9±0,25	16,7±0,33
Масса поросенка при рождении, кг	1,4±0,07	1,5±0,02
Масса гнезда при отъеме в 35 дней, кг	106,0±1,00	103,9±0,93
Масса поросенка при отъеме в 35 дней, кг	10,1±0,60	10,1±0,24
Сохранность, %	83,9±0,64	92,2±1,13***
Молочность, кг	57,0±3,12	58,5±1,74

У животных сочетанием $(БКБ \times БМ) \times (Д \times П)$ выявлено превосходство животных с генотипом ESR^{BB} над животными с генотипами ESR^{AB} и ESR^{AA} по многим показателям: многоплодию – на 0,5 и 0,8 гол. (4,2 и 6,7 %), массе гнезда при рождении – на 0,6 и 0,5 кг (3,5 и 2,9 %), массе гнезда при отъеме – на 3,6 и 2,4 кг (3,4 и 2,2 %) ($P \leq 0,01$), массе поросят при отъеме – на 0,6 и 0,6 кг (5,6 и 5,6 %) и по молочности – на 4,9 и 0,1 кг (8,1 и 0,2 %) соответственно. Однако по показателю сохранности особи генотипа ESR^{BB} достоверно уступали генотипам ESR^{AA} и ESR^{AB} – на 9,7 п. п. ($P \leq 0,001$) и 6,0 п. п. ($P \leq 0,05$) соответственно (табл. 4).

Данные по группе животных сочетания $(БКБ \times Й) \times (Д \times П)$ свидетельствуют о том, что по многоплодию особи с гетерозиготным генотипом обладают превосходством над гомозиготами ESR^{AA} и ESR^{BB} – на 0,3 гол. (2,5 %) и 1,3 гол. (11,0 %) соответственно.

Для животных ESR^{BB} генотипа была характерна наибольшая масса поросят при отъеме в 35 дней – 10,8 кг, что на 0,6 кг, или 5,6 %, больше по сравнению с животными с генотипом ESR^{AA} , и на 1,1 кг, или 9,9 %, с генотипом ESR^{AB} (табл. 5).

Т а б л и ц а 4. Продуктивность свиноматок сочетания (БКБ×БМ)×(Д×П) в зависимости от генотипа по гену *ESR*Table 4. Performance of (BLW×BM)×(D×P) sows depending on genotype by *ESR* gene

Признак	Генотип		
	АА	АВ	ВВ
Многоплодие, гол.	11,2±0,50	11,5±0,50	12,0±0,40
Масса гнезда при рождении, кг	16,7±0,53	16,6±0,23	17,2±0,44
Масса поросенка при рождении, кг	1,5±0,04	1,5±0,23	1,4±0,16
Масса гнезда при отъеме в 35 дней, кг	104,6±0,40	103,4±0,68	107,0±0,53**
Масса поросенка при отъеме в 35 дней, кг	10,1±0,40	10,1±0,19	10,7±0,23
Сохранность, %	93±1,78	89,3±1,57*	83,3±1,47***
Молочность, кг	60,1±2,50	55,3±0,87	60,2±1,18

Т а б л и ц а 5. Продуктивность свиноматок сочетания (БКБ×Й)×(Д×П) в зависимости от генотипа по гену *ESR*Table 5. Performance of (BLW×Y)×(D×P) sows depending on genotype by *ESR* gene

Признак	Генотип		
	АА	АВ	ВВ
Многоплодие, гол.	11,5±0,30	11,8±0,60	10,5±0,50
Масса гнезда при рождении, кг	17,2±0,45	16,5±0,41	15,9±0,20
Масса поросенка при рождении, кг	1,5±0,03	1,4±0,06	1,5±0,054
Масса гнезда при отъеме в 35 дней, кг	84,0±1,20	104,5±1,67***	102,6±0,35***
Масса поросенка при отъеме в 35 дней, кг	10,2±0,20	9,7±0,3	10,8±0,60
Сохранность, %	89,2±1,96	91,9±3,14	90,4±0,45
Молочность, кг	57,3±1,18	57,8±2,70	60,8±5,98

По массе гнезда при рождении лучшие показатели были у свиноматок с генотипом *ESR*^{AA} – на 0,7 и 1,3 кг, или 4,1 и 7,6 %, выше, чем у маток генотипов *ESR*^{AB} и *ESR*^{BB} соответственно. Однако животные генотипа *ESR*^{AA} уступают своим сверстникам с генотипами *ESR*^{AB} и *ESR*^{BB} по массе гнезда при отъеме – на 20,5 и 18,6 кг, или 19,6 и 18,1 % ($P \leq 0,001$), сохранности – на 2,7 и 1,2 п.п. и молочности – на 0,5 и 3,5 кг, или 0,9 и 5,8 %, соответственно.

Выводы

1. Все исследуемые популяции животных являются мономорфными по гену *RYR1*. Отсутствие особей с генотипами *RYR1*^{Nn} и *RYR1*ⁿⁿ свидетельствует об устойчивости подопытных свиней к стрессу.

2. В изучаемых группах обнаружен полиморфизм гена *ESR*. В двух исследуемых группах были обнаружены два генотипа – *ESR*^{AA} и *ESR*^{AB}. У животных сочетания (БКБ×БМ)×Д генотип *ESR*^{AB} встречался с частотой 67 %, а *ESR*^{AA} – 33 %. У свиней сочетания (Л×Й)×(Д×П) на генотипы *ESR*^{AA} и *ESR*^{AB} приходилось по 50 %. Животные сочетаний (БКБ×БМ)×(Д×П) и (БКБ×Й)×(Д×П) характеризовались наличием всех трех генотипов со следующими частотами встречаемости: *ESR*^{AA} – 50 и 30 %, *ESR*^{AB} – 40 и 50 %, *ESR*^{BB} – 10 и 20 % соответственно.

3. У животных сочетаний (БКБ×БМ)×(Д×П) и (БКБ×Й)×(Д×П) наблюдается положительное влияние аллеля *ESR*^B на ряд признаков: многоплодие, масса гнезда и масса поросят при отъеме в 35 дней, молочность. Однако в группах животных генотипов (БКБ×БМ)×Д и (Л×Й)×(Д×П) четко данная тенденция не прослеживается.

4. Полученные результаты могут использоваться при внедрении в селекционную практику маркерных генов, что позволит оценивать частоту встречаемости желательных и нежелательных аллелей и в дальнейшем проводить направленный отбор животных предпочтительными генотипами.

Список использованных источников

1. Достижения и перспективы использования ДНК-технологий в свиноводстве / Т. И. Епишко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – 254 с.
2. Максимов, Г. В. Мясная продуктивность свиней разных генотипов по аллелям *RYR1*, *ESR*, *H-FABP* / Г. В. Максимов, А. Г. Максимов, Н. В. Ленкова // Свиноводство. – 2014. – № 3. – С. 12–14.

3. Гетманцева, Л. В. Молекулярно-генетические аспекты селекции животных / Л. В. Гетманцева // Молодой ученый. – 2010. – № 12, ч. 2. – С. 199–201.
4. Гладырь, Е. А. Молекулярно-генетические маркеры в животноводстве / Е. А. Гладырь, Н. А. Зиновьева // Биотехнология сельскохозяйственных животных : материалы симп., 16–18 окт. 2001 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т генетики и разведения с.-х. животных ; под ред. А. Ф. Яковлева. – СПб., 2002. – С. 52–56.
5. Зиновьева, Н. А. Перспективы использования молекулярной генной диагностики сельскохозяйственных животных / Н. А. Зиновьева // ДНК-технологии в клеточной инженерии и маркирование признаков сельскохозяйственных животных : междунар. конф., 12 нояб. 2001 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т животноводства, Всерос. науч.-исслед. ин-т с.-х. биотехнологии. – Дубровицы, 2001. – С. 44–49.
6. Использование полиморфизма генов RYR1, ESR и H-FABP в селекции свиней / В. В. Семенов [и др.] // Вестн. Рос. акад. с.-х. наук. – 2013. – № 2. – С. 65–67.
7. Плужникова, О. В. Полиморфизм генов RYR-1, ESR, H-FABP и его использование в селекции свиней / О. В. Плужникова, Н. Г. Марутянц, Е. И. Сердюков // Сб. науч. тр. Ставроп. науч.-исслед. ин-та животноводства и корموпроизводства. – 2012. – Т. 3, № 1, ч. 1. – С. 149–152.
8. Рыжова, Н. В. Полиморфизм гена RYR1 в популяциях свиней мясных пород : дис. ... канд. биол. наук : 06.02.01 / Н. В. Рыжова. – пос. Лес. поляны, Моск. обл., 2001. – 125 л.
9. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia / J. Fuji [et al.] // Science. – 1991. – Vol. 253, N 5018. – P. 448–451.
10. Проблемы дискордантности и косегрегации экспрессии галотан-чувствительности свиней с мутацией 1843 C-T в локусе RYR1 рецептора рианодина / С. П. Князев [и др.] // Генетика. – 1998. – Т. 34, № 12. – С. 1648–1654.
11. Marker assisted selection (MAS) to improve the reproduction of pig / G. Horogh [et al.] // Allattenyesztes es Takarmanyozas. – 2005. – Vol. 54, N3. – P. 277–284.
12. Topel, D. Porcine stress syndrome / D. Topel, C. Laurenl, R. A. Ball // Diseases in Swine. – 1975. – N4. – P. 970–977.
13. Gronert, G. A. Aetiology of malignant hyperthermia / G. A. Gronert, J. Mott, J. Lee // The Brit. J. of Anaesthesia. – 1988. – Vol. 60, N3. – P. 253–267.
14. Ассоциация полиморфизма гена RYR1 с показателями продуктивных качеств свиней пород, разводимых в Беларуси / В. К. Пестис [и др.] // Молодой ученый. – 2015. – № 5 (85), спецвып. 2. – С. 33–37.
15. Lahucky, R. Kvalita masa osdipanych s vyskytom a bez vyskytu mutacie v gene pre ryanodinovy receptor (RYR1) / R. Lahucky, P. Kraska // Vedec. Prace Vysk. Ustavu Zivocisnej Vyroby v Nitre. – 2001. – Vol. 34. – P. 223–228.
16. Wartosc rzezna i jakosc miesa tucznikow heterozygotycznych HALN HALn linii pbz-23 i mieszancow F1 [pbz-23 × pietrain] / E. Krzeczio [et al.] // Prace i Materiały Zootechniczne. Zeszyt Spec. – 1998. – N8. – S. 45–50.
17. Zhang, W. Halotane gene and swine performance / W. Zhang, D. Kuhlers, W. Rempel // J. of Animal Science. – 1992. – Vol. 70, N5. – P. 1307–1313.
18. ДНК-технологии в селекции свиней / Г. М. Гончаренко [и др.] // Современные проблемы интенсификации производства свинины в странах СНГ : сб. науч. тр. XVII Междунар. науч.-практ. конф. по свиноводству, Ульяновск, 7–10 июля 2010 г. / М-во сел. хоз-ва РФ [и др.] ; ред.: А. В. Дозоров [и др.]. – Ульяновск, 2010. – Т. 2 : Разведение, селекция, генетика и воспроизводство свиней. – С. 98–105.
19. Полиморфизм локуса рецептора эстрогена в популяциях свиней разных генотипов и его ассоциация с репродуктивными признаками свиноматок / В. Н. Балацкий [и др.] // Современные проблемы интенсификации производства свинины в странах СНГ : сб. науч. тр. XVII Междунар. науч.-практ. конф. по свиноводству, Ульяновск, 7–10 июля 2010 г. / М-во сел. хоз-ва РФ [и др.] ; ред.: А. В. Дозоров [и др.]. – Ульяновск, 2010. – Т. 2 : Разведение, селекция, генетика и воспроизводство свиней. – С. 42–47.
20. Карманов, Д. А. Селекция свиней отечественных и зарубежных генотипов для эффективного производства мясной продукции : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.07 / Д. А. Карманов. – Краснодар, 2012. – 145 л.
21. ДНК-технологии в животноводстве / Н. В. Михайлов [и др.] // Актуальные проблемы развития биотехнологий : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 23–24 мая 2013 г. / Урал. гос. аграр. ун-т ; науч. ред.: И. М. Донник, Б. А. Воронин. – Екатеринбург, 2013. – С. 147–148.
22. PvuII polymorphisms at the porcine estrogen receptor locus (ESR) / M. F. Rothschild [et al.] // Animal Genetics. – 1991. – Vol. 22, N5. – P. 448.
23. The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in pigs / M. Rothschild [et al.] // Proc. of the Nat. Acad. of Sciences of the USA. – 1996. – Vol. 93, N1. – P. 201–205.
24. Использование ДНК-диагностики в селекции свиней / С. И. Кононенко [и др.] // Сб. науч. тр. Сев.-Кавк. науч.-исслед. ин-та животноводства. – 2012. – Т. 1, № 1. – С. 138–142.
25. Goliášová, E. Impact of the ESR gene on litter size and production traits in Czech Large White pigs / E. Goliášová, J. Wolf // Animal Genetics. – 2004. – Vol. 35, N4. – P. 293–297.
26. Association of the estrogen receptor gene Pvu II restriction polymorphism with expected progeny differences for reproductive and performance traits in swine herds in Brazil / B. Santana [et al.] // Genetics a. Molecular Biology. – 2006. – Vol. 29, N2. – P. 273–277.
27. Van der Lender, T. New developments in genetic selection for litter size and piglet survival / T. Van der Lender, E. F. Knol, B. Van Rens // Thai J. of Veterinary Medicine. – 2002. – N 32. – P. 33–46.
28. Examination of the relationship between the estrogen receptor gene and reproductive traits in swine / B. J. Isler [et al.] // J. of Animal Science. – 2002. – Vol. 80, N9. – P. 2334–2339.
29. Van Rens, B. T. T. M. Periovulatory hormone profiles and components of litter size in gilts with different estrogen receptor (ESR) genotypes / B. T. T. M. Van Rens, W. Hazeleger, T. Van der Lende // Theriogenology. – 2000. – Vol. 53, N6. – P. 1375–1387.
30. Drogemuller, C. Candidate gene markers for litter size in different German pig lines / C. Drogemuller, H. Hamann, O. Distl // J. of Animal Science. – 2001. – Vol. 79, N10. – P. 2565–2570.

References

1. Epishko T.I., Doylidov V.A., Kaspirovich D.A., Epishko O.A., Yatusevich V.P., Tanana L.A., Zaytseva N.B. *Dostizheniya i perspektivy ispol'zovaniya DNK-tehnologiy v svinovodstve* [Achievements and prospects for the use of DNA technology in pig breeding]. Vitebsk, Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, 2012. 254 p. (In Russian).
2. Maksimov G.V., Maksimov A.G., Lenkova N.V. *Myasnaya produktivnost' sviney raznykh genotipov po allelyam RYR1, ESR, H-FABP* [Meat production performance of pigs of different genotypes in respect of allele RYR1, ESR, H-FABP]. *Svinovodstvo* [Pig breeding], 2014, no. 3, pp. 12–14. (In Russian).
3. Getmantseva L.V. *Molekulyarno-geneticheskie aspekty seleksii zhivotnykh* [Molecular and genetic aspects of animal breeding]. *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2010, no. 12, pt. 2, pp. 199–201. (In Russian).
4. Gladyr' E.A., Zinov'eva N.A. *Molekulyarno-geneticheskie markery v zhivotnovodstve* [Molecular and genetic markers in animal husbandry]. *Biotehnologiya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh: materialy simpoziuma, 16–18 oktyabrya 2001 g.* [Biotechnology of farm animals: proceedings of the symposium, 16–18 October 2001]. St. Petersburg, 2002, pp. 52–56. (In Russian).
5. Zinov'eva N.A. *Perspektivy ispol'zovaniya molekulyarnoy gennoy diagnostiki sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh* [Prospects of the use of molecular genetic diagnosis of farm animals]. *DNK-tehnologii v kletochnoy inzhenerii i markirovaniye priznakov sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh: mezhdunarodnaya konferentsiya, 12 noyabrya 2001 g.* [DNA technology in cell engineering and marking of farm animals traits: international conference, November 12, 2001]. Dubrovitsy, 2001, pp. 44–49. (In Russian).
6. Semenov V.V., Chizhova L.N., Pluzhnikova O.V., Marutyants N.G., Lozovoy V.I., Serdyukov E.I. *Isol'zovanie polimorfizma genov RYR1, ESR i H-FABP v seleksii sviney* [Using the polymorphism of genes RYR1, ESR and H-FABP in pig breeding]. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Herald of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2013, no. 2, pp. 65–67. (In Russian).
7. Pluzhnikova O.V., Marutyants N.G., Serdyukov E.I. *Polimorfizm genov RYR-1, ESR, H-FABP i ego ispol'zovanie v seleksii sviney* [Polymorphism of genes RYR-1, ESR, H-FABP and its use in pig breeding]. *Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva* [Collection of scientific works of Stavropol Research Institute of Livestock and Fodder Production], 2012, vol. 3, no. 1, pt. 1, pp. 149–152.
8. Ryzhova N.V. *Polimorfizm gena RYR1 v populyatsiyakh sviney myasnykh porod.* Diss. kand. biol. nauk [RYR1 gene polymorphism in populations of meat pigs. Dr. of biol. sci. diss.]. Moscow region, 2001. 125 p.
9. Fujii J., Otsu K., Zorzato F., De Leon S., Khanna V.K., Weiler J.E., O'Brien P.J., MacLennan D.H. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science*, 1991, vol. 253, no. 5018, pp. 448–451. doi: 10.1126/science.1862346.
10. Knyazev S.P., Zhuchayev K.E., Gart V.V., Khardge T. *Problemy diskordantnosti i kosegregatsii ekspressii galotan-chuvstvitel'nosti sviney s mutatsiyey 1843 S-T v lokuse RYR1 retseptora rianodina* [Problems of discordance and cosegregation of swine halothane susceptibility and 1843 C-T mutation of their RYR1 locus responsible for ryanodine receptor]. [Genetics], 1998, vol. 34, no. 12, pp. 1648–1654.
11. Horogh G., Zsolnai A., Komlósi I., Fésüs L. Marker assisted selection (MAS) to improve the reproduction of pig. *Allattenyesztes es Takarmanyozas*, 2005, vol. 54, no. 3, pp. 277–284.
12. Topel D., Lauren C., Ball R.A. Porcine stress syndrome. *Diseases in Swine*, 1975, no. 4, pp. 970–977.
13. Gronert G.A., Mott J., Lee J. Aetiology of malignant hyperthermia. *The British Journal of Anaesthesia*, 1988, vol. 60, no. 3, pp. 253–267. doi: 10.1093/bja/60.3.253.
14. Pestis V.K., Epishko O.A., Tanana L.A., Sheyko R.I. *Assotsiatsiya polimorfizma gena RYR1 s pokazatelyami produktivnykh kachestv sviney porod, razvodimyykh v Belarusi* [Association of polymorphism of RYR1 gene with indicators of performance traits of pigs to be bred in Belarus]. *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2015, no. 5 (85), suppl. 2, pp. 33–37.
15. Lahucky R., Krska P. Kvalita masa osdipanych s vyskytom a bez vyskytu mutacie v gene pre ryanodinovy receptor (RYR1). *Vedecke Prace Vyskumny Ustav Zivocisnej Vyroby v Nitre*, 2001, vol. 34, pp. 223–228.
16. Krzeczio E., Kocwin-Podsiadla M., Przybylski W., Kuryl J. Wartosc rzezna i jakosc miesa tucznikow heterozygotycznych HALN HALn linii pbz-23 i mieszcancow F1 [pbz-23 × pietrain]. *Prace i Materialy Zootechniczne. Zeszyt Specjalny*, 1998, no. 8, pp. 45–50.
17. Zhang W., Kuhlers D., Rempel W. Halotane gene and swine performance. *Journal of Animal Science*, 1992, vol. 70, no. 5, pp. 1307–1313. doi: 10.2527/1992.7051307x.
18. Goncharenko G.M., Bekenev V.A., Akulich E.G., Grishina N.B., Goryacheva T.S., Kononenko E.V., Frolova V.I. *DNK-tehnologii v seleksii sviney* [DNA technology in pig breeding]. *Sovremennye problemy intensifikatsii proizvodstva sviny v stranakh SNG: sbornik nauchnykh trudov XVII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii po svinovodstvu, Ulyanovsk, 7–10 iyulya 2010 g.* [Modern problems of intensification of pork production in the CIS countries: proceedings of the XVII International scientific-practical conference on pig breeding Ulyanovsk, 7–10 July 2010]. Ulyanovsk, 2010, vol. 2, pp. 98–105. (In Russian).
19. Balatskiy V.N., Saenko A.M., Grishina L.P., Dikan' E.S. *Polimorfizm lokusa retseptora estrogena v populyatsiyakh sviney raznykh genotipov i ego assotsiatsiya s reproduktivnymi priznakami svinomatok* [Polymorphism of the estrogen receptor locus in the populations of pigs of different genotypes and its association with reproductive traits of sows]. *Sovremennye problemy intensifikatsii proizvodstva sviny v stranakh SNG: sbornik nauchnykh trudov XVII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii po svinovodstvu, Ulyanovsk, 7–10 iyulya 2010 g.* [Modern problems of intensification of pork production in the CIS countries: proceedings of the XVII International scientific-practical conference on pig breeding, Ulyanovsk, 7–10 July 2010]. Ulyanovsk, 2010, vol. 2, pp. 42–47. (In Russian).
20. Karmanov D.A. *Seleksiya sviney otechestvennykh i zarubezhnykh genotipov dlya effektivnogo proizvodstva myasnoy produktsii.* Diss. kand. s.-kh. nauk [Pig breeding of domestic and foreign genotypes for efficient production of meat products. Dr. of agr. sci. diss.]. Krasnodar, 2012. 145 p. (In Russian).

21. Mikhaylov N.V., Kolosov Yu.A., Getmantseva L.V., Shirokova N.V. *DNK-tehnologii v zhivotnovodstve* [DNA technologies in animal husbandry]. *Aktual'nye problemy razvitiya biotekhnologii: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Ekaterinburg, 23–24 maya 2013 g.* [Actual problems of biotechnology development: proceedings of the International scientific-practical conference, Yekaterinburg, 23–24 May 2013]. Ekaterinburg, 2013, pp. 147–148. (In Russian).
22. Rothschild M.F., Larson R.G., Jacobson C., Pearson P. PvuII polymorphisms at the porcine estrogen receptor locus (ESR). *Animal Genetics*, 1991, vol. 22, no. 5, pp. 448. doi: 10.1111/j.1365-2052.1991.tb00715.x.
23. Rothschild M., Jacobsen C., Vaske D., Tuggle C., Wang L.H., Short T., Eckardt G., Sasaki S., Vincent A., McLaren D. The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in pigs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 1996, vol. 93, no. 1, pp. 201–205. doi: 10.1073/pnas.93.1.201.
24. Kononenko S.I., Semenov V.V., Chizhova L.N., Serdyukov E.I., Vorsina L.V. *Ispol'zovanie DNK-dagnostiki v seleksii sviney* [Use of DNA diagnostics in pig breeding]. *Sbornik nauchnykh trudov Severo-Kavkazskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva* [Collection of Scientific Works of the North Caucasus Livestock Research Institute], 2012. Vol. 1, no. 1, pp. 138–142.
25. Goliášová E., Wolf J. Impact of the ESR gene on litter size and production traits in Czech Large White pigs. *Animal Genetics*, 2004, vol. 35, no. 4, pp. 293–297. doi: 10.1111/j.1365-2052.2004.01155.x.
26. Santana B.A.A., Biase F.H., Antunes R.C., Goulart L.R., Borges M., Franco M.M. Association of the estrogen receptor gene Pvu II restriction polymorphism with expected progeny differences for reproductive and performance traits in swine herds in Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, 2006, vol. 29, no. 2, pp. 273–277. doi: 10.1590/S1415-47572006000200013.
27. Van der Lende T., Knol E.F., Van Rens B. New developments in genetic selection for litter size and piglet survival. *Thai Journal of Veterinary Medicine*, 2002, no. 32, pp. 33–46.
28. Isler B.J., Irvin K.M., Neal S.M., Moeller S.J., Davis M.E. *Journal of Animal Science*, 2002, vol. 80, no. 9, pp. 2334–2339. doi: 10.2527/2002.8092334x.
29. Van Rens B.T.T.M., Hazeleger, W., Van der Lende T. Perioovulatory hormone profiles and components of litter size in gilts with different estrogen receptor (ESR) genotypes. *Theriogenology*, 2000, vol. 53, no. 6, pp. 1375–1387. doi: 10.1016/S0093-691X(00)00280-6.
30. Drogemuller C., Hamann H., Dist O. Candidate gene markers for litter size in different German pig lines. *Journal of Animal Science*, 2001, vol. 79, no. 10, pp. 2565–2570. doi:10.2527/2001.79102565x.

Информация об авторах

Коско Иван Сергеевич – аспирант, научный сотрудник лаборатории гибридизации в свиноводстве. Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160 г. Жодино, Республика Беларусь). E-mail: kosko5121989@mail.ru

Шейко Иван Павлович – академик, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, первый заместитель генерального директора. Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160 г. Жодино, Республика Беларусь). E-mail: belniig@tut.by

Епишко Ольга Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией ДНК-тестирования. Гродненский государственный аграрный университет (ул. Терешковой, 28, 230008 г. Гродно, Республика Беларусь).

Чернов Алексей Сергеевич – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры менеджмента, маркетинга и права. Гродненский государственный аграрный университет (ул. Терешковой, 28, 230008 г. Гродно, Республика Беларусь).

Для цитирования

Коско, И. С. Полиморфизм гена *RYR1*, ассоциация и полиморфизм гена *ESR* с репродуктивными качествами гибридных свиней / И. С. Коско, И. П. Шейко, О. А. Епишко, А. С. Чернов // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. навук. – 2017. – № 1. – С. 70–78.

Information about the author

Kosko Ivan S. – Postgraduate student, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (11 Frunze Str., Zhodino, Republic of Belarus). E-mail: kosko5121989@mail.ru

Sheyko Ivan P. – Academician, D. Sc. (Agricultural), the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (11 Frunze Str., Zhodino, Republic of Belarus). E-mail: belniig@tut.by

Epishko Olga A. – Ph. D. (Agricultural), Grodno State Agrarian University (28 Tereshkova Str., Grodno 230008, Republic of Belarus).

Chernov Alexei S. – Ph. D. (Agricultural), Grodno State Agrarian University (28 Tereshkova Str., Grodno 230008, Republic of Belarus).

For citation

Kosko I. S., Sheyko I. P., Epishko O. A., Chernov A. S. Polymorphism of *RYR1* gene, associations and polymorphism of *ESR* gene with reproductive traits of hybrid pigs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series*, 2017, no 1, pp. 70–78.

ISSN 1817-7204 (print)

УДК 639.3.091:615.32

Поступила в редакцию 13.07.2016

Received 13.07.2016

**С. М. Дегтярик, Г. В. Слободницкая, Е. И. Гребнева, Н. А. Бенецкая,
Е. В. Максимьюк, А. В. Беспалый**

Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ ФИТОНЦИДОВ РАСТЕНИЙ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ И ВИРУЛЕНТНОСТЬ ЭТИОЛОГИЧЕСКИХ АГЕНТОВ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ У РЫБ

Бактериальные болезни (аэромоноз, псевдомоноз, иерсиниоз и др.) относятся к наиболее распространенным и опасным заболеваниям рыб. Профилактика этих болезней является одним из существенных резервов повышения эффективности рыбоводства. В настоящее время она осуществляется в основном за счет применения химиопрепаратов, среди которых предпочтение отдается антибиотикам. Однако в последние годы применение антибиотиков повсеместно ограничивается из-за их способности накапливаться в организме рыб и возможности формирования резистентных штаммов патогенных микроорганизмов. В статье приведены результаты исследований по изучению влияния фитонцидов растений, произрастающих в Беларуси, на бактерии р. *Aeromonas* и *Pseudomonas*. Проведена проверка антагонистической активности фитонцидов 32 видов растений по отношению к бактериям р. *Aeromonas*, для дальнейших исследований отобрано 14 видов. В результате исследования бактерицидных и бактериостатических свойств растительных экстрактов установлено, что наибольшей антагонистической активностью обладают *Sphagnum palustre* L., *Allium cepa* L., *Tanacetum vulgare* L., *Chelidonium majus* L., *Berberis vulgaris* L., *Allium sativum* L. Исследования влияния растительных экстрактов на бактерии р. *Aeromonas* и *Pseudomonas* показали, что псевдомонады менее чувствительны к воздействию экстрагированных из растений фитонцидов. Степень влияния экстрактов растений на тест-микробы зависит от времени взаимодействия и концентрации экстракта. При введении рыбе экстрактов 20 и 10%-ной концентрации отмечалось либо полное исчезновение клинических признаков аэромоноза (*Sphagnum palustre* L.), либо выраженность признаков резко ослабевала (*Tanacetum vulgare* L., *Berberis vulgaris* L.). При однократном введении *per os* рыбам, зараженным бактериями р. *Aeromonas*, растительных настоек признаки инфекционного заболевания развивались у зараженных рыб медленней, чем в контроле, гибель составила 10–30 %. При трехкратном введении указанные признаки либо не развивались, либо были слабо выражены, гибели рыбы при этом не наблюдалось. При пятикратном введении клинические признаки инфекции исчезли спустя 2–6 сут., гибели рыбы отмечено не было.

Ключевые слова: фитопрепараты, аэромонады, псевдомонады, бактериальные болезни рыб, аэромоноз, псевдомоноз.

S. M. Degtyarik, G. V. Slobodnitskaya, E. I. Grebneva, N. A. Benetskaya, E. V. Macksimyuk, A. V. Bepalyi

The Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

EFFECT OF PHYTONCIDES OF PLANTS ON VIABILITY AND VIRULENCE OF ETIOLOGIC AGENTS OF BACTERIAL INFECTIONS IN FISH

Bacterial diseases (aeromonas, pseudomonosis, yersiniosis etc.) are among the most common and dangerous diseases of fish. Prevention of these diseases is one of the essential reserves for increasing the efficiency of fish husbandry. Currently it is implemented mainly due to the use of chemotherapy, antibiotics mainly. However, in recent years, widespread use of antibiotics is limited due to their ability to accumulate in fish and possible formation of resistant strains of pathogenic microorganisms. The article presents the results of studies on the effect of phytoncides of plants growing in Belarus on bacteria p. *Aeromonas* and *Pseudomonas*. Antagonist activity test of phytoncides of 32 plant species related to bacteria p. *Aeromonas* were carried out, and 14 species were selected for further researches. As a result of study of antibacterial and bacteriostatic properties of plant extracts, the highest antagonistic activity was shown by *Sphagnum palustre* L., *Allium cepa* L., *Tanacetum vulgare* L., *Chelidonium majus* L., *Berberis vulgaris* L., and *Allium sativum* L. Studies of effect of plant extracts on bacteria p. *Aeromonas* and *Pseudomonas* showed that pseudomonades were less sensitive to phytoncides extracted from the plants. The degree of effect of plant extracts on test microbes depends on the reaction time and concentration of the extract. When fish was administered with extracts of 20 and 10% concentrations, the clinical signs of aeromonosis (*Sphagnum palustre* L.) either disappeared completely, or were decreased considerably (*Tanacetum vulgare* L., *Berberis vulgaris* L.). When fish with bacteria p. *Aeromonas* was administered with single dose of *per os* tisane, the signs of infectious disease developed in infected fish slower than in the controls, the loss amounted to 10–30%. At three-time administration the clinical infection symptoms disappeared or were weakly expressed, fish loss was not observed. At five-time administration the clinical infection symptoms disappeared after 2–6 days, fish loss was not observed.

Keywords: phytopreparations, aeromonas, pseudomonas, bacterial diseases of fish, aeromonosis, pseudomonosis.

Бактериальные болезни – аэромоноз, псевдомоноз, иерсиниоз и др. – относятся к наиболее распространенным и опасным заболеваниям рыб. По распространенности в рыбоводных организациях Республики Беларусь и наносимому рыбоводной отрасли ущерб лидирует, несомненно, аэромоноз, вызываемый условно-патогенными штаммами бактерий р. *Aeromonas* (*A. hydrophyla*, *A. punctata*, *A. salmonicida*). Аэромоноз также зарегистрирован в России, Западной и Восточной Европе, Южной Америке, Африке, Австралии, Азии, Италии, Дании, Германии, Великобритании и скандинавских странах [1–6]. Профилактика этой болезни является одним из существенных резервов повышения эффективности рыбоводства. В настоящее время у нас в стране она осуществляется в основном за счет применения химиопрепаратов, среди которых предпочтение отдается антибиотикам. За рубежом также применяют антибиотики, но чаще всего только в исключительных случаях по рецепту ветеринарного врача [6]. Однако в последние годы применение антибиотиков повсеместно ограничивается из-за их способности накапливаться в организме рыб и возможности формирования резистентных штаммов патогенных микроорганизмов [2–4]. Использование антибиотиков в товарном рыбоводстве в настоящее время в большинстве стран запрещено либо сильно сокращено [5]. Высока вероятность того, что применение этих препаратов будет запрещено или сокращено до минимума и у нас в республике.

Необходимость развития производства экологически чистой, безопасной и обладающей хорошими вкусовыми качествами рыбопродукции открывает широкую перспективу использования в ихтиопатологической практике препаратов из растительного сырья. В последние годы установлено, что растения и препараты из них предпочтительнее для лечения многих болезней, чем синтетические средства [7]. В подавляющем большинстве они не токсичны, редко вызывают побочные явления и аллергические реакции, легко усваиваются организмом. Они обладают антибактериальным действием в отношении возбудителей опасных для человека и животных болезней, таких как стафилококк золотистый, гемолитический стафилококк, синегнойная палочка, клебсиелла, шигелла и др. [8–14].

Только из представителей флоры Беларуси применение в медицине и ветеринарии нашли более 250 видов дикорастущих растений. Если охватывать другие страны, то их количество значительно возрастает. Растения и препараты, изготовленные на растительной основе, применяют для лечения и профилактики заболеваний различной природы (бактериальных, паразитарных, токсикозов) как у людей, так и у животных¹ [15–17]. Однако в литературе практически отсутствуют сведения об использовании растительных препаратов для лечения и профилактики болезней рыб. Исключение составляет лишь камала, которая поступала в 1950–1970 гг. из стран Юго-Восточной Азии и применялась против кишечных цестод у рыб. В настоящее время импорт камалы в нашу республику не осуществляется. Кроме того, описан и запатентован способ лечения токсикозов рыб с помощью добавления в воду биологически активного вещества – витаминно-флавоноидной смеси зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.), шиповника (*Rosa* L.) и кукурузных рылец².

Большой вклад в развитие фитотерапии в Беларуси внес С. С. Липницкий. Его труды, а также труды других белорусских ученых – А. И. Ятусевича, А. Ф. Пилуй, И. С. Жарикова, М. В. Якубовского [18–20], посвященные применению лекарственных растений в ветеринарии, включающие в себя описание свойств, методов сбора, способов приготовления и применения огромного количества растений, произрастающих в Беларуси – являются незаменимым пособием для многих ученых и практиков.

Учитывая, что аэромоноз широко распространен по всему миру и наносит существенный экономический ущерб мировому рыбному хозяйству, а бесконтрольное применение антибиотиков вызывает увеличение антибиотикорезистентности аэромонад, необходимо проводить исследования, направленные на поиск нетрадиционных экологически обоснованных методов лечения и профилактики аэромоноза рыб. Таким образом, изучение влияния фитонцидов растений на

¹ Теоретические и практические основы применения лекарственных растений при паразитарных болезнях животных : метод. рекомендации / А. И. Ятусевич [и др.] – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 90 с.; Фармакогнозия. Атлас : учеб. пособие : в 3 т. Т. 3. Лекарственное растительное сырьё, сборы. Растительные порошки. Лекарственные средства на основе растительного сырья / И. А. Самылина [и др.]. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 488 с.

² Способ лечения токсикозов рыб : пат. 2112367 Рос. Федерация, МПК6 А01К61/00, А61К35/78 / Э. Г. Спивак, Н. Х. Идрисова, Э. В. Макаров, А. Д. Самсонов, Е. И. Аксенова, Е. И. Пальчикова, И. А. Солнцев, М. Н. Сирик ; дата публ.: 10.06.98.

жизнеспособность и патогенность возбудителей болезней рыб, в частности, возбудителей такого опасного заболевания, как аэромоноз, является актуальной задачей ихтиопатологии.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в лаборатории болезней рыб РУП «Институт рыбного хозяйства» в 2013–2015 гг. Материалом для исследований служило сухое измельченное растительное сырье, изготовленное из различных частей растений (корней, стеблей, листьев, цветков, плодов, коры). Растения должны были отвечать двум критериям: обладать выраженными антимикробными свойствами и в достаточных количествах произрастать на территории Республики Беларусь. Для определения оптимального способа экстракции активных веществ из каждого вида растений готовили три жидкие лекарственные формы: настои, настойки и отвары [10].

Для приготовления *настоев* измельченное растительное сырье заливали водой (1 : 10) и нагревали на водяной бане при частом помешивании в течение 15 мин. Затем охлаждали при комнатной температуре не менее 45 мин.

Отвары готовили практически так же, как и настои, только время нагревания на водяной бане составляло 30 мин., а время охлаждения при комнатной температуре – 10 мин.

Настойки готовили из расчета 1 : 5 или 1 : 10 на 70%-ном спирте. Настаивали при комнатной температуре в течение 7 дней, затем несколько дней отстаивали при температуре не выше 8 °С, после чего фильтровали.

Объектом исследований служили:

1) бактерии р. *Aeromonas* (9 штаммов) и р. *Pseudomonas* (4 штамма) из коллекции лаборатории болезней рыб;

2) годовики карпа (720 экз.) – для постановки биопробы и усиления вирулентности бактериальных штаммов, а также для изучения зависимости антагонистической активности растительных экстрактов по отношению к аэромонадам от концентрации;

3) сеголетки карпа (240 экз.) – для изучения влияния фитонцидов растений на вирулентность бактерий р. *Aeromonas in vivo*.

Наиболее патогенные для рыб штаммы аэромонад и псевдомонад из имеющихся в лаборатории болезней рыб 13 штаммов отобраны методом постановки биопробы. Их вирулентность усилена путем проведения пассажей через организм рыбы. Отобранные штаммы (№64 – *Aeromonas hydrophyla*, gr.1 и №3 – *Pseudomonas aeruginosa*) послужили в дальнейшем тест-объектами при постановке опытов.

Результаты и их обсуждение. В результате первичной проверки антагонистической активности фитонцидов 32 видов растений по отношению к бактериям р. *Aeromonas* для дальнейших исследований было отобрано 14, обладающих бактерицидными и бактериостатическими свойствами в отношении аэромонад (табл. 1).

Перечисленные в табл. 1 растения проверены на наличие антагонистической активности их фитонцидов к бактериям р. *Aeromonas* методом диффузии в агар. Для этого на поверхность питательной среды в чашках Петри наносили суточную культуру бактерий р. *Aeromonas* (3 штамма, выделенные от карпа, форели и стерляди), равномерно распределяли ее по поверхности, затем на нее накладывали изготовленные в лабораторных условиях диски, содержащие фитонциды растений. Учет результатов, заключающийся в измерении диаметра зон задержки роста бактерий, проводили после 24 ч инкубации в термостате. Контрольные диски пропитывали чистым экстрагентом.

Опираясь на данные из различных источников³, а также результаты собственных исследований, считали, что при наличии зоны задержки роста диаметром до 11 мм или ее отсутствии бактерии не чувствительны (резистентны) к данному экстракту, 11–15 мм – малочувствительны, 15–25 мм – чувствительны, > 25 мм – бактерии высокочувствительны к данному экстракту.

³ Лабораторный практикум по болезням рыб / В.А. Мусселиус [и др.] ; под ред. В.А. Мусселиус. – М., 1983. – С. 124–125; Методические указания по определению чувствительности к антибиотикам возбудителей инфекционных болезней сельскохозяйственных животных : утв. Гл. упр. ветеринарии Минсельхозпрода СССР 30.10.71 // Лабораторные исследования в ветеринарии. Бактериальные инфекции : справочник / сост.: Б.И. Антонов [и др.] ; под ред. Б.И. Антонова. – М., 1986. – С. 270–278; Methods for the determination of susceptibility of bacteria to antimicrobial agents. Terminology // Clinical Microbiology a. Infection. – 1998. – Vol. 4, N 5. – P. 291–296; Methods for the determination of susceptibility of bacteria to antimicrobial agents. Terminology // Clinical Microbiology a. Infection. – 1998. – Vol. 4, N 5. – P. 291–296; M100-S9. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing : ninth inform. suppl. – Villanova : Nat. Comm. for Clinical Lab. Standards, 1999. – 104 p. – (NCCLS document ; vol. 19, N 1)

Т а б л и ц а 1. Бактерицидное и бактериостатическое действие растений, произрастающих в Беларуси, на бактерии р. *Aeromonas*Table 1. Bactericidal and bacteriostatic effect of plants growing in Belarus on bacteria р. *Aeromonas*

Виды растений, используемые для приготовления настоек	Зоны задержки роста бактерий р. <i>Aeromonas</i> , мм
Сфагнум болотный (<i>Sphagnum palustre</i> L.)	19–33
Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	12–17
Чистотел большой (<i>Chelidonium majus</i> L.)	16–28
Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	15–24
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	10–19
Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	15–30
Багульник болотный (<i>Ledum palustre</i> L.)	17–22
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	21–24
Лук обыкновенный (<i>Allium cepa</i> L.)	22–30
Чеснок обыкновенный (<i>Allium sativum</i> L.)	19–25
Барбарис обыкновенный (<i>Berberis vulgaris</i> L.)	24–25
Смородина черная (<i>Ribens nigrum</i> L.)	12–17
Календула, или ноготки лекарственные (<i>Calendula officinalis</i> L.)	15–23
Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	8–10

Результаты исследований свидетельствуют, что наиболее сильными бактерицидными и бактериостатическими свойствами обладают *Sphagnum palustre* L. (зоны задержки роста бактерий составили 19–33 мм), *Allium cepa* L. (22–30 мм), *Tanacetum vulgare* L. (15–30 мм), *Chelidonium majus* L. (16–28 мм), *Berberis vulgaris* L. (24–25 мм), *Allium sativum* L. (19–25 мм).

Для изучения оптимального способа экстракции активных веществ из различных видов растений в качестве тест-объекта использовали *A. hydrophyla*, штамм № 64, зарекомендовавший себя наиболее патогенным. Из каждого вида сухого сырья были изготовлены три жидкие лекарственные формы: настой, настойка и отвар. Их влияние на бактерии изучали диско-диффузионным методом (табл. 2).

Как видно из табл. 2, для различных видов растений эффективны различные способы экстракции активных веществ, однако общая тенденция такова: спиртовые настойки позволяют извлечь больше фитонцидов, чем водные, отвары – больше, чем настои. Водные экстракты таких растений, как *Artemisia absinthium* L., *Allium cepa* L., *Allium sativum* L., *Ribens nigrum* L. (листья) и *Populus*

Т а б л и ц а 2. Влияние растительных экстрактов на агаровую культуру аэромонад

Table 2. Effect of plant extracts on aeromonads agar culture

Виды растений, используемые для приготовления лекарственных форм	Зоны задержки роста бактерий р. <i>Aeromonas</i> , мм		
	настойка	настой	отвар
Сфагнум болотный (<i>Sphagnum palustre</i> L.)	17–32	16–30	17–30
Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	15–16	8–10	10–12
Чистотел большой (<i>Chelidonium majus</i> L.)	14–26	–	8–9
Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	16–23	–	12–17
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	12–20	–	–
Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	16–28	–	12–16
Багульник болотный (<i>Ledum palustre</i> L.)	14–25	11–12	14–20
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	22–26	–	8–9
Лук обыкновенный (<i>Allium cepa</i> L.)	22–31	–	–
Чеснок обыкновенный (<i>Allium sativum</i> L.)	17–22	–	–
Барбарис обыкновенный (<i>Berberis vulgaris</i> L.)	20–25	18–24	18–25
Смородина черная (<i>Ribens nigrum</i> L.)	13–18	–	–
Календула, или ноготки лекарственные (<i>Calendula officinalis</i> L.)	13–25	12–16	13–23
Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	10–11	–	–

tremula L. (кора), не оказывали ингибирующего действия на аэромонады. *Tanacetum vulgare* L. и *Chelidonium majus* L. оказывали слабое воздействие на бактериальную культуру в форме отваров, в то время как настои бактерицидного действия не оказывали. Практически не отличалось действие спиртовых и водных экстрактов *Sphagnum palustre* L., *Berberis vulgaris* L. и *Calendula officinalis* L.

Наиболее сильными бактерицидными и бактериостатическими свойствами из исследованных растений обладали *Sphagnum palustre* L., *Allium cepa* L. (в виде спиртовой настойки), *Tanacetum vulgare* L. (в виде спиртовой настойки и отвара), *Chelidonium majus* L. (спиртовая настойка), *Berberis vulgaris* L., *Allium sativum* L. (в виде спиртовой настойки).

В контроле (наложенные на агаровую бактериальную культуру диски, пропитанные спиртом либо водой без фитосырья) задержки роста микроорганизмов не наблюдалось, что позволяет исключить влияние экстрагента на рост тест-микробов.

В связи с тем, что бактерии р. *Pseudomonas* также представляют серьезную опасность для рыб, являясь возбудителями псевдомонозов, был проведен ряд экспериментов по изучению влияния фитонцидов растений не только на аэромонад, но и на псевдомонад.

Влияние растительных экстрактов на жизнеспособность аэромонад и псевдомонад изучали следующими методами: диско-диффузионный метод или метод диффузии в агар; метод инкубирования тест-микробов (аэромонад) в жидкой питательной среде (мясопептонный бульон – МПБ) с растительными экстрактами различной концентрации с последующим высевом на твердую питательную среду; метод серийных разведений в жидкой питательной среде.

При исследовании активности фитосырья методом диффузии в агар из каждого вида растительного сырья готовили ту лекарственную форму, которая, как показали результаты предыдущих экспериментов, содержит наибольшее количество действующего вещества и обладает наиболее выраженным антимикробным действием: из травы *Sphagnum palustre* L. и цветков *Tanacetum vulgare* L. – спиртовые настойки, из плодов *Berberis vulgaris* L. – отвар.

Данные, представленные в табл. 3, свидетельствуют, что псевдомонады менее чувствительны к воздействию экстрагированных из растений фитонцидов: если чувствительность *A. hydrophyla* можно охарактеризовать как высокую (*Sphagnum palustre* L., *Berberis vulgaris* L.) или среднюю (*Tanacetum vulgare* L.), то чувствительность псевдомонад – как низкую (*Sphagnum palustre* L., *Berberis vulgaris* L.) или она вообще отсутствует (*Tanacetum vulgare* L.). В целом тенденция такова: наиболее сильным влиянием на условно-патогенные для рыб бактерии обладает настойка *Sphagnum palustre* L. (зоны задержки роста для аэромонад в среднем составили 29,7 мм, для псевдомонад – 17,6 мм), средним действием обладали плоды *Berberis vulgaris* L. (аэромонады – 22,0 мм и псевдомонады – 12,3 мм), наиболее слабо выраженным – трава *Tanacetum vulgare* L.

Т а б л и ц а 3. Влияние растительных экстрактов на бактерии р. *Aeromonas* и *Pseudomonas* (диско-диффузионный метод)

Table 3. Effect of plant extracts on bacteria р. *Aeromonas* and *Pseudomonas* (agar diffusion method)

Вид растительного сырья	<i>A. hydrophyla</i> , гр.1, шт. №64		<i>Ps. aeruginosa</i> , шт. №3	
	lim, мм	ср., мм	lim, мм	ср., мм
Трава <i>Sphagnum palustre</i> L. (настойка)	26–33	29,7	16–19	17,6
Трава <i>Tanacetum vulgare</i> L. (настойка)	17–25	21,3	–	–
Плоды <i>Berberis vulgaris</i> L. (отвар)	20–24	22,0	12–13	12,3
Контроль	0	0	0	0

Для изучения влияния времени воздействия растительных экстрактов на жизнеспособность бактерий проведено инкубирование тест-микробов в жидкой питательной среде (МПБ).

На секторах чашек, засеянных содержимым контрольных пробирок (табл. 4), наблюдался сплошной рост бактерий, а на секторах, засеянных из пробирок с питательной средой, содержащей растительные экстракты, находились отдельные колонии либо полностью отсутствовали, в зависимости от вида растения и длительности инкубации. После получасового совместного инкубирования тест-микроорганизмов с растительными экстрактами аэромонады в значительной степени были подавлены *Sphagnum palustre* L., в незначительной – *Tanacetum vulgare* L. и *Berberis vulgaris* L.; рост псевдомонад во всех вариантах наблюдался наравне с контролем, т. е. в виде сплошного покрова.

Т а б л и ц а 4. Влияние времени воздействия растительных экстрактов на жизнеспособность бактерий р. *Aeromonas* и *Pseudomonas* (совместное инкубирование в жидкой питательной среде)T a b l e 4. Effect of exposure time of plant extracts on bacterial viability of р. *Aeromonas* and *Pseudomonas* (co-incubation in liquid medium)

Вид растительного сырья	Время инкубации, мин.							
	30		60		120		180	
	Aer	Ps	Aer	Ps	Aer	Ps	Aer	Ps
Трава <i>Sphagnum palustre</i> L. (настойка)	++	—	+++	+	+++	++	+++	++
Трава <i>Tanacetum vulgare</i> L. (настойка)	+	—	+	—	++	+	+++	+
Плоды <i>Berberis vulgaris</i> L. (отвар)	+	—	++	+	+++	+	+++	++
Контроль	—	—	—	—	—	—	—	—

П р и м е ч а н и е. Знак «—» — сплошной рост тест-микроба; знак «+» — незначительное угнетение роста (различимы отдельные колонии); знак «++» — значительное угнетение роста (немногочисленные обособленные колонии); знак «+++» — отсутствие роста.

При часовом инкубировании наблюдалось незначительное угнетение роста псевдомонад настоек *Sphagnum palustre* L. и отваром *Berberis vulgaris* L., аэромонад — всеми тремя растениями (по нисходящей): *Sphagnum palustre* L., *Berberis vulgaris* L., *Tanacetum vulgare* L. По мере увеличения продолжительности совместного культивирования возрастало влияние растительных экстрактов на условно-патогенные бактерии. По прошествии 3 ч *Berberis vulgaris* L. и *Sphagnum palustre* L. подавляли рост псевдомонад в значительной степени, *Tanacetum vulgare* L. — в незначительной; что касается аэромонад, то во всех трех вариантах роста колоний после посева на твердые среды не наблюдалось.

Влияние концентрации экстрактов растений на рост бактерий р. *Aeromonas* и *Pseudomonas* изучали с помощью метода серийных разведений в жидкой питательной среде (табл. 5).

Т а б л и ц а 5. Влияние концентрации растительных экстрактов на бактерии р. *Aeromonas* и *Pseudomonas* (серийные разведения в жидкой питательной среде)T a b l e 5. Effect of plant extracts concentration on bacteria р. *Aeromonas* and *Pseudomonas* (serial dilution in liquid medium)

Вид растительного сырья	Концентрация экстракта, %					K1	K2
	20	10	5	2,5	1,25		
Aeromonas hydrophyla, gr.1, штамм № 64							
Трава Sphagnum palustre L. (настойка)	+++	+++	+++	++	+	—	0
Трава Tanacetum vulgare L. (настойка)	++	++	+	—	—	—	0
Плоды Berberis vulgaris L. (отвар)	+++	+++	++	+	—	—	0
Pseudomonas aeruginosa, штамм № 3							
Трава Sphagnum palustre L. (настойка)	++	++	+	—	—	—	0
Трава Tanacetum vulgare L. (настойка)	+	+	—	—	—	—	0
Плоды Berberis vulgaris L. (отвар)	++	+	—	—	—	—	0

П р и м е ч а н и е. Знак «—» — угнетение роста тест-культуры не наблюдается; знак «+» — незначительное угнетение роста (сильное помутнение бульона); знак «++» — значительное угнетение роста (слабое помутнение бульона); знак «+++» — отсутствие роста в результате взаимодействия с растительным экстрактом (полностью прозрачный бульон); знак «0» — отсутствие роста в контроле с чистой средой.

Степень влияния экстрактов растений на агаровую культуру аэромонад уменьшается пропорционально уменьшению их концентрации. Так, при концентрации экстракта 20 % происходит угнетение роста бактерий в той или иной степени во всех вариантах: сильное (*Sphagnum palustre* L. и *Berberis vulgaris* L. на аэромонады), значительное (*Tanacetum vulgare* L. на аэромонады, *Sphagnum palustre* L. и *Berberis vulgaris* L. на псевдомонады) и незначительное (*Tanacetum vulgare* L. на псевдомонады). При концентрации 1,25 % незначительное угнетение роста бактерий наблюдается только в одном случае (*Sphagnum palustre* L. на аэромонады) (см. табл. 5).

Данные экспериментов по изучению влияния растительных экстрактов на жизнеспособность аэромонад и псевдомонад, представленные в табл. 3–5, однозначно свидетельствуют о более низ-

кой чувствительности бактерий р. *Pseudomonas* к фитонцидам. В связи с этим тест-объектом для дальнейших экспериментов выбраны только бактерии р. *Aeromonas*.

Влияние фитонцидов растений на вирулентность аэромонад, введенных в организм рыб, изучали при 1-, 2- и 3-кратном введении *per os* 10%-ных растительных настоек (табл. 6). Результаты исследований свидетельствуют, что даже при однократном введении растительных настоек признаки инфекционного заболевания развивались медленней, чем в контроле, гибель рыб отмечена в 10–30 % случаев. У рыб, которые не погибли в начале эксперимента, признаки заболевания исчезали в течение 7–11 сут.

Т а б л и ц а 6. Влияние растительных экстрактов при скормливания на развитие клинического процесса рыб, зараженных аэромонадом

Table 6. Effect of plant extracts during feeding fish on clinical process development in fish infected with *Aeromonas*

Вид растительного сырья	Гибель рыб, %			
	Кратность введения			Контроль
	1	3	5	
<i>Sphagnum palustre</i> L.	10**	0*	0*	50***
<i>Allium cepa</i> L.	10**	0**	0*	30***
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	30**	0**	0*	20***
<i>Chelidonium majus</i> L.	10**	0*	0*	60***
<i>Berberis vulgaris</i> L.	20**	0*	0*	40***
<i>Allium sativum</i> L.	20**	0*	0*	40***

*** Ярко выраженные клинические признаки аэромоназа, исчезающие у выживших рыб в течение месяца и более;
 ** слабо выраженные клинические признаки аэромоназа, исчезающие в течение 7–11 сут.; * слабо выраженные клинические признаки аэромоназа, исчезающие в течение 2–6 сут.

При трехкратном введении клинические признаки аэромоназа либо не развивались, либо были слабо выражены, гибели рыбы при этом не наблюдалось. Состояние большинства экземпляров рыб нормализовалось на 2–6-е, либо на 7–8-е сут.

При пятикратном введении фитопрепаратов гибели рыбы отмечено не было, клинические признаки инфекции исчезли спустя 2–6 сут. В контрольных группах наблюдалась гибель 40 % подопытной рыбы (от 20 до 60 % в разных аквариумах), сопровождающаяся ярко выраженной клинической картиной аэромоназа. У остальных 60 % рыб болезнь перешла в хроническую форму (гиперемированные участки по всему телу, язвы) и ослабевала, но не исчезала полностью в течение 30 сут и более.

Таким образом, 3- и 5-кратное введение в организм зараженной рыбы экстрактов растений, показавших ярко выраженные фитонцидные свойства в серии предыдущих опытов *in vitro*, подавляет развитие инфекционного процесса.

Нами изучено также влияние концентрации растительных экстрактов на подавление активности аэромонад, развивающихся в организме рыбы (табл. 7). Следует отметить, что рыба в I контрольной группе не была заражена, а во II контрольной группе была заражена аэромонадами, но не получала растительные экстракты.

Данные, представленные в табл. 7, свидетельствуют, что антагонистическая активность растительных экстрактов *Sphagnum palustre* L., *Tanacetum vulgare* L. и *Berberis vulgaris* L. по отношению к аэромонадам, развивающимся в организме карпа, уменьшается пропорционально уменьшению их концентрации. При введении рыбе экстрактов 20 и 10%-ной концентрации отмечалось либо полное исчезновение клинических признаков аэромоназа, поведение подопытной рыбы нормализовалось (*Sphagnum palustre* L.), либо выраженность признаков резко ослабевала (*Tanacetum vulgare* L., *Berberis vulgaris* L.). В более низких концентрациях (1,25–5 %) настоек *Tanacetum vulgare* L. не оказывал заметного воздействия на состояние подопытной рыбы и, следовательно, на бактерии р. *Aeromonas*. При введении рыбе отвара плодов *Berberis vulgaris* L. в концентрации 5 % наблюдалось некоторое снижение выраженности клинических признаков аэромоназа, однако рыба была вялая, корм не брала. В более низких концентрациях (1,25–2,5 %)

Т а б л и ц а 7. Влияние концентрации растительных экстрактов на бактерии р. *Aeromonas*, развивающиеся в организме карпаTable 7. Effect of plant extracts concentration on bacteria р. *Aeromonas* in carp body

Вид растительного сырья	Концентрация экстракта, %					Контроль I	Контроль II
	20	10	5	2,5	1,25		
Трава <i>Sphagnum palustre</i> L.	+++	+++	++	++	—	н	—
Трава <i>Tanacetum vulgare</i> L.	++	++	—	—	—	н	—
Плоды <i>Berberis vulgaris</i> L.	++	++	+	—	—	н	—

П р и м е ч а н и е. Знак «—» – ярко выраженное развитие клинических признаков аэромоноза: гиперемия покровов, особенно у оснований плавников, экзофтальмия, ерошение чешуи; рыба ведет себя заторможено, корм не берет. Наблюдается гибель рыбы (от 20 до 60 %); знак «+» – выраженность клинических признаков аэромоноза несколько ослабевает. Рыба вялая, корм не берет; знак «++» – выраженность клинических признаков значительно ослабевает, но не до полного исчезновения. Рыба берет корм неохотно; знак «+++» – исчезновение (полное или практически полное) признаков инфекционного процесса в течение 10 сут. Поведение подопытной рыбы не отличается от поведения контрольной; знак «н» – норма; рыба ведет себя естественно, охотно берет корм, внешний вид в пределах нормы.

отвар плодов *Berberis vulgaris* L. не оказывал заметного воздействия на состояние подопытной рыбы. Наиболее ярко выраженным антибактериальным действием обладал настой *Sphagnum palustre* L.: при его введении в концентрациях 5 и 2,5 % отмечена слабая выраженность клинических признаков, рыба хоть и неохотно, но брала корм.

В I контрольной группе, где рыба не была заражена аэромонадами, ее поведение и внешний вид были в норме; во II контрольной группе, где рыба была заражена аэромонадами, но не получала растительные экстракты, наблюдалось бурное развитие клинических признаков заболевания, поведение рыбы менялось, отмечена ее гибель (50 %).

Способность бактерий р. *Aeromonas* к реизолации также находилась в прямой зависимости от концентрации растительного экстракта и вида растения: бактерии не были изолированы из внутренних органов рыбы только из групп, где применялся настой *Sphagnum palustre* L. в концентрациях 20 и 10 % и I контрольной группы. Из внутренних органов рыб, относящихся к опытным группам, где применялся настой *Sphagnum palustre* L. в концентрациях 5 и 2,5 %, а также настоек *Tanacetum vulgare* L. и отвара *Berberis vulgaris* L. в концентрациях 20 и 10 %, выделены единичные колонии, идентифицированные как *Aeromonas hydrophyla*, gr.1. Во всех остальных случаях наблюдался сплошной рост аэромонад на питательных средах.

Выводы

1. Наиболее выраженными бактерицидными и бактериостатическими свойствами по отношению к бактериям р. *Aeromonas* обладают *Sphagnum palustre* L. (зоны задержки роста бактериальной культуры составили 19–33 мм), *Allium cepa* L. (22–30 мм), *Tanacetum vulgare* L. (15–30 мм), *Chelidonium majus* L. (16–28 мм), *Berberis vulgaris* L. (24–25 мм), *Allium sativum* L. (19–25 мм).

2. Для различных видов растений эффективны различные способы экстракции активных веществ, однако общая тенденция такова: спиртовые настоики позволяют извлечь больше фитонцидов, чем водные, отвары – больше, чем настои.

3. Псевдомонады менее чувствительны к воздействию экстрагированных из растений фитонцидов, чем аэромонады. Зоны задержки роста при применении настойки *Sphagnum palustre* L. в среднем составили: для аэромонад – 29,7 мм, псевдомонад – 17,6 мм. При применении отвара плодов *Berberis vulgaris* L. зоны задержки роста аэромонад составляли в среднем 22,0 мм, псевдомонад – 12,3 мм. Настойка травы *Tanacetum vulgare* L. не оказывала подавляющего действия на псевдомонады, диаметр зон задержки роста аэромонад составлял в среднем 21,3 мм.

4. Степень влияния экстрактов растений на тест-микробы зависит от времени взаимодействия и концентрации экстракта. При инкубации с настоек *Sphagnum palustre* L. (концентрация экстракта 2,5 %) в течение 30 мин наблюдалось значительное угнетение роста аэромонад по сравнению с контролем, а при длительности экспозиции 60 мин и концентрации настойки 5 % рост бактерий отсутствовал.

5. Растительные экстракты влияют на вирулентность бактерий р. *Aeromonas*, введенных в организм рыб. При однократном введении *per os* рыбам, зараженным бактериями р. *Aeromonas*,

растительных настоек признаки инфекционного заболевания развивались у рыб медленней, чем в контроле, гибель составила 10–30 %. При трехкратном введении указанные признаки либо не развивались, либо были слабо выражены, гибели рыбы при этом не наблюдалось. При пятикратном введении клинические признаки инфекции исчезли спустя 2–6 сут, гибели рыбы отмечено не было.

Список использованных источников

1. Померанцев, Д. А. Аэромоноз карповых рыб в водоёмах с различной техногенной нагрузкой / Д. А. Померанцев // Учен. зап. Казан. гос. акад. ветеринар. медицины им. Н. Э. Баумана. – 2010. – № 1. – С. 199–211.
2. Гаврилин, К. В. Рациональная химиотерапия бактериозов рыб в Российской аквакультуре / К. В. Гаврилин, А. В. Ридигер, А. К. Пономарев // Символ науки. – 2016. – № 2, ч. 1. – С. 21–26.
3. Гаврилин, К. В. Уровень чувствительности возбудителей бактериальных болезней рыб к антибактериальным препаратам // Ветеринар. патология. – 2008. – № 3. – С. 91–94.
4. Гаврилин, К. В. Установление взаимосвязи МПК in vitro и эффективными терапевтическими дозами фторхинолонов при лечении бактериозов рыб / К. В. Гаврилин, А. В. Ридигер, А. К. Пономарев // Символ науки. – 2016. – № 4, ч. 3. – С. 13–16.
5. Антибиотики в объектах аквакультуры и их экологическая значимость : обзор / Л. В. Шульгина [и др.] // Изв. ТИНРО (Тихоокеан. науч.-исслед. рыбохозяйств. центра). – 2015. – Т. 181. – С. 216–230.
6. Здоровая рыба: профилактика, диагностика и лечение болезней [Электронный ресурс] / Р. Рахконен [и др.]. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Хельсинки, 2013. – 180 с. – Режим доступа: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537337/Terve%20kala.rus.pdf?sequence=1>. – Дата доступа: 13.12.2016.
7. Токин, Б. П. Фитонциды как экологическая и эволюционная проблема / Б. П. Токин // Фитонциды. Роль в биогеоценозах, значение для медицины : материалы VIII совещ., 16–18 окт. 1979 г. / АН УССР, Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного ; редкол.: Б. Е. Айзенман [и др.]. – Киев, 1981. – С. 5–12.
8. Действие экстрактов, полученных с помощью сжиженного углекислого газа, на насекомых и микроорганизмы / В. И. Вашков [и др.] // Фитонциды. Результаты, перспективы и задачи исследований / АН УССР, Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного ; редкол.: Б. Е. Айзенман [и др.]. – Киев, 1972. – С. 178–180.
9. Айзенман, Б. Е. Антибиотики из высших растений / Б. Е. Айзенман // Фитонциды, их биологическая роль и значение для медицины и народного хозяйства : материалы совещ., 25–28 сент. 1965 г. / АН УССР, Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного ; отв. ред. В. Г. Дроботько. – Киев, 1967. – С. 23–28.
10. Лекарственные растения и их применение / науч. ред. И. Д. Юркевич, И. Д. Мишенин. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – Минск : Наука и техника, 1974. – 592 с.
11. Скворцов, С. С. Влияние летучих антимикробных веществ растений на микро- и макроорганизмы / С. С. Скворцов, В. А. Хан-Фимина // Фитонциды. Результаты, перспективы и задачи исследований / АН УССР, Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного ; редкол.: Б. Е. Айзенман [и др.]. – Киев, 1972. – С. 207–209.
12. Антибактериальное и противогрибное действие CO₂-экстракта монарды дудчатой / А. П. Прокопчук [и др.] // Фитонциды. Роль в биогеоценозах, значение для медицины : материалы VIII совещ., 16–18 окт. 1979 г. / АН УССР, Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного ; редкол.: Б. Е. Айзенман [и др.]. – Киев, 1981. – С. 126–129.
13. Влияние эфирного масла монарды на микроорганизмы / Б. В. Богущкий [и др.] // Фитонциды. Роль в биогеоценозах, значение для медицины : материалы VIII совещ., 16–18 окт. 1979 г. / АН УССР, Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного ; редкол.: Б. Е. Айзенман [и др.]. – Киев, 1981. – С. 252–254.
14. Изосимова, С. Б. Антимикробная активность некоторых морозостойчивых видов эвкалипта / С. Б. Изосимова, С. А. Вичканова, Н. И. Джанашия // Фитонциды. Экспериментальные исследования, вопросы теории и практики / АН УССР, Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного ; редкол.: Б. Е. Айзенман, С. И. Зелепуха, А. К. Неграш. – Киев, 1975. – С. 107–109.
15. Голышенков, П. П. Краткий очерк изучения и применения лекарственных растений : курс лекций / П. П. Голышенков, С. П. Голышенков. – Саранск : Изд-во Сарат. ун-та, Саран. фил., 1990. – 43 с.
16. Журба, О. В. Лекарственные, ядовитые и вредные растения : учеб. пособие / О. В. Журба, М. Я. Дмитриев ; ред. А. С. Максимова. – М. : КолосС, 2005. – 511 с.
17. Корнеева, О. С. Фитотерапия при болезнях животных / О. С. Корнеева // Ветеринария с.-х. животных. – 2008. – № 3. – С. 47–63.
18. Лекарственные растения и их применение / науч. ред. И. Д. Юркевич, И. Д. Мишенин ; Акад. наук БССР, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Изд. 6-е. – Минск : Наука и техника, 1975. – 592 с.
19. Липницкий, С. С. Техника приготовления лекарственных препаратов / С. С. Липницкий, А. Ф. Пилуй, Л. В. Лаппо // Зеленая аптека в ветеринарии / С. С. Липницкий, А. Ф. Пилуй, Л. В. Лаппо. – Минск, 1987. – С. 12–17.
20. Липницкий, С. С. Целебные яды в ветеринарии / С. С. Липницкий, А. Ф. Пилуй. – Минск : Ураджай, 1991. – 303 с.

References

1. Pomerantsev D.A. *Aeromonoz karpovykh ryb v vodoemakh s razlichnoy tekhnogennoy nagruzkoj* [Aeromonosis of carp fish in waters with various man-made load]. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Bauman* [Proceedings of Bauman Kazan State Academy of Veterinary Medicine], 2010, no. 1, pp. 199–211. (In Russian).
2. Gavrilin K.V., Ridiger A.V., Ponomarev A.K. *Ratsional'naya khimioterapiya bakteriozov ryb v Rossiyskoy akvakul'ture* [Rational chemotherapy of bacterial diseases of fish in Russian aquaculture]. *Simvol nauki* [Science Symbol], 2016, no. 2, pt. 1, pp. 21–26. (In Russian).
3. Gavrilin K.V. *Uroven' chuvstvitel'nosti vozbuditeley bakterial'nykh bolezney ryb k antibakterial'nym preparatam* [Level of sensitivity of pathogens of bacterial fish diseases to antibacterial drugs]. *Veterinarnaya patologiya* [Veterinary Pathology], 2008, no. 3, pp. 91–94. (In Russian).
4. Gavrilin K.V., Ridiger A.V., Ponomarev A.K. *Ustanovlenie vzaimosvyazi MPK in vitro i effektivnymi terapevticheskimi dozami ftorkhinolonov pri lechenii bakteriozov ryb* [Establishment of in vitro MIC relationship and effective therapeutic doses of fluoroquinolones in the treatment of bacterial disease of fish]. *Simvol nauki* [Science Symbol], 2016, no. 4, pt. 3, pp. 13–16. (In Russian).
5. Shul'gina L.V., Yakush E.V., Shul'gin Yu.P., Shenderyuk V.V., Chukalova N.N., Bakholdina L.P. *Antibiotiki v ob'ekтах akvakul'tury i ikh ekologicheskaya znachimost': obzor* [Antibiotics in aquaculture facilities and their environmental significance: a review]. *Izvestiya TINRO (Tikhookeanskogo nauchno-issledovatel'skogo rybokhozyaystvennogo tsentra)* [Proceedings of TINRO (Pacific Research Fishery Center)], 2015, vol. 181, pp. 216–230. (In Russian).
6. Rakhkonen R., Vennerstrom P., Rintamäki P., Kannel R. *Zdorovaya ryba: profilaktika, diagnostika i lechenie bolezney. Izd. 2-e* [Healthy fish: prophylaxis, diagnosis and treatment of diseases. 2 the ed.]. Helsinki, 2013. 180 p. Available at: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537337/Terve%20kala.rus.pdf?sequence=1> (accessed 13.12.2016). (In Russian).
7. Tokin B.P. *Fitontsidy kak ekologicheskaya i evolyutsionnaya problema* [Phytoncides as ecological and evolutionary problem]. *Fitontsidy. Rol' v biogeotsenozakh, znachenie dlya meditsiny: materialy VIII soveshchaniya, 16–18 oktyabrya 1979 g.* [Phytoncides. Role in ecosystems, significance for medicine: materials of the VIII meeting, 16–18 October 1979]. Kiev, 1981, pp. 5–12. (In Russian).
8. Vashkov V.I., Volkov Yu.P., Derlug'yan M.M., Dremova V.P., Zubova G.M., Odinets A.A., Prokopchuk A.F., Skala L.Z. *Deystvie ekstraktov, poluchennykh s pomoshch'yu szhizhennogo uglekislogo gaza, na nasekomykh i mikroorganizmy* [Influence of extracts obtained through the use of liquid carbon dioxide on insects and microorganisms]. *Fitontsidy. Rezul'taty, perspektivy i zadachi issledovaniy: sbornik statey* [Phytoncides. Results, prospects and challenges: a collection of articles]. Kiev, 1972, pp. 178–180. (In Russian).
9. Ayzenman B.E. *Antibiotiki iz vysshikh rasteniy* [Antibiotics from higher plants]. *Fitontsidy, ikh biologicheskaya rol' i znachenie dlya meditsiny i narodnogo khozyaystva: materialy soveshchaniya, 25–28 sentyabrya 1965 g.* [Phytoncides, their biological role and significance for medicine and the national economy: materials of the meeting, September 25–28 1965]. Kiev, 1967, pp. 23–28. (In Russian).
10. Yurkevich I.D., Mishenin I.D. (eds.) *Lekarstvennye rasteniya i ikh primenenie. Izd. 5-e* [Medicinal plants and their use. 5 the ed.]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1974. 592 p. (In Russian).
11. Skvortsov S.S., Khan-Fimina V.A. *Vliyanie letuchikh antimikrobykh veshchestv rasteniy na mikro- i makroorganizmy* [Action of antimicrobial plants on micro- and macro-organisms]. *Fitontsidy. Rezul'taty, perspektivy i zadachi issledovaniy: sbornik statey* [Phytoncides. Results, prospects and challenges: a collection of articles]. Kiev, 1972, pp. 207–209. (In Russian).
12. Prokopchuk A.P., Khanin M.L., Perova T.V., Prokopchuk Yu.A. *Antibakterial'noe i protivogribnoe deystvie CO₂-ekstrakta monardy dudchatoy* [Antibacterial and antifungal action of Monarda fistulosa CO₂ extract]. *Fitontsidy. Rol' v biogeotsenozakh, znachenie dlya meditsiny: materialy VIII soveshchaniya, 16–18 oktyabrya 1979 g.* [Phytoncides. Role in ecosystems, significance for medicine: materials of the VIII meeting, 16–18 October 1979]. Kiev, 1981, pp. 126–129. (In Russian).
13. Bogutskiy B.V., Nikolaevskiy V.V., Eremenko A.E., Tikhomirov A.A., Ivanov I.B., Sinchenko N.N. *Vliyanie efirnogo masla monardy na mikroorganizmy* [Effect of Monarda essential oils on microorganisms]. *Fitontsidy. Rol' v biogeotsenozakh, znachenie dlya meditsiny: materialy VIII soveshchaniya, 16–18 oktyabrya 1979 g.* [Phytoncides. Role in ecosystems, significance for medicine: materials of the VIII meeting, 16–18 October 1979]. Kiev, 1981, pp. 252–254. (In Russian).
14. Izosimova S.B., Vichkanova S.A., Dzhanchashya N.I. *Antimikrobnaya aktivnost' nekotorykh morozoustoychivyykh vidov evkalipta* [Antimicrobial activity of some frost-resistant species of eucalyptus]. *Fitontsidy. Eksperimental'nye issledovaniya, voprosy teorii i praktiki: sbornik* [Phytoncides. Experimental research, theory and practice issues: collection]. Kiev, 1975, pp. 107–109. (In Russian).
15. Golyshevnikov P.P., Golyshevnikov S.P. *Kratkiy ocherk izucheniya i primeneniya lekarstvennykh rasteniy* [Brief outline of the study and use of medicinal plants]. Saransk, Publishing house of Saratov University, Saransk branch, 1990. 43 p. (In Russian).
16. Zhurba O.V., Dmitriev M.Ya., Maksimova A.S. (ed.) *Lekarstvennye, yadovitye i vrednye rasteniya* [Medicinal, poisonous and harmful plants]. Moscow, KolosS Publ., 2005. 511 p. (In Russian).
17. Korneeva O.S. *Fitoterapiya pri boleznyakh zhivotnykh* [Herbal medicine for animal diseases]. *Veterinariya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh* [Veterinary of Farm Animals], 2008, no. 3, pp. 47–63. (In Russian).
18. Yurkevich I.D., Mishenin I.D. (eds.) *Lekarstvennye rasteniya i ikh primenenie. Izd. 6-e* [Medicinal plants and their application. 6 the ed.]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1975. 592 p. (In Russian).
19. Lipnitskiy S.S., Piluy A.F., Lappo L.V. *Tekhnika prigotovleniya lekarstvennykh preparatov* [Technique of drug preparation]. *Zelenaya apteka v veterinarii* [Green pharmacy in veterinary]. Minsk, 1987, pp. 12–17. (In Russian).
20. Lipnitskiy S.S., Piluy A.F. *Tselebnye yady v veterinarii* [Healing poisons in veterinary]. Minsk, Uradzhay Publ., 1991. 303 p. (In Russian).

Информация об авторах

Дегтярик Светлана Михайловна – кандидат биологических наук, заведующая лабораторией. Институт рыбного хозяйства (ул. Стебенева, 22, 220024 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Слободницкая Галина Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник. Институт рыбного хозяйства (ул. Стебенева, 22, 220024 г. Минск, Республика Беларусь).

Гребнева Елена Ивановна – кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник. Институт рыбного хозяйства (ул. Стебенева, 22, 220024 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: Grebneva@presidium.bas-net.by

Бенецкая Наталья Александровна – соискатель, старший научный сотрудник. Институт рыбного хозяйства (ул. Стебенева, 22, 220024 г. Минск, Республика Беларусь).

Максимьюк Евгения Владимировна – соискатель, младший научный сотрудник. Институт рыбного хозяйства (ул. Стебенева, 22, 220024 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: Jencya_maksimjuk@mail.ru

Беспалый Алексей Викторович – соискатель, младший научный сотрудник. Институт рыбного хозяйства (ул. Стебенева, 22, 220024 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: salmotmf@gmail.com

Для цитирования

Дегтярик, С.М. Влияние фитонцидов растений на жизнеспособность и вирулентность этиологических агентов бактериальных инфекций у рыб / С.М. Дегтярик, Г.В. Слободницкая, Е.И. Гребнева, Н.А. Бенецкая, Е.В. Максимьюк, А.В. Беспалый // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2017. – № 1. – С. 79–89.

Information about the author

Degtyarik Svetlana M. – Ph. D. (Biological), the Fish Industry Institute (22 Stebeneva Str., 220024, Republic of Belarus). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Slobodnitskaya Galina V. – Ph. D. (Agricultural), the Fish Industry Institute (22 Stebeneva Str., 220024, Republic of Belarus).

Grebneva Elena I. – Ph. D. (Veterinary), the Fish Industry Institute (22 Stebeneva Str., 220024, Republic of Belarus). E-mail: Grebneva@presidium.bas-net.by

Benetskaya Natalya A. – External student, the Fish Industry Institute (22 Stebeneva Str., 220024, Republic of Belarus).

Macksimyuk Evgenya V. – External student, the Fish Industry Institute (22 Stebeneva Str., 220024, Republic of Belarus). E-mail: Jencya_maksimjuk@mail.ru

Bespalyi Alexei V. – External student, the Fish Industry Institute (22 Stebeneva Str., 220024, Republic of Belarus). E-mail: salmotmf@gmail.com

For citation

Degtyarik S.M., Slobodnitskaya G.V., Grebneva E.I., Benecko N.A., Macksimyuk E.V., Bespalyi A.V. Effect of phytoncides of plants on viability and virulence of etiologic agents of bacterial infections in fish. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series*, 2017, no 1, pp. 79–89.

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭНЕРГЕТИКА
MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

УДК 631.62:631.311.51.02

Поступила в редакцию 29.09.2016

Received 29.09.2016

А. Н. Басаревский, К. А. Кравченко*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства,
Минск, Республика Беларусь*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ, РАЗВИВАЕМОЙ НОЖАМИ РОТАЦИОННОГО
РАБОЧЕГО ОРГАНА КАНАЛООЧИСТИТЕЛЯ**

В настоящее время площадь осушенных земель в мире превышает 210 млн га. В США осушено около 60 млн га земель, в странах Европы обрабатываемые земли мелиорированы на 80–100 %. В Республике Беларусь площадь мелиорированных земель составляет около 2,9 млн га, на них производится более трети продукции растениеводства. Однако в условиях длительной эксплуатации состояние осушенных угодий ухудшилось, что ведет к повторному заболачиванию и изменению состояния поверхности почвы. Поддержание работоспособности мелиоративных систем является одной из важнейших задач для эффективного использования осушенных земель. Цель работы – развитие теории взаимодействия ротационных рабочих органов с травяной растительностью и насосами, разработка технических средств для очистки мелиоративных каналов. Теоретические исследования и расчеты проводили на основе методов математического анализа, элементов классической механики. Проанализированы конструктивные особенности распространенной техники для очистки мелиоративных каналов и перспективные пути ее развития. Рассмотрены теоретические предпосылки для описания процессов резания сорной растительности и очистки мелиоративных каналов. На основании результатов исследований получена расчетная зависимость для определения силы резания, развиваемой ножами ротационного рабочего органа каналаочистителя, учитывающая высоту стеблестоя сорной растительности и расстояние от земли до оси вращения ротора. Результаты и выводы могут быть применены в качестве исходных данных для обоснования ротационных параметров ротационных рабочих органов мелиоративных машин.

Ключевые слова: мелиоративный канал, сила резания, ротационный рабочий орган, сопротивление резанию, угловая скорость, момент инерции, режущая кромка

A. N. Basareuski, K. A. Kravchenin*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agricultural Mechanization, Minsk, Belarus*

**DETERMINATION OF CUTTING FORCE APPLIED BY BLADES OF ROTARY WORKING BODY
OF DITCH CLEANER**

Currently the world's drained land area makes over 210 million hectares. In the United States about 60 million hectares of land is drained, in Europe cultivated lands are 80–100% meliorated. In the Republic of Belarus the area of meliorated lands is about 2.9 million hectares, over the third part of crops are produced on these lands. However, at a long-time use the condition of drained lands has deteriorated, leading to rewetting and change of the soil surface condition. Maintaining melioration systems is one of the most important tasks for the efficient use of meliorated lands. The aim of research – development of theory of interaction of rotary working body with herbal plants and pumps, development of engineering tools for cleaning the melioration channels. Theoretical studies and calculations were carried out based on methods of mathematical analysis and elements of classical mechanics. The structural peculiarities of widely used equipment for cleaning melioration channels and perspective ways of its development are analyzed. Theoretical background for description of cutting processes for plants and cleaning the melioration channels are considered. Based on the research results, the calculated dependence for determining the cutting force applied by the blades of rotary working body of channel cleaner is obtained, taking into account the height of the plants stalks and the distance from the ground to the rotor rotation axis. The results and conclusions can be used as initial data for substantiation of rotary parameters of rotary working body of melioration machines.

Keywords: meliorative channel, cutting force, rotary working body, cutting resistance, angle speed, moment of inertia, cutting edge.

Одним из основных условий качественного функционирования современного сельскохозяйственного производства является надежная работа мелиоративной сети, состояние которой сегодня определяет технический уровень земледелия. В настоящее время площадь осушенных земель в мире превысила 210 млн га, из них 2/3 приходится на Европу и Северную Америку. Наибольшие площади осушения (около 60 млн га) находятся в США. В Великобритании, Нидерландах, Финляндии обрабатываемые земли мелиорированы на 80–100 %. Почти во всех развитых странах Европы болота и переувлажненные земли осушены практически полностью [1–4]. В этих странах очистка мелиоративных каналов, как правило, производится одноковшовыми экскаваторами со специализированными ковшом, изначально не предназначенными для выполнения таких операций. Одноковшовые каналочистители часто нарушают профиль дна и откосов каналов, не способны очищать каналы малых размеров и требуют проведения дополнительных работ. Поэтому для очистки небольших каналов все чаще используются каналочистители с ротационным рабочим органом (рис. 1). Востребованность такой техники обусловлена ее высокой производительностью и хорошей надежностью [5–8]. При работе ротационные рабочие органы (рис. 1, *b*, *c*) не разрушают поперечный профиль канала, аккуратно очищают дно канала от наносов и сорной растительности¹ [9–10].

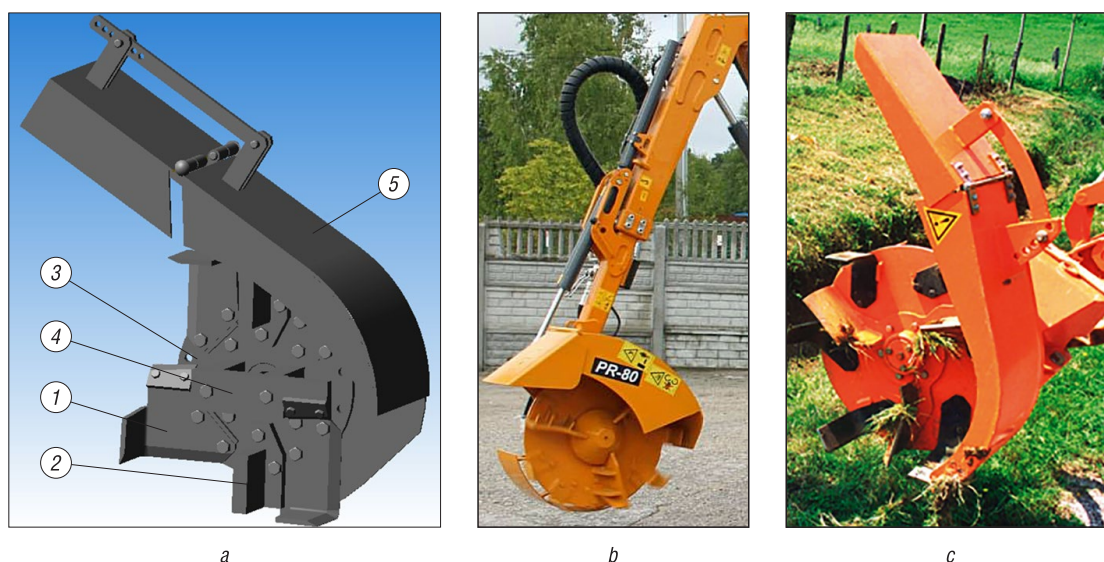


Рис. 1. Ротационные рабочие органы каналочистителей: ротационный рабочий орган традиционной формы (*a*); рабочие органы каналочистителей Rolmex R50/80, Польша (*b*); Noremat Ditch Cleaner, Франция (*c*)

Fig. 1. Rotary working bodies of ditch cleaner: rotary working body of traditional form (*a*); ditch cleaner working body Rolmex R50/80, Poland (*b*); Noremat Ditch Cleaner, France (*c*)

В СССР уже имелся опыт создания каналочистителей с ротационными рабочими органами (МР-7А, МР-14, МР-16 и др.) во время расцвета мелиорации на Полесье, однако на тот момент техническое несовершенство подобной техники препятствовало ее широкому распространению.

В Беларуси первым шагом в создании современной отечественной каналочистительной техники с ротационным рабочим органом можно назвать каналочиститель КОРО-2 (рис. 1, *a*), освоение производства которого планируется ОАО «Амкодор-КЭЗ» и ОАО «Мозырский машиностроительный завод». Отличие его конструкции от зарубежных аналогов заключается в смещении режущей кромки ножей от осевой линии, что позволяет снизить ударные нагрузки и очищать мелиоративные каналы, частично заполненные жидкостью.

Следует отметить, что в мировой прикладной науке можно проследить тенденцию к снижению ресурсопотребления и увеличению надежности передовых технических разработок.

¹ Рекомендации по уходу за каналами с применением многоцелевых каналочистителей со сменными рабочими органами на базе колесных тракторов класса 1,4...2 / А.П. Лихацевич, В.Н. Кондратьев, В.Н. Титов, Н.Г. Райкевич, Т.Г. Свиридович, К.А. Грушанович, Н.Н. Прокопович. – Минск: Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси, 2004. – 35 с.

В Беларуси на государственном уровне этим вопросам также уделяется значительное внимание. Так, одним из ключевых направлений принятой государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы, подпрограмма 8 «Сохранение и использование мелиорированных земель», является повышение энергоэффективности каналоочистительной техники². Для этого необходимо определить влияние конструктивных параметров ротационного рабочего органа на эффективность удаления сорной растительности, что позволит обосновать оптимальные параметры и усовершенствовать элементы конструкции ротационных рабочих органов каналоочистительных машин.

Как известно, на энергоемкость процесса резания оказывает влияние в первую очередь сила сопротивления резанию, но возможность среза растительности определяется другим параметром – силой резания. Срез растительности осуществим только в том случае, если сила резания, развиваемая рабочим органом с заданными конструктивными и технологическими параметрами, больше силы сопротивления резанию, возникающей в срезаемом материале в момент приложения к нему внешней силы.

Вопросу бесподпорного резания посвящены аналитические и экспериментальные исследования В. П. Горячкина, Е. М. Гутьяра, А. Ю. Ишлинского, Е. С. Босого, Н. Е. Резника, И. Ф. Василенко, В. И. Фомина, Д. МакРендал и др. [11–23].

Одной из первых серьезных работ, посвященных резанию растительности, является публикация В. А. Желиговского, который, развивая идеи В. П. Горячкина, теоретически и экспериментально исследовал процесс резания растительности со скольжением лезвия по ней. Однако он исследовал в лабораторных условиях только резание пакетов соломы при небольших скоростях.

При рассмотрении взаимодействия ножа и стебля при бесподпорном резании профессор Е. М. Гутьяр предположил, что деформация изгиба после удара ножа по стеблю перемещается вверх и вниз от места резания со скоростью распространения звука в материале, приводя к синусоидальному изгибу стебля [14].

В. И. Фомин отмечает, что увеличение скорости выше верхней критической нецелесообразно, так как это приводит к излишним затратам энергии. Указывается, что для острых ножей оптимальная скорость резания равна 60 м/с, затупленных – 80 м/с [25].

А. Ю. Ишлинский обосновывает критическую скорость резания при допущениях, что жесткость стебля по длине есть величина постоянная, а масса стебля сосредоточена на его конце. Им также получено уравнение для расчета критической скорости резания [26].

Экспериментальные данные указывают на то, что при определении критической скорости для бесподпорного резания следует ориентироваться не на массу отдельных свободно стоящих стеблей, а на их элементы, обладающие наименьшей массой и жесткостью, т. е. на листья, вегетативные побеги и т. п. Для различных тонкостебельных и травянистых культур критическая скорость колеблется от 8 до 16 м/с. Однако, для того чтобы обеспечить 100%-ное срезание стеблей травы любой жесткости, необходимо увеличивать скорость резания до 40 м/с [27].

Следует помнить, что вектор мгновенной скорости любой точки абсолютно твердого тела, вращающегося с угловой скоростью, равен произведению угловой скорости и радиуса от этой точки до оси ее вращения [28]. Линейная и угловая (для вращательного движения) скорость необходимы для вычисления ускорений тела и имеют прямо пропорциональное влияние на силу резания.

Д. МакРендал [19, 20], Ф. Каифаш [16] и М. И. Карпенко [5] составляли и анализировали графики зависимости мощности, приходящейся на метр ширины захвата, затрачиваемой на срезание, от скорости резания. Изучение графиков показывает, что результаты их исследований довольно противоречивы.

Из проведенного анализа можно сделать вывод о том, что разные авторы нередко получают отличающиеся результаты, существующие теоретические выкладки не учитывают специфических условий, в которых работает каналоочиститель (например, высоту стеблестоя сорной растительности, расстояние от земли до оси вращения ротора, заочкаренности и заиленности ка-

² Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы (внесение изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 585).

нала и т. д.), остается много пробелов в обосновании силы резания, развиваемой ротационными рабочими органами каналоочистителей.

Цель работы – исследование процесса резания сорной растительности и очистки мелиоративных каналов, обоснование параметров и режимов работы ротационных рабочих органов каналоочистительной техники.

Как правило, ротационный рабочий орган каналоочистителей состоит из следующих элементов (рис. 1, а): ножей 1, отбрасывающих лопаток 2, ротора 3, фронтального ножа 4, кожуха 5, гидросистемы и башмака. Работает каналоочиститель с ротационным рабочим органом следующим образом. Приводной вал передает вращательный момент ротору, на котором установлены ножи и отбрасывающие лопатки. Ножи срезают сорную растительность и наносы, а отбрасывающие лопатки подхватывают их и отбрасывают через кожух на берму канала [2, 7].

Рассмотрим процесс удаления наносов, стеблей древесно-кустарниковой и сорной растительности ножами ротационного рабочего органа. Вращаясь вокруг оси приводного вала, закрепленные на роторе ножи действуют на срезаемый материал с какой-то силой, назовем ее $N_{рез}$. По третьему закону Ньютона, тело действует на ножи ротационного рабочего органа с силой, равной по модулю силе $N_{рез}$ и противоположной по направлению, назовем ее $F_{рез}$ (т. е. $N_{рез} = |F_{рез}|$). Таким образом, можно сказать, что в отношении оси вращения ротационного рабочего органа приложен момент силы, плечом которого выступает расстояние от оси ротора до периферии вращения режущей кромки ножей R :

$$M = F_{рез} R, \quad (1)$$

где R – момент силы, Н·м; $F_{рез}$ – сила, с которой тело действует на нож в момент резания, кг·м/с²; R – расстояние от оси ротора до периферии вращения режущей кромки ножей, м.

В то же время сумму моментов сил, действующих на тело, можно рассматривать как произведение момента инерции тела на его угловое ускорение :

$$M = I\varepsilon, \quad (2)$$

где I – момент инерции ротационного рабочего органа в точке приложения силы, кг·м²; ε – угловое ускорение режущей кромки при вращении ротационного рабочего органа, рад/с².

Приравняем момент силы, действующий на срезаемую сорную растительность, и сумму моментов сил, действующих на ротационный рабочий орган, и выразим из полученного уравнения силу резания $F_{рез}$:

$$F_{рез} R = I\varepsilon, \quad (3)$$

$$F_{рез} = \frac{I\varepsilon}{R}, \quad (4)$$

По правилу аддитивности момент инерции тела приблизительно равен сумме моментов инерции составных частей вращающихся элементов ротационного рабочего органа³. Рабочую часть ротационного рабочего органа условно можно разделить на два составных элемента (рис. 2): боковые щеки ножей и диск с вертикальными участками ножей, который можно представить в виде квадрата со стороной a .

Общий момент инерции ротационного рабочего органа равен

$$I = \frac{1}{6} m_1 a^2 + m_2 R^2, \quad (5)$$

где m_1 – масса ротора и вертикальных участков всех ножей, кг; m_2 – масса боковых щек с режущими кромками всех ножей, кг;

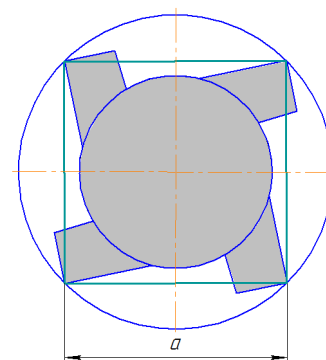


Рис. 2. Схема к определению момента инерции ротационного рабочего органа

Fig. 2. Scheme for determining the rotating working body inertia moment

³ Видеоархивы Ришельевского физико-математического лицея и Одесского национального университета им. И. И. Мечникова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rl.odessa.ua/index.php/ru/arkhiv> – Дата доступа 1.10.2016.

a – длина стороны квадрата, образованного пересечением вспомогательных линий, соединяющих режущие кромки ножей ротационного рабочего органа (рис. 2), м.

Угловое ускорение ε режущей кромки ножей можно представить как отношение изменения угловой скорости к изменению времени [26]. В случае, если угловая скорость ω неизвестна, ее можно выразить через скорость изменения угла φ (см. рис. 3):

$$\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t^2}, \quad (6)$$

где ω – угловая скорость вращения ротора, рад^{-1} ; φ – угол, в диапазоне которого происходит срез сорной растительности, рад; t – время, за которое режущая кромка лезвия ножа при вращении ротора переместится на угол φ , с.

Предположим, что при полном обороте ротора сила $F_{\text{рез}}$ будет действовать со стороны срезаемой сорной растительности на режущую кромку лезвия ножа только на участке l (рис. 3), ограниченным углом φ у оси вращения ротора.

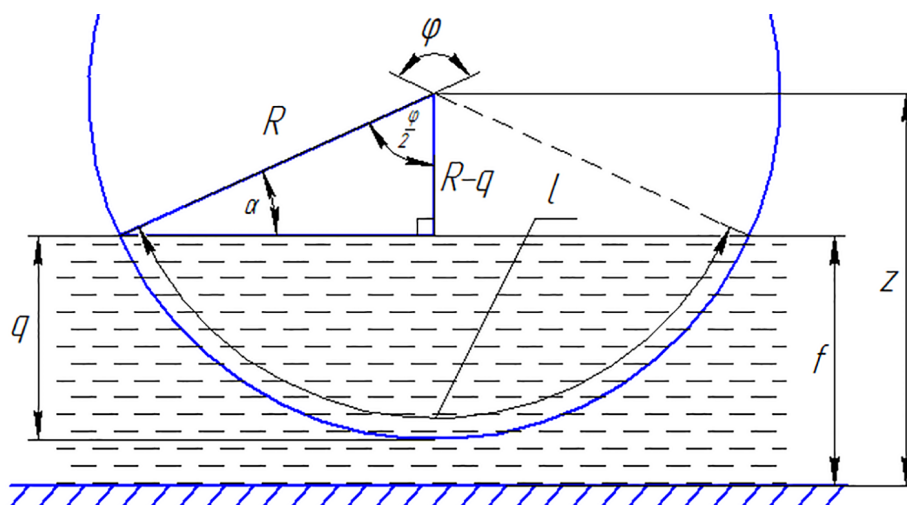


Рис. 3. Схема к определению длины дуги сегмента
Fig. 3. The scheme for determining the arc segment length

Длина дуги сегмента, ограниченного углом φ , для градусной меры угла выражается формулой

$$l = \frac{\pi R \varphi}{180^\circ}. \quad (7)$$

Здесь l – длина дуги окружности, описываемой режущей кромкой ножей вращающегося ротора, где началом дуги является точка опускания режущей кромки ножей ниже высоты стеблей сорной растительности, а концом, наоборот, точка поднятия режущей кромки выше верхушек стеблей (длина дуги, ограниченная углом φ), м.

Время прохождения режущей кромкой расстояния можно представить как отношение длины пройденного пути к скорости:

$$\Delta t = \frac{l}{v} = \frac{\frac{\pi R \varphi}{180^\circ}}{\omega R} = \frac{\frac{\pi R \varphi}{180^\circ}}{\frac{\pi n R}{180^\circ}} = \frac{\varphi}{n} \quad (8)$$

(n – частота вращений ротора, град/с).

Тогда угловое ускорение ε равно

$$\varepsilon = \frac{\omega}{\frac{\varphi}{n}} = \frac{\frac{\pi n^2}{180^\circ}}{\frac{\varphi}{180^\circ}} = \frac{\pi n^2}{180^\circ \varphi}. \quad (9)$$

Найдем угол φ из прямоугольного треугольника со сторонами R и $(R-q)$ (см. рис. 3):

$$\sin \alpha = \frac{R-q}{R}, \quad (10)$$

где q – расстояние от оси вращения ротора до уровня стеблестоя сорной растительности, м; α – угол между условной линией вершин стеблей (средняя высота) и опирающимся на нее радиусом ротора, град.

Из рис. 3 видно, что угол φ равен

$$\varphi = 2(90^\circ - \alpha). \quad (11)$$

Подставим выражения (5) и (9) в формулу (4) и преобразуем ее:

$$F_{\text{рез}} = \frac{\left(\frac{1}{6}m_1a^2 + m_2R^2\right)\pi n^2}{180^\circ\varphi R}. \quad (12)$$

Используя известные технические параметры ротационных рабочих органов (примем: $m_1 = 30$ кг; $a = 0,42$ м; $m_2 = 7$ кг; $R = 0,3$ м; $n = 4800$ град/с; $\varphi = 2 \cdot 80^\circ$), получим значение силы резания $F_{\text{рез}}$:

$$F_{\text{рез}} = \frac{\left(\frac{30}{6} \cdot 0,42^2 + 7 \cdot 0,3^2\right) 3,14 \cdot 4800^2}{180^\circ \cdot 2 \cdot 80^\circ \cdot 0,3} = 12\,643,73 \text{ Н.}$$

Для проверки полученного результата выразим силу резания через нормальное (центростремительное) ускорение и массу ножа с частью массы ротора. В дальнейших расчетах обозначим силу резания как $F'_{\text{рез}}$.

В общем случае сила резания, развиваемая ножами ротационного рабочего органа, совершающего равномерное вращательное движение, определяется зависимостью

$$F'_{\text{рез}} = a_n m, \quad (13)$$

где a_n – нормальное ускорение тела, направленное к оси вращения ротора, м/с²; m – часть массы ротора с закрепленными на нем ножами, прикладываемая в момент среза, кг.

Преобразуем зависимость (13), подставив в нее значения выражения для определения нормального ускорения тела и части массы ротора с ножами. Учитывая то, что не вся масса рабочей части ротационного рабочего органа прикладывается в момент среза, введем поправочный коэффициент $\frac{1}{6}$, полученный исходя из количества рабочих элементов конструкции, установленных на вращающемся роторе (4 ножа и 2 отбрасывающие лопатки):

$$F'_{\text{рез}} = \omega^2 R \frac{1}{6} m_{\text{рот}} = \left(\frac{\pi n}{180^\circ}\right)^2 R \frac{1}{6} m_{\text{рот}}. \quad (14)$$

Используя известные технические параметры ротационных рабочих органов (примем: $R = 0,3$ м; $n = 4800$ град/с; $m_{\text{рот}} = 7$ кг), получим значение силы резания $F'_{\text{рез}}$:

$$F'_{\text{рез}} = \left(\frac{3,14 \cdot 4800}{180^\circ}\right)^2 0,3 \frac{1}{6} 7 = 12\,970 \text{ Н.}$$

Близость полученных результатов подтверждает правильность обеих формул (12), (14) для вычисления силы резания, развиваемой ножами ротационного рабочего органа.

Выбирая из двух предложенных формул, для вычисления силы резания через нормальное (центростремительное) ускорение и массу ножа с частью массы ротора и через приравнивание момента силы, действующей на срезаемую сорную растительность, и сумму моментов сил, действующих на ротационный рабочий орган, для более точных расчетов следует пользоваться последней, так как она учитывает больше переменных факторов: высоту стеблестоя сорной растительности, угол при оси вращения ротора, в диапазоне которого происходит срез сорной растительности, момент инерции тела и его угловое ускорение.

Заклучение. В результате проведенных теоретических исследований получена расчетная зависимость для определения силы резания, развиваемой ножами ротационного рабочего органа каналаочистителя. Установлено, что сила резания не зависит от угла заточки лезвия, скоса режущей кромки ножа и угла вхождения режущей кромки в срезаемый материал. Эти параметры имеют прямо пропорциональное влияние только на силу сопротивления резанию. Также сила резания не зависит от горизонтального или вертикального смещения режущей кромки ножа от осевых линий ротора, при условии, что в обоих случаях радиус ротационного рабочего органа по периферии вращения режущих кромок будет одинаковым, так как при равном удалении режущей кромки от оси вращения ротора плечо силы будет одинаковым.

Проведенные теоретические исследования позволят развить теорию взаимодействия ротационного рабочего органа каналаочистителя с наносами и сорной растительностью, а также создать научные основы к разработке энергоэффективной каналаочистительной техники. Результаты и выводы данной статьи могут быть использованы в качестве исходных данных для обоснования рациональных параметров ротационных рабочих органов мелиоративных машин.

Список использованных источников

1. Дмитриева, О. М. Технологический комплекс машин для содержания осушительных каналов / О. М. Дмитриева // Гидротехника и мелиорация. – 1977. – № 4. – С. 51–53.
2. Титов, В. Н. Технические средства для окашивания берм и откосов каналов / В. Н. Титов, С. Е. Страхов // Мелиорация. – 2012. – № 2 (67). – С. 17–23.
3. Кавешников, Н. Т. Эксплуатация и ремонт гидротехнических сооружений / Н. Т. Кавешников. – М. : Агропромиздат, 1989. – 272 с.
4. Корженевский, А. Н. Опыт эксплуатации мелиоративных каналов в БССР / А. Н. Корженевский, Л. И. Новик // Гидротехника и мелиорация. – 1978. – № 11. – С. 63–67.
5. Карпенко, А. Н. Сельскохозяйственные машины / А. Н. Карпенко, В. М. Халанский. – 6 изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1989. – 527 с.
6. Корженевский, А. Н. Ремонтные работы на осушительных системах / А. Н. Корженевский. – М. : Колос, 1978. – 240 с.
7. Мелиоративные машины / Б. А. Васильев [и др.] ; под ред. И. И. Мера. – М. : Колос, 1980. – 351 с.
8. Корневич, Л. П. Экспериментально-теоретическое исследование и обоснование параметров режущих аппаратов роторного типа : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Л. П. Корневич. – Минск, 1971. – 149 л.
9. Магомедов, Ф. М. Оптимизация параметров режима технологического процесса скашивания растительности на оросительных каналах / Ф. М. Магомедов, Н. Г. Фаталиев, И. М. Меликов // Современные проблемы и перспективы развития аграрной науки : материалы междунар. науч.-практ. конф., г. Махачкала, 26–27 апр. 2016 г. / Дагестан. гос. с.-х. акад. – Махачкала, 2010. – С. 263–270.
10. Шаршунов, В. А. Обоснование оптимальных параметров ножей роторной косилки / В. А. Шаршунов, С. Г. Рубец // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 19–20 окт. 2010 г. : в 2 т. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва ; редкол.: П. П. Казакевич, О. О. Дударев. – Минск, 2010. – Т. 2. – С. 51–58.
11. Азаренко, В. В. Моделирование процесса взаимодействия ножа фрезы с обрабатываемой средой / В. В. Азаренко // Математическое моделирование сельскохозяйственных объектов – основа проектирования технологий и машин XXI века : материалы междунар. науч. конф., Минск, 27–28 февр. 2001 г. / Белорус. науч.-исслед. ин-т механизации сел. хоз-ва ; редкол.: В. Н. Дашков [и др.]. – Минск, 2001. – С. 43–48.
12. Шаршунов, В. А. Экспериментальное исследование мощности, затрачиваемой на срезание древесно-кустарниковой растительности усовершенствованным ножом роторной косилки / В. А. Шаршунов, Е. И. Мажугин, С. Г. Рубец // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2011. – № 2. – С. 122–127.
13. Комаров, Л. И. К определению основных параметров измельчающего аппарата роторного типа / Л. И. Комаров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1963. – № 6. – С. 22–24.
14. Влияние типа режущего аппарата на качество скашивания растительности на каналах / А. А. Коршиков [и др.] // Агропромышленные машины и оборудование (теория, конструкция и расчет : сб. науч. тр. / Новочеркас. гос. мелиоратив. акад. – Новочеркасск, 2008. – Вып. 8. – С. 4–8.
15. Желиговский, В. А. Экспериментальная теория резания лезвием / В. А. Желиговский // Тр. Моск. ин-та механизации и электрификации сел. хоз-ва. – Вып. 9 – М. : Изд. Моск. ин-та механизации и электрификации сел. хоз-ва, 1940. – 27 с.
16. Каифаш, Ф. Обоснование динамических параметров и режима работы ротационного режущего аппарата : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Ф. Каифаш. – М., 1982. – 158 л.
17. Константинов, В. А. Определение критической скорости резания свободного стебля / В. А. Константинов // Тракторы и сельхозмашины. – 1964. – № 12. – С. 20–22.
18. Кондратьев, В. Н. Косилки бильного типа: вопросы проектирования и эксплуатации : пособие / В. Н. Кондратьев. – Минск : БелНИИ мелиорации и луговодства, 2002. – 40 с.
19. McRandal, D. M. Impact cutting behavior of forage crops. I. Mathematical models and laboratory test / D. M. McRandal, P. B. McNulty // J. of Agr. Engineering Research. – 1978. – Vol. 23, N3. – P. 313–328.

20. McRandal, D. M. Mechanical and physical properties of grasses / D. M. McRandal, P. B. McNulty // Transactions of the ASAE. – 1980. – Vol. 23, N4. – P. 816–821.
21. Johnson, C. E. Horizontal rotary mower blade dynamics / C. E. Jonson, W. D. Robinson, J. L. Turner // Transactions of the ASAE. – 1984. – Vol. 27, N6. – P. 1666–1668.
22. Мартынов, В. М. Геометрия ножа ротационного режущего аппарата / В. М. Мартынов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2009. – № 3. – С. 34–36.
23. Коковин, Е. В. Механизация работ по осушению и освоению земель / Е. В. Коковин, М. Ф. Незнаев. – М. : Сельхозгиз, 1956. – 391 с.
24. Рубец, С. Г. Скашивание древесно-кустарниковой растительности на мелиоративных объектах многогортной косилкой с трапециевидными ножами : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / С. Г. Рубец. – Минск, 2013. – 196 л.
25. Резник, Н. Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Н. Е. Резник. – М. : Машиностроение, 1975. – 311 с.
26. Фомин, В. И. Исследование процесса бесподпорного среза трав / В. И. Фомин // Тр. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та с.-х. машиностроения. – М., 1962. – Вып. 39 : Исследование новых технологических процессов и рабочих органов сеноуборочных машин. – С. 3–56.
27. Титов, В. Н. Технологический регламент на окашивание каналов мелиоративных систем / В. Н. Титов, К. А. Гуцанович // Мелиорация. – 2012. – № 1 (67). – С. 203–210.
28. Штомпель, Б. Н. Исследование технологического процесса кошения трав ротационными косилками / Б. Н. Штомпель. – Минск : Изд-во Акад. с.-х. наук БССР, 1961. – 35 с.

References

1. Dmitrieva O. M. *Tekhnologicheskij kompleks mashin dlya sodержaniya osushitel'nykh kanalov* [Technological machinery complex for maintenance of drainage channels]. *Gidrotekhnika i melioratsiya* [Hydraulic Engineering and Land Reclamation], 1977, no. 4, pp. 51–53. (In Russian).
2. Titov V. N., Strakhov S. E. *Tekhnicheskie sredstva dlya okashivaniya berm i otkosov kanalov* [Technical means for coloring of berms and slopes of channels]. *Melioratsiya* [Land Reclamation], 2012, no. 2 (67), pp. 17–23. (In Russian).
3. Kaveshnikov N. T. *Ekspluatatsiya i remont gidrotekhnicheskikh sooruzheniy* [Maintenance and repair of hydraulic structures]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989. 272 p. (In Russian).
4. Korzhenevskiy A. N., Novik L. I. *Opyt ekspluatatsii meliorativnykh kanalov v BSSR* [Experience in maintenance of drainage canals in the Belorussian SSR]. *Gidrotekhnika i melioratsiya* [Hydraulic Engineering and Land Reclamation], 1978, no. 11, pp. 63–67. (In Russian).
5. Karpenko A. N., Khalanskiy V. M. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny. 6 izd.* [Agricultural machinery. 6 the ed.]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989. 527 p. (In Russian).
6. Korzhenevskiy A. N. *Remontnye raboty na osushitel'nykh sistemakh* [Repair works on drainage systems]. Moscow, Kolos Publ., 1978. 240 p. (In Russian).
7. Vasil'ev B. A., Gantman V. B., Komissarov V. V., Mer I. I., Pavlinov A. N., Revin B. G., Surikov V. V., Mer I. I. (ed.) *Meliorativnyye mashiny* [Drainage machines]. Moscow, Kolos Publ., 1980. 351 p. (In Russian).
8. Korenevich L. P. *Eksperimental'no-teoreticheskoe issledovanie i obosnovanie parametrov rezhushchikh apparatov rotornogo tipa. Diss. dokt. tekhn. nauk* [Experimental and theoretical research and substantiation of the parameters of rotary cutting devices. Dr of tehn. sci. diss.]. Minsk, 1971. 149 p. (In Russian).
9. Magomedov F. M., Fataliev N. G., Melikov I. M. *Optimizatsiya parametrov rezhima tekhnologicheskogo protsessa skashivaniya rastitel'nosti na orositel'nykh kanalakh* [Optimization of the parameters of the mode of technological process of vegetation mowing on drainage canals]. *Sovremennyye problemy i perspektivy razvitiya agrarnoy nauki: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 26–27 aprelya 2016 g., g. Makhachkala* [Modern problems and prospects of the development of agrarian science: proceedings of the International scientific-practical conference, 26–27 April 2016, Makhachkala]. Makhachkala, 2010, pp. 263–270. (In Russian).
10. Sharshunov V. A., Rubets S. G. *Obosnovanie optimal'nykh parametrov nozhey rotnoy kosilki* [Substantiation of optimal parameters of rotary mower blades]. *Nauchno-tekhnicheskij progress v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Minsk, 19–20 oktyabrya 2010 g.* [Scientific and technical progress in agriculture: proceedings of the International scientific-practical conference, Minsk, 19–20 October 2010]. Minsk, 2010, vol. 2, pp. 51–58. (In Russian).
11. Azarenko V. V. *Modelirovaniye protsessa vzaimodeystviya nozha frezy s obrabatyvaemoy sredoy* [Modeling of the interaction of blade milling cutter with the work environment]. *Matematicheskoe modelirovaniye sel'skokhozyaystvennykh ob'ektov – osnova proektirovaniya tekhnologiy i mashin XXI veka: materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Minsk, 27–28 fevralya 2001 g.* [Mathematical modeling of agricultural objects – basis for the design of technologies and machines of the XXI century: proceedings of the International scientific conference, Minsk, 27–28 February, 2001]. Minsk, 2001, pp. 43–48. (In Russian).
12. Sharshunov V. A., Mazhugin E. I., Rubets S. G. *Eksperimental'noye issledovanie moshchnosti, zatrachivaemoy na srezaniye drevesno-kustarnikovoy rastitel'nosti usovershenstvovannym nozhom rotnoy kosilki* [Experimental research on power needed for cutting tree-like shrubs by improved knives of rotor mower]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy], 2011, no. 2, pp. 122–127. (In Russian).
13. Komarov L. I. *K opredeleniyu osnovnykh parametrov izmel'chayushchego apparata rotnoy kosilki* [Determination of the basic parameters of rotary grinding machines]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva* [Mechanization and Electrification of Agriculture], 1963, no. 6, pp. 22–24. (In Russian).

14. Korshikov A.A., Fataliev N.G., Magomedov F.M., Kakhriyanov Z.N. *Vliyanie tipa rezhushchego apparata na kachestvo skashivaniya rastitel'nosti na kanalakh* [Influence of the type of cutting device on the quality of vegetation cutting on channels]. *Agropromyshlennye mashiny i oborudovanie (teoriya, konstruktsiya i raschet): sbornik nauchnykh trudov* [Agro-Industrial machinery and equipment (theory, design and calculation): collection of scientific works]. Novosibirsk, 2008, no. 8, pp. 4–8.
15. Zheligovskiy V.A. *Eksperimental'naya teoriya rezaniya lezviem* [Experimental cutting edge theory]. Moscow, Publication of Moscow Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, 1940. 27 p. (In Russian).
16. Kaifash F. *Obosnovanie dinamicheskikh parametrov i rezhima raboty rotatsionnogo rezhushchego apparata. Diss. kand. tekhn. nauk* [Substantiation of dynamic parameters and modes of operation of rotary cutting device. Dr. of techn. sci. diss.]. Moscow, 1982. 158 p. (In Russian).
17. Konstantinov V.A. *Opreделение kriticheskoy skorosti rezaniya svobodnogo steblya* [Determination of critical cutting speed of free stem]. *Traktory i sel'khoz mashiny* [Tractors and Farm Machinery], 1964, no. 12, pp. 20–22. (In Russian).
18. Kondrat'ev V.N. *Kosilki bil'nogo tipa: voprosy proektirovaniya i ekspluatatsii* [Slashing mowers: design and operation issues]. Minsk, Belarusian Research Institute of Land Reclamation and Grassland, 2002. 40 p. (In Russian).
19. McRandal D.M., McNulty P.B. Impact cutting behavior of forage crops. I. Mathematical models and laboratory test. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1978, vol. 23, no. 3, pp. 313–328. doi: 10.1016/0021-8634(78)90104-X.
20. McRandal D.M. Mechanical and physical properties of grasses. *Transactions of the ASAE*, 1980, vol. 23, no. 4, pp. 816–821. doi: 10.13031/2013.34669.
21. Johnson C.E., Robinson W.D., Turner J.L. Horizontal rotary mower blade dynamics. *Transactions of the ASAE*, 1984, vol. 27, no. 6, pp. 1666–1668. doi: 10.13031/2013.33024.
22. Martynov V.M. *Geometriya nozha rotatsionnogo rezhushchego apparata* [Geometry of blade of rotary cutting device]. *Traktory i sel'khoz mashiny* [Tractors and Farm Machinery], 2009, no. 3, pp. 34–36. (In Russian).
23. Kokovin E.V., Neznaev M.F. *Mekhanizatsiya rabot po osusheniyu i osvoeniyu zemel'* [Mechanization of works on drainage and land reclamation]. Moscow, Sel'khozgiz Publ., 1956. 391 p. (In Russian).
24. Rubets S.G. *Skashivanie drevno-kustarnikovoy rastitel'nosti na meliorativnykh ob'ektakh mnogorotornoy kosilkoy s trapetsievidnymi nozhami. Diss. kand. tekhn. nauk* [Cutting tree-like shrubs on reclamation facilities with a multi-rotor mower with trapezoidal blades. Dr. of techn. sci. diss.]. Minsk, 2013. 196 p. (In Russian).
25. Reznik N.E. *Teoriya rezaniya lezviem i osnovy rascheta rezhushchikh apparatov* [Cutting edge theory and basis for calculation of cutting devices]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1975. 311 p. (In Russian).
26. Fomin V.I. *Issledovanie protsessa bespodpornogo sreza trav* [Research on non-supporting grass cutting]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sel'skokhozyaystvennogo mashinostroeniya* [Proceedings of the All-Union Scientific Research Institute of Agricultural Engineering]. Moscow, 1962, no. 39, pp. 3–56. (In Russian).
27. Titov V.N., Gutsanovich K.A. *Tekhnologicheskii reglament na okashivanie kanalov meliorativnykh sistem* [Production schedules for mowing of channels of drainage systems]. *Melioratsiya* [Land Reclamation], 2012, no. 1 (67), pp. 203–210. (In Russian).
28. Shtompel' B.N. *Issledovanie tekhnologicheskogo protsessa kosheniya trav rotatsionnymi kosilkami* [Research on the technological process of cutting grass with rotary mowers]. Minsk, Publishing House of the Academy of Agricultural Sciences BSSR, 1961. 35 p. (In Russian).

Информация об авторах

Басаревский Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией механизации культуртехнических работ. Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства (Кнорина, 1, 220049 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: labmkr@yandex.ru.

Кравченко Константин Андреевич – соискатель, младший научный сотрудник. Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства (Кнорина, 1, 220049 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: john-kostigan@yandex.ru.

Для цитирования

Басаревский, А.Н. Определение силы резания, развиваемой ножами ротационного рабочего органа каналоочистителя / А.Н. Басаревский, К.А. Кравченко // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2017. – № 1. – С. 90–98.

Information about the author

Basareuski Alexander N. – Ph. D. (Engineering), Assistant Professor, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Agriculture Mechanization (1 Knorin Str., Minsk 220049, Republic of Belarus). E-mail: labmkr@yandex.ru.

Kravchenin Kanstantin A. – Postgraduate student, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus (1 Knorin Str., Minsk 220049, Republic of Belarus). E-mail: john-kostigan@yandex.ru.

For citation

Basareuski A.N., Kravchenin K.A. Determination of cutting force applied by blades of rotary working body of ditch cleaner. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series*, 2017, no 1, pp. 90–98.

ISSN 1817-7204 (print)
УДК 631.15:637.116(476)

Поступила в редакцию 10.08.2016
Received 10.08.2016

В. О. Китиков

*Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства,
Минск, Республика Беларусь*

АНАЛИЗ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА

Республика Беларусь занимает 4-е место в мире по производству молока на душу населения и имеет ведущие позиции по темпам развития молочной отрасли. Однако, несмотря на достаточно высокие количественные результаты, отечественная молочная отрасль характеризуется высоким уровнем затрат и относительно низкой продуктивностью. В связи с этим для повышения рентабельности и, следовательно, конкурентоспособности молочной продукции на мировом рынке существует необходимость снижения удельных затрат и перевода отечественного молочно-товарного производства на новый качественный уровень. На основе анализа тенденций в молочно-товарном производстве и новых научных знаний о биосинтезе молока в статье предложен концептуальный подход к созданию физиологически-щадящего процесса машинного доения коров и соответствующего технологического оборудования для его реализации. Предложен обобщенный показатель – «уровень удельных затрат», позволяющий дать оценку эффективности производства молока и выполнить анализ научно-технического уровня процессов этого производства. Показано, что даже без изменения общих энергозатрат на все процессы преддоильного содержания и само машинное доение, а только за счет совершенствования процесса машинного доения уровень удельных затрат можно снизить более чем в 3 раза. Анализ позволил сформулировать базовые направления модернизации процессов производства молока, которые вытекают из минимизации уровня удельных затрат и которые актуальны для молочного животноводства любой страны мира, так как носят объективный характер.

Ключевые слова: машинное доение, физиологически-щадящий процесс, доильное оборудование, удельные затраты.

V. O. Kitikov

*Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture Mechanization,
Minsk, Republic of Belarus*

ANALYSIS OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL LEVEL OF MILK PRODUCTION PROCESSES

The Republic of Belarus takes the 4th place in the world in production of milk per capita and occupies leading positions in development of dairy industry. However, despite the relatively high quantitative results, the national dairy industry is characterized by high level of expenses and relatively low performance. In this regard, to improve the profitability and hence the competitiveness of dairy products in the world market, it is required to reduce the unit costs and to take the national dairy industry to a new level of quality. Based on the analysis of trends in the dairy industry and new scientific knowledge on the biosynthesis of milk, the paper describes conceptual approach for development of physiologically sparing process of cows machine milking and the corresponding technological equipment for its implementation. A generalized indicator was proposed – the level of unit costs, allowing to assess the efficiency of milk production and evaluate the scientific and technical level of the production processes. It is shown that even with no changes of the overall energy consumption for all the milk production processes and machine milking, and only due to milking process improvement, the level of unit costs can be reduced by over 3 times. The analysis allowed to formulate the basic directions of modernization of milk production processes, deriving from minimization of unit costs level, and which are relevant for dairy farming in any country of the world, as soon as they are objective.

Keywords: machine milking, physiologically sparing process, dairy equipment, unit cost.

Республика Беларусь производит 7 млн т в год молока, более половины которого поставляется на экспорт в виде молочных продуктов, при этом мировой экспорт молочных продуктов равен 46 млн т в год, что составляет всего 3 % от потребности стран, не производящих молоко в достаточном количестве. Наша страна входит в 20 стран, производящих 80 % мирового объема

молока, и занимает ведущие позиции по темпам развития молочной отрасли¹. Производство молока на одного жителя составляет 0,7 т/год² (4-е место в мире), что в 2,5 раза превышает внутреннюю потребность. Эти показатели мирового уровня, а также благоприятные климатические условия (гидротермический коэффициент 1,5 мм/°С³) и высокий научно-технический потенциал машиностроения позволяют утверждать, что промышленное производство молока в Беларуси является приоритетной отраслью сельского хозяйства.

Вместе с тем, несмотря на высокие количественные результаты, отечественная молочная отрасль⁴ в настоящее время имеет относительно высокие удельные затраты и относительно низкую продуктивность: энергозатраты – 90 кВт·ч/т; трудозатраты – 70 чел.-ч/т; доля молока сорта «экстра» – 30 %, средний удой – 4,7 т/гол. в год (для сравнения: в ЕС – 45 кВт·ч/т; 35 чел.-ч/т; 70 %; 8,5 т/гол. в год соответственно) [1]. В связи с этим для повышения рентабельности и, следовательно, конкурентоспособности молочной продукции на мировом рынке существует необходимость снижения удельных затрат и перевода отечественного молочно-товарного производства на новый качественный уровень.

Цель настоящей работы – разработка методики анализа эффективности производства молока, и научное обоснование снижения уровня удельных затрат за счет инновационной модернизации процессов.

Методологический подход к модернизация производства молока. Основными причинами, снижающими эффективность производства молока, являются:

1) относительно низкий уровень механизации-автоматизации процессов, обусловленный недостаточным применением информационных управляющих систем в технологическом оборудовании для управления работой молочной фермы, а также наличие малоквалифицированного труда, который оказывает существенное влияние на параметры конечной продукции [2–8];

2) некомфортные условия содержания животных (недостаточный воздухообмен, относительно низкие температуры в зимний период, неэффективное навозоудаление, отсутствие в полной мере сбалансированных кормов в биологически активной форме и их нормированной раздачи) [5–8];

3) морально устаревшее оборудование для машинного доения (низкая стабильность рабочего вакуумного контура, жесткий контакт рабочих органов доильного аппарата с выменем животного, неоптимальные режимы машинного доения) [7, 8].

Отличительная особенность процесса машинного доения заключается в том, что только в этом процессе происходит непосредственный механический контакт рабочих органов доильной установки с органами животного. Грубый контакт машины с животным приводит к стрессу, повышенной вероятности заболевания маститом с соответствующим снижением продуктивного долголетия коров, снижению удоев и качества молока, что в итоге снижает рентабельность производства и экспортную привлекательность молочной продукции [8–10].

Несовершенство машинного доения может свести на нет усилия большого коллектива специалистов-технологов и ученых, задействованных в производстве молока. Анализ мировых и отечественных тенденций развития молочной отрасли позволил выдвинуть научную идею, реализация которой направлена на создание благоприятных условий для перевода молочно-товарного производства Республики Беларусь на более высокий уровень рентабельности.

Анализ показал, что совершенствование процесса машинного доения в результате простой модернизации невозможно, о чем свидетельствует замедление темпов роста молочной продуктивности в последнее десятилетие [9]. Эта важнейшая проблема может быть решена только путем инновационной модернизации.

¹ Food outlook. May 2015 : biannual report on global food markets / Food a. Agriculture Organization of the United Nations. – Rome : Food a. Agriculture Organization of the United Nations, 2015. – P. 121; Рейтинг стран мира по производству коровьего молока [Электронный ресурс] / MILKNEWS.RU : новости и аналитика молоч. рынка. – Режим доступа: http://milknews.ru/analitika-rinka-moloka/reitingi/reitingi_1082.html. – Дата доступа: 13.01.2017; Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятий молочной отрасли Беларуси / сост.: А. В. Мелешеня [и др.]. – Минск : Ин-т мясо-молоч. пром-сти, 2009. – 124 с.

² Беларусь и страны мира: сб. статист. инф. / М-во статист. и анализа. – Минск, 2015. – 271 с.

³ Гидротермический коэффициент территорий [Электронный ресурс] / Методика сельскохозяйственной характеристики климата <http://www.agroatlas.ru>. – Date of access: 14.01.2017.

⁴ Беларусь и страны Евросоюза : сб. статист. инф. / М-во статист. и анализа Респ. Беларусь. – Минск, 2013. – 235 с.

В нашем случае инновационная модернизация основана на привлечении новых знаний о гормональной природе молоковыведения из молекулярной биологии. Биохимические закономерности молоковыведения, конечно, не являются объектом исследований, они используются нами как отправная точка для разработки процесса машинного доения [11, 12]. Приведем их кратко:

1. Забор молока из альвеолярной части вымени (80 % разового удоя) возможен только при наличии в крови животного гормона окситоцина, который заставляет гладкую мускулатуру клеток, окружающих альвеолы, сокращаться и «выжимать» молоко в протоки и цистерну вымени. Время действия окситоцина 4–5 мин.

2. Стресс во время доения сопровождается выделением в кровь гормона адреналина, блокирующего действие окситоцина и затрудняющего молоковыведение.

3. Первые порции цистернального молока содержат менее 1 % жира, последние порции альвеолярного молока – более 10 % жира.

4. Полное опорожнение альвеол стимулирует секрецию молокообразования, так как сигнализирует о нехватке молока (при возврате в кровь протеина), предотвращает самозапуск коровы.

Реализация этих идей связана, во-первых, с исключением стресса в процессе машинного доения, а следовательно, гормона адреналина в крови животного.

Так как основной причиной стресса при машинном доении является травмирование животных, вызванное низкой стабильностью давления в рабочем вакуумном контуре и жестким механическим контактом рабочих органов доильного аппарата с выменем, то для реализации бесстрессового машинного доения требуется применять рабочий вакуумный контур, параметры которого (градиент давления в трубопроводе – 0,01 кПа/м, временная нестабильность – $\pm 0,3$ кПа, амплитуда пульсации давления при надевании-съеме доильных стаканов менее – 6 кПа, коэффициент релаксации давления – менее 6 кПа·с) обеспечивают повышенную стабильность давления. Кроме того, необходимы новые конструктивные параметры рабочих органов доильного аппарата (в первую очередь сосковой резины), исключающих травмирование вымени животного при непосредственном контакте, а также оптимальные режимы функционирования оборудования [13].

Установлено, что второе необходимое условие – доение только при наличии гормона окситоцина в крови животного. Это означает, что время машинного доения равно времени активного действия гормона окситоцина. Это условие будем называть комфортностью процесса. Любое отклонение от этого равенства приведет к травмированию животных [13].

Анализ процесса молоковыведения позволил нам установить, что скорость машинного доения v_d должна быть равна скорости перехода молока из альвеол в цистерну вымени $v_{ал}$. Таким образом, достаточным условием в создании процесса машинного доения является полнота альвеолярного выдаивания. Если $v_d > v_{ал}$, то за короткое время выдаивается молоко из цистерны, и при достижении критической скорости молоковыведения (0,2 кг/мин) доильный аппарат отключается, процесс машинного доения прекращается, но при этом альвеолы останутся частично заполненными. Если $v_d < v_{ал}$, то в цистерне повышается избыточное давление за счет накопления в ней альвеолярного молока, препятствующее дальнейшему выходу молока из альвеол в цистерну вымени, что приводит к стрессу и, следовательно, прекращению молоковыведения. Результат в обоих случаях – неполное альвеолярное выдаивание и, как следствие, низкие удои, малая жирность, преждевременный самозапуск коровы и повышенный риск мастита. Полное альвеолярное выдаивание, с одной стороны, существенно повышает удои и качество молочного сырья (как отмечено, первые порции цистернального молока содержат < 1% жира, а последние порции альвеолярного молока > 10 %), с другой стороны – стимулирует секрецию молокообразования и предотвращает преждевременный самозапуск коровы. Таким образом, необходимо создать такой процесс, в котором скорость машинного доения равна скорости перехода молока из альвеол в цистерну вымени.

Итак, новый подход в создании процесса машинного доения основан на принципах бесстрессовости, комфортности и полноты альвеолярного выдаивания. Кроме того, эти принципы должны быть реализованы для каждой коровы с учетом физиологических и индивидуальных особенностей животных, что возможно при широком использовании информационных управляющих систем. Процесс машинного доения, реализованный на этих принципах, в дальнейшем будем называть физиологически-щадящим процессом [13, 14].

Обобщенный показатель эффективности производства молока. Очевидно, что задача перевода молочного животноводства на качественно новый уровень – задача крупномасштабная. Решение подобного рода задач невозможно без критерия, позволяющего оценивать степень совершенства инновационных нововведений. В качестве такого критерия нами предложен уровень удельных затрат, определяемый как отношение общих затрат к единице нормализованного продукта [9, 13]. Обобщенный количественный показатель содержит важные качественные характеристики процесса машинного доения и здоровья животных, учитывает общие энергетические затраты, количество и качество молочного сырья, долю коров, временно по тем или иным причинам не участвующих в производстве молока, а также продуктивное долголетие животных:

$$\gamma = \frac{1 + n_0 / n}{\alpha_m \varphi_m (1 - \delta')(1 - \delta'')} \cdot \frac{E(N_k)}{W_k N_k}, \quad (1)$$

где γ – уровень удельных затрат, ГДж/т; $E(N_k)/N_k$ – общие затраты при производстве молока, ГДж/гол. в год; N_k – количество коров в стаде, гол.; W_k – средний удой, т/гол. в год; n_0 – время выращивания телок, год; n – продуктивное долголетие коров, год; $\alpha_m = abc/a_0b_0c_0$ – коэффициент качества молока (a , b , c – содержание жира, белка, углеводов соответственно, кг/т; параметры молока базового качества: $a_0 = 36$ кг/т – содержание жира; $b_0 = 32$ кг/т – содержание белка; $c_0 = 47$ кг/т – содержание углеводов); φ_m – коэффициент сортности молока; δ' – доля коров, переболевших маститом; δ'' – доля коров с другими заболеваниями.

Отметим достоинства введенного критерия. Во-первых, он не зависит от рыночной конъюнктуры и фактически отражает технологический интеллект молочной отрасли любой страны мира. Во-вторых, предложенный критерий помимо общей характеристики молочной отрасли характеризует эффективность процесса машинного доения, так как молочная продуктивность (удой, жирность), сортность молочного сырья (бактериальная обсемененность, содержание соматических клеток), здоровье коров (доля маститных коров, продуктивное долголетие) в значительной степени определяются совершенством процесса машинного доения.

Молоко-сырье для различных пород коров, различающихся по возрасту и лактационному периоду, имеет следующий состав⁵: жирность – 3,0–5,1 %, белок (казеин + протеин) – 3,0–3,6 %, углеводы – 4,3–4,9 %. Следует отметить, что выбор параметров базового продукта, характеризующих качество, обусловлен тем, что в Беларуси средняя жирность молочного сырья составляет 3,6 %, содержание белка – 3,2 %, лактозы – 4,7 % (параметры, выраженные в процентах, для корректных расчетов переведены в систему СИ – 36, 28 и 47 кг/т соответственно) [15–18]. Однако выбор параметров качества базового продукта, характерного для Беларуси, тем не менее, не ограничивает возможностей показателя γ быть универсальным инструментом определения эффективности молочного животноводства любой страны мира, так как параметрами молочного сырья определяется лишь точка отсчета.

Специфическое отличие принятого обобщенного показателя уровня удельных затрат заключается в том, что он впервые учитывает не только продуктивность животных, но и параметры качества молочного сырья и здоровья животных: содержание жира, белков, углеводов, концентрации соматических клеток (сортность молока), определяющих потребительские свойства конечного продукта, рентабельность производства и коммерческий эффект экспорта.

Кроме того, в разработанном показателе для корректного определения средней продуктивности животных учитывается количество маститных коров, временно исключенных из технологического процесса. Особое внимание, которое уделено именно этой категории коров, связано с тем, что мастит зачастую вызывается «жестким» режимом машинного доения.

С помощью разработанного обобщенного показателя учитывается также продуктивное долголетие животных, которое приводит к уменьшению значения $(1 + n_0/n)$ в числителе уравнения (1), что отражает уменьшение относительной доли расходов на содержание ремонтного молодняка.

Важно подчеркнуть, что введение параметров качества конечного продукта в уравнение (1), позволяющего рассчитать уровень удельных затрат, связано с тем, что повышение, например, содержания жира в молоке, в значительной степени зависящее от совершенства процесса ма-

⁵ О безопасности молока и молочной продукции : ТР ТС 033/2013: решение Совета ЕЭК №67 от 9.10.2013.

шинного доения (полнота альвеолярного выдаивания), является перспективной тенденцией совершенствования молочного животноводства в любой стране мира. Для иллюстрации влияния процесса машинного доения на уровень удельных затрат приведем пример, в котором сравним параметры существующего и перспективного процесса, организованного с учетом инновационных мероприятий (табл. 1). Расчет уровня удельных затрат произведен по уравнению (1), в котором значения констант приведены в поясняющем тексте после уравнения (1).

Сравнительный анализ расчетных данных, приведенных в табл. 1, позволяет сделать очень важный вывод: даже без изменения общих энергозатрат на все процессы преддоильного содержания и само машинное доение, а только за счет совершенствования процесса машинного доения, выражающееся, в первую очередь, в повышении количественных и качественных показателей молочного сырья, а также повышении продуктивного долголетия лактирующих коров, уровень удельных затрат можно снизить более чем в 3 раза.

Т а б л и ц а 1. Сравнительная оценка уровня удельных затрат
T a b l e 1. Comparative evaluation of unit costs level

Показатель	Процесс машинного доения	
	существующий	перспективный*
Годовой удой, т	4,7	6,5
Продуктивное долголетие, годы	3	6
Жирность, %	3,6	4,2
Доля молока сорта «экстра», %	30	70
Доля молока высшего сорта, %	50	30
Доля молока первого сорта, %	20	0
Доля маститных коров, %	23	6
Уровень удельных затрат, ГДж/т	$0,590 \cdot E(N_k)/N_k$	$0,191 \cdot E(N_k)/N_k$
Относительное уменьшение	–	3,10

* В соответствии с Республиканской программой развития молочной отрасли: пост. Совета Министров Респ. Беларусь, №1678, 12.11.2010 // Нац. реестр правовых актов. – 2010. – №279. – С. 39–75.

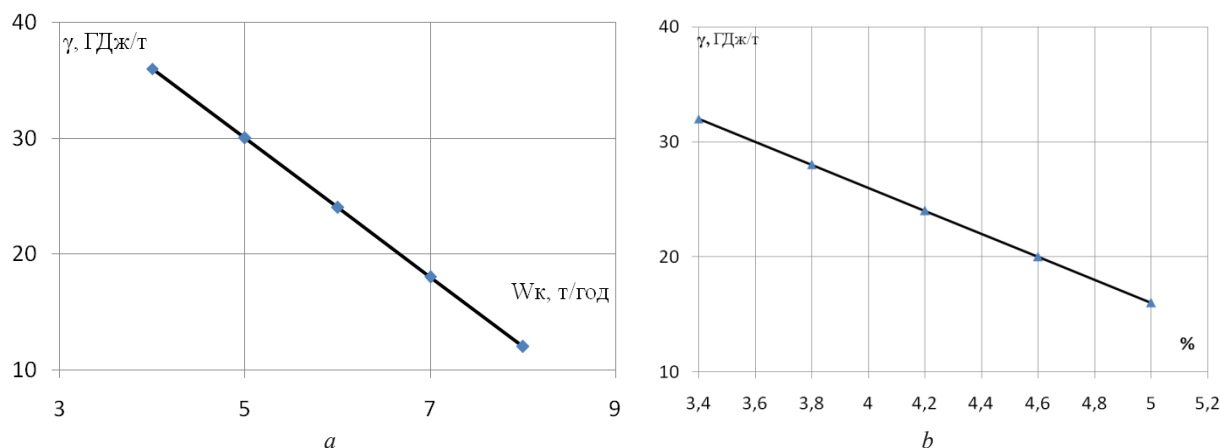
Например, при $n_0 = 2,25$ года и $n = 6$ лет значение $(1 + n_0/n) = 1,375$. То же самое выражение при $n = 3$ года имеет значение 1,750. Таким образом, только увеличение продуктивного долголетия от 3 до 6 лет приводит к снижению уровня удельных затрат более чем на 20 %.

Следовательно, уровень удельных затрат определяется, с одной стороны, величиной общих затрат $E(N_k)$, которые на 90–95 % определяются процессами преддоильного содержания и кормления, с другой стороны – параметрами молока и здоровья животных, значения которых в значительной мере зависят от совершенства процесса машинного доения [18, 19].

Следует еще раз отметить, что не умаляя важности процессов преддоильного содержания, процесс машинного доения отличается тем, что без изменения общих затрат на получение молока, а только за счет повышения количественных и качественных параметров молочного сырья можно существенно снизить уровень удельных затрат. Количественно проиллюстрируем этот тезис.

При исследовании зависимости уровня удельных затрат от величины удоя (рис. 1, а) приняты следующие технологические параметры: жирность – 36 кг/т, сортность – 30÷70 % (соотношение «экстра»/высший сорт); доля коров, временно исключенных из производства молока (мастит) – 15 %. Из графика видно, что увеличение удоя от 4,7 до 7,0 т/год (87 % от генетического потенциала черно-пестрой породы) позволяет снизить уровень удельных затрат в 1,8 раза.

Для анализа изменения уровня удельных затрат в зависимости от жирности молока (рис. 1, б) приняты технологические параметры: удой – 5,6 т в год, сортность – 30÷70 % («экстра»/высший сорт); доля коров, временно исключенных из производства молока (мастит) – 15 %. Из графика видно, что увеличение жирности от 36 до 48 кг/т (что является возможным для черно-пестрой породы) позволяет снизить уровень удельных затрат в 1,7 раза.

Рис. 1. Графики зависимости уровня удельных затрат от величины удоя (a) и жирности молока (b)Fig. 1. Diagrams of dependence of the unit costs levels on the value of milk yield (a) and milk fat (b)

Изменение уровня удельных затрат в зависимости от сортности молока (рис. 2, a) соответствует технологическим параметрам: удой – 5,6 т в год, жирность – 36 кг/т; доля коров, временно исключенных из производства молока (мастит), – 15 %. Из графика видно, что увеличение доли молока сорта «экстра» от 30 до 70 % (показатель ЕС) позволит снизить уровень удельных затрат в 1,75 раза.

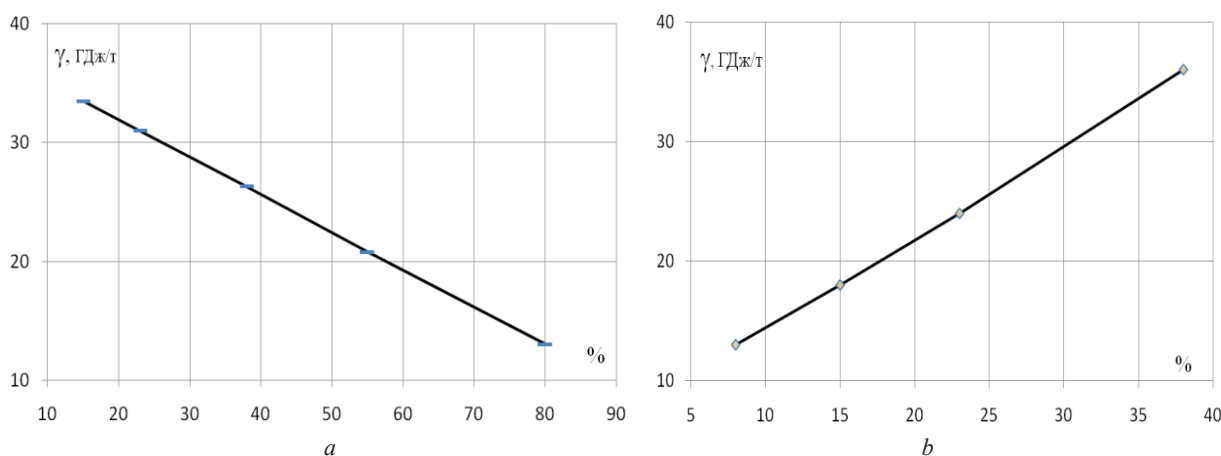
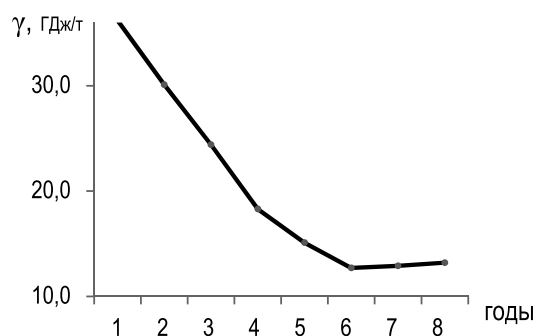
Рис. 2. Графики зависимости уровня удельных затрат от доли молочного сырья сорта «экстра» (a) и количества коров, больных маститом (b)Fig. 2. Diagrams of dependence of the unit costs levels on the percentage of dairy raw materials of "extra" grade (a) and the number of cows with mastitis (b)

Рис. 3. График зависимости уровня удельных затрат от числа лактаций

Fig. 3. Diagrams of dependence of the unit costs levels on the number of lactations

Анализ уровня удельных затрат в зависимости от доли коров, больных маститом, выполнен при следующих параметрах: удой – 5,6 т в год, жирность – 36 кг/т; сортность молока – 30÷70 %. Из графика на рис. 2, b видно, что снижение заболеваемости маститом с 25 до 8 % позволяет снизить уровень удельных затрат в 2,1 раза.

На рис. 3 показано изменение уровня удельных затрат в зависимости от количества лактационных периодов. При построении графика принято: удой – 5,6 т в год, жирность – 36 кг/т; сортность молока – 30÷70 %, количество коров, заболевших маститом – 15 %. На рис. 3 видно, что существенное снижение

уровня удельных затрат может быть достигнуто только при эксплуатации животных не менее 5–6 периодов лактаций (в то время как на практике не превышает 3), что позволит снизить уровень удельных затрат в 1,5–1,6 раза. Об этом же свидетельствует и анализ данных табл. 1.

Одно из достоинств разработанного критерия заключается в том, что он отражает только научно-технический уровень исследуемого производства и не зависит от рыночной конъюнктуры (цены на энергию и труд), что характерно для стран, различающихся по своему социальному развитию. Общие затраты при производстве молока, значения которых стоят в числителе уравнения (1), отражают и энергетические, и трудовые, и материальные затраты при производстве молока. Все они имеют размерность энергии.

Введенный нами обобщенный показатель характеризует научно-технический уровень производства и отражает технологический уровень молочного животноводства любой страны мира. Как правило, не проблематично получить 1 т молока, проблема заключается в том, чтобы получить 1 млн т молока высокого качества при минимально возможном уровне удельных затрат. И здесь без использования инноваций, базирующихся на новейших достижениях биологии, полного учета физиологических и индивидуальных особенностей животных на основе автоматизированных технологий и информационных управляющих систем обойтись принципиально невозможно.

Предложенный показатель позволяет сформулировать базовые направления концептуальной модернизации молочной отрасли, которые вытекают из минимизации уровня удельных затрат (уравнение (1)) и актуальны для молочного животноводства любой страны мира, так как они носят объективный характер.

Снижение абсолютных затрат (уменьшение числителя уравнения (1)). Уменьшение прямых и овеществленных энергетических затрат должно быть связано, прежде всего, с решением следующих проблем [14, 20]:

- использование резервов энергосбережения при строительстве и реконструкции ферм, создание необходимых условий преддоильного содержания животных (умеренные температуры (5–15 °C), низкая концентрация аммиака, отсутствие кровососущих насекомых, необходимая инсоляция, свободное пространство не менее 10 м² пола и 60 м³ объема на корову, при котором создаются оптимальные условия для протекания биохимических процессов молокообразования);
- снижение удельного расхода кормов за счет оптимизации состава и замены дорогостоящих импортных компонентов на более дешевое местное сырье, а также за счет совершенствования технических средств для приготовления и раздачи полнорационных кормосмесей;
- механизация и автоматизация молочно-товарного производства как процесса машинного доения, так и сопряженных процессов преддоильного содержания (создание систем по поддержанию на фермах соответствующего микроклимата, удалению и утилизации навоза, поддержанию молочных коммуникаций на требуемом санитарно-гигиеническом уровне, систем охлаждения и транспортировки молока);
- использование источников энергии, связанных с производством молока, частично или полностью замещающих прямые энергетические затраты;
- увеличение продуктивного долголетия животных (не менее 5 лактаций).

Повышение количества и качества нормализованного продукта (увеличение знаменателя уравнения (1)), определяемое в том числе совершенством процесса машинного доения, обеспечивается следующими факторами [13, 14, 21]:

- повышение жирности молока за счет совершенствования машинного доения, что достигается за счет полноты альвеолярного выдаивания;
- повышение сортности молока за счет увеличения доли молока сорта «экстра» соответствует существенному снижению соматических клеток, наличие которых влияет на потребительские свойства молока, что обеспечивается комфортностью процесса машинного доения. Повышенная доля молока сорта «экстра» также свидетельствует о хорошем здоровье животных;
- повышение продуктивности, что обеспечивается комфортностью и полнотой альвеолярного выдаивания;
- исключение сокращения лактационного периода, что обеспечивается полнотой альвеолярного выдаивания;
- уменьшение доли коров, болеющих маститом, что обеспечивается бесстрессовостью и комфортностью процесса машинного доения.

Кроме того, на повышение количества и качества нормализованного продукта существенно влияют условия преддоильного содержания:

- создание сбалансированных кормов, которые должны снабжать организм животного требуемым количеством жиров, белков, углеводов, витаминов, микроэлементов; грубых кормов для реализации генетического потенциала и обеспечения эффективного функционирования нервной, иммунной, гормональной, эндокринной, кровеносной и пищеварительной систем животных;
- совершенствование селекционной работы по улучшению генетической породы животных, направленное на увеличение удоя, устойчивости иммунной системы, позволяющее поддерживать хорошее здоровье и невосприимчивость к инфекционным заболеваниям, селекционная выбраковка коров по тем или иным причинам конфликтующих с доильным оборудованием.

Выводы

1. Промышленное производство молока в Республике Беларусь является приоритетной отраслью сельского хозяйства, так как имеет высокие абсолютные показатели (4-е место в мире по производству на душу населения), благоприятные природно-климатические условия и высокий научно-технический потенциал машиностроения, что создает условия для дальнейшего развития отрасли.

2. В настоящее время важнейшим условием для перевода молочной отрасли на новый качественный уровень является инновационное усовершенствование процессов производства молока за счет привлечения новейших научных знаний из физиологии, молекулярной биологии и генетики для разработки технологического оборудования, способного подстраиваться под потребности животного, что в итоге позволит существенно снизить уровень удельных затрат и реализовать генетический потенциал породы молочного скота.

3. Разработан обобщенный показатель – уровень удельных затрат, позволяющий дать оценку эффективности производства молока и выполнить анализ научно-технического уровня процессов этого производства, в частности ключевого процесса машинного доения. Показано, что даже без изменения общих энергозатрат на все процессы преддоильного содержания и само машинное доение, а только за счет совершенствования процесса машинного доения уровень удельных затрат можно снизить более чем в 3 раза.

Список использованных источников

1. The world dairy situation 2010 // Bull. of the Intern. Dairy Federation. – 2010. – N 446. – P. 1–208.
2. Blowey, R. Milking machines and mastitis / R. Blowey, P. Edmondson // Mastitis control in dairy herds. – 2nd ed. – Wallingford, 2010. – P. 60–94.
3. Stojnović, M. Influence of machine milking on teat condition of dairy cows / M. Stojnović, D. Alagić // Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede : zb. radova 39 međunar. simp. iz područja mehanizacije poljoprivrede, Opatija, Hrvatska, 22–25 Velj. 2011 / Zavod za Mehanizaciju Poljoprivrede, Agron. fak. Sveučilišta u Zagrebu. – Zagreb, 2011. – S. 457–462.
4. Lipiński, M. Winnicki S. Wstępna ocena funkcjonowania robota do dojenia krów firmy Lely Industries N.V. / M. Lipiński, S. Winnicki // Problemy Inżynierii Rolniczej. – 1997. – Vol. 1, N 15. – S. 99–105.
5. Ohnstad, I. Effective cleaning of the milking machine / I. Ohnstad // Livestock. – 2013. – Vol. 18, T 1. – P. 28–31.
6. Rolnictwo i gospodarka żywnościowa w Polsce / Min. Rolnictwa i Rozwoju Wsi. – Warszawa : [s. n.], 2005. – 80 s.
7. Kupczyk, A. Doskonalenie warunków doju mechanicznego ze szczególnym uwzględnieniem podciśnienia w aparacie udojowym / A. Kupczyk // Inżynieria Rolnicza. – 1999. – Rocz. 3, N 3 (9). – S. 1–114.
8. Kitikov, V. O. Technical facilities of intensive milk production / V. O. Kitikov. – Poznan : Industrial Inst. of Agr. Engineering, 2011. – 159 s.
9. Китиков, В. О. Стратегическое направление развития машинного доения коров / В. О. Китиков, А. Н. Леонов // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. навук. – 2013. – № 4. – С. 91–104.
10. Леонов, А. Н. Оптимизация процесса машинного доения / А. Н. Леонов, В. О. Китиков // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 1. – С. 93–100.
11. Велиток, И. Г. Молокоотдача при машинном доении коров / И. Г. Велиток. – М.: Моск. рабочий, 1986. – 140 с.
12. Кокорина, Э. Условные рефлексы и продуктивность животных / Э. П. Кокорина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 335 с.
13. Китиков, В. О. Научные основы создания технологического оборудования и физиологически-щадящего процесса машинного доения коров : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / В. О. Китиков ; Белорус. гос. аграр. техн. ун-т, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сел. хоз-ва. – Минск, 2015. – 45 с.
14. Китиков, В. О. Ресурсоэффективные технологии производства молока / В. О. Китиков. – Минск : Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сел. хоз-ва, 2011. – 233 с.

15. Барановский, М. Повышение качества молока при машинном доении коров / М. Барановский, А. Курак, Т. Агейчик // Гл. зоотехник. – 2006. – № 6. – С. 70–71.
16. Курак, А. С. Совершенствование технологии машинного доения коров на основе разработки и применения новых биотехнических способов : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.02.04 / А. С. Курак ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т животноводства НАН Беларуси. – Жодино, 2003. – 38 с.
17. Dashkov, V. Techniczne środki do intensyfikacji produkcji zwierzęcej na Białorusi / V. Dashkov, V. Gutman, V. Kitikov // Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE : materiały X międzynarod. konf. nauk., Warszawa, 21–22 Wrzes. 2004 r. / Inst. Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa. – Warszawa, 2004. – S. 347–353.
18. Китиков, В. О. Базовые условия развития технологий молочного скотоводства с применением информационных управляющих систем / В. О. Китиков, А. Н. Леонов // Вестн. Всерос. науч.-исслед. ин-та механизации животноводства. – 2013. – № 3 (11). – С. 52–58.
19. Kitikov, V. Analiza skuteczności procesu rozdzielania pasz lodygowych i sposoby obniżenia energochłonności / V. Kitikov, Y. Bashko // Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE : materiały XIII międzynarod. konf. nauk., Warszawa, 25–26 Wrzes. 2007 r. / Inst. Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa. – Warszawa, 2007. – S. 357–363.
20. Китиков, В. О. Анализ эффективных направлений использования возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве / В. О. Китиков, С. Л. Романов // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межведомств. темат. сб. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сел. хозяйства. – Минск, 2013. – Вып. 47, т. 2. – С. 16–19.
21. Китиков, В. О. Модернизация процесса машинного доения коров / В. О. Китиков, А. Н. Леонов // Вестн. Всерос. науч.-исслед. ин-та механизации животноводства. – 2016. – № 3 (23). – С. 171–177.

References

1. The world dairy situation 2010. *Bulletin of the International Dairy Federation*, 2010, no. 446, pp. 1–208.
2. Blowey R., Edmondson P. Milking machines and mastitis. *Mastitis control in dairy herds*. 2nd ed. Wallingford, 2010, pp. 60–94.
3. Stojnović M., Alagić D. Influence of machine milking on teat condition of dairy cows. *Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede: zbornik radova 39 međunarodnog simpozija iz područja mehanizacije poljoprivrede*, Opatija, Hrvatska, 22–25 Veljače 2011. – Zagreb, 2011, pp. 457–462.
4. Lipiński, M., Winnicki S. Wstępna ocena funkcjonowania robota do dojenia krów firmy Lely Industries N. V. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1997, vol. 1, no. 15, pp. 99–105. (In Polish).
5. Ohnstad I. Effective cleaning of the milking machine. *Livestock*, 2013, vol. 18, no. 1, pp. 28–31. doi: 10.1111/j.2044-3870.2012.00174.x.
6. *Rolnictwo i gospodarka żywnościowa w Polsce*. Warszawa, 2005. 80 p. (In Polish).
7. Kupczyk A. Doskonalenie warunków doju mechanicznego ze szczególnym uwzględnieniem podciśnienia w aparacie udojowym. *Inżynieria Rolnicza*, 1999, vol. 3, no. 3 (9), pp. 1–114. (In Polish).
8. Kitikov V.O. *Technical facilities of intensive milk production*. Poznan, Industrial Institute of Agricultural Engineering, 2011. 159 p.
9. Kitikov V.O., Leonov A.N. *Strategicheskoe napravlenie razvitiya mashinnogo doeniya korov* [Strategic direction in the development of dairy machine]. *Vesti Natsyional'noy akademii nauk Belarusi. Seryya agrarnykh nauk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series], 2013, no. 4, pp. 91–104. (In Russian).
10. Leonov A.N., Kitikov V.O. *Optimizatsiya protsessa mashinnogo doeniya* [Optimization of machine milking process]. *Vesti Natsyional'noy akademii nauk Belarusi. Seryya agrarnykh nauk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series], 2014, no. 1, pp. 93–100. (In Russian).
11. Velitok I.G. *Molokootdacha pri mashinnom doenii korov* [Milk ejection during cow machine milking]. Moscow, Moskovskij rabochij Publ., 1986. 140 p. (In Russian).
12. Kokorina E.P. *Uslovnye refleksy i produktivnost' zhivotnykh* [Conditioned reflexes and animal productivity]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1986. 335 p. (In Russian).
13. Kitikov V.O. *Nauchnye osnovy sozdaniya tekhnologicheskogo oborudovaniya i fiziologicheskikh shchadyashchego protsessa mashinnogo doeniya korov*. Avtoref. diss. dokt. tekhn. nauk [Scientific basis for the creation of technological equipment and physiologically-sparing process of cow machine milking. Dr. techn. sci. diss.]. Minsk, 2015. 45 p. (In Russian).
14. Kitikov V.O. *Resursoeffektivnye tekhnologii proizvodstva moloka* [Resource-efficient technologies for milk production]. Minsk, SPC NAS for agricultural mechanization, 2011. 233 p. (In Russian).
15. Baranovskiy M., Kurak A., Ageychik T. *Povyshenie kachestva moloka pri mashinnom doenii korov* [Increase of milk quality in the process of cow machine milking]. *Glavnyy zootekhnik* [Senior Livestock Specialist], 2006, no. 6, pp. 70–71. (In Russian).
16. Kurak A.S. *Sovershenstvovanie tekhnologii mashinnogo doeniya korov na osnove razrabotki i primeneniya novykh biotekhnicheskikh sposobov*. Avtoref. diss. dokt. s.-kh. nauk [Improvement of the technology of cow machine milking on the basis of the development and application of new biotechnological methods. diss. of dr. agr. sci.]. Zhodino, 2003. 38 p. (In Russian).
17. Dashkov V., Gutman V., Kitikov V. Techniczne środki do intensyfikacji produkcji zwierzęcej na Białorusi. *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE*: materiały X międzynarodowej konferencji naukowej, Warszawa, 21–22 Września 2004 r. Warszawa, 2004, pp. 347–353.

18. Kitikov V.O., Leonov A.N. *Bazovye usloviya razvitiya tekhnologii molochnogo skotovodstva s primeneniem informatsionnykh upravlyayushchikh sistem* [Basic conditions for the development of dairy farming technologies with application of information management systems]. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva* [Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Livestock Mechanization], 2013, no. 3 (11), pp. 52–58. (In Russian).

19. Kitikov V., Bashko Y. Analiza skuteczności procesu rozdzielania pasz lodygowych i sposoby obniżenia energochłonności. *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzeceji z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE: materiały XIII międzynarodowej konferencji naukowej*, Warszawa, 25–26 Września 2007 r. Warszawa, 2007, pp. 357–363. (In Polish).

20. Kitikov V.O., Romanov S.L. *Analiz effektivnykh napravleniy ispol'zovaniya vozobnovlyаемых источников energii v sel'skom khozyaystve* [Analysis of the effective directions of the use of renewable sources of energy in agriculture]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva: mezhvedomstvennyy tematicheskiy sbornik* [Mechanization and Electrification of Agriculture: interdepartmental subject collection]. Minsk, 2013, vol. 47, pt. 2, pp. 16–19. (In Russian).

21. Kitikov V.O., Leonov A.N. *Modernizatsiya protsessa mashinnogo doeniya korov* [Cow machine milking process modernization]. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva* [Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Livestock Mechanization], 2016, no. 3 (23), pp. 171–177. (In Russian).

Информация об авторе

Китиков Вадим Олегович – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник. Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства (Кнорина, 1, 220049 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: kitsikau@tut.by

Information about the author

Kitikov Vadim A. – D. Sc. (Engineering), Assistant Professor, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Agriculture Mechanization (1 Knorin Str., Minsk 220049, Republic of Belarus). E-mail: kitsikau@tut.by

Для цитирования

Китиков, В. О. Анализ научно-технического уровня процессов производства молока / В. А. Китиков // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2017. – № 1. – С. 99–108.

For citation

Kitikov V.A. Analysis of scientific and technical level of milk production processes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series*, 2017, no 1, pp. 99–108.

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ВЫТВОРЧАСЦІ
PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTION

УДК 664.692.5

Поступила в редакцию 15.03.2016

Received 15.03.2016

В. Я. Груданов, А. Б. Торган*Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь*

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕЧЕНИЯ МАКАРОННОГО ТЕСТА В КАНАЛАХ
МАТРИЦЫ СТУПЕНЧАТО-ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

В настоящее время неравномерность скоростей формирования макаронных изделий по сечению матрицы является нерешенной проблемой как в отечественной, так и в зарубежной практике. Конструкция матрицы является одним из определяющих факторов, влияющим на технико-экономические показатели работы пресса. Матрица включает в себя цилиндрический корпус с колодцами, расположенными на концентрических окружностях, установленные внутри колодцев вкладыши со сквозными формующими отверстиями, сгруппированными в гнезда, при этом наибольшее распространение в промышленности получили матрицы с различной высотой формующих отверстий ступенчато-переменного сечения. В статье предложена новая реологическая модель, с помощью которой устанавливаются соотношения между пластической и вязкой составляющей общего гидродинамического сопротивления при течении макаронного теста в канале ступенчато-переменного сечения. Разработана методика определения минимального давления формования, необходимого для преодоления пределов текучести при сдвиге (предельного сопротивления сдвигу) макаронного теста, находящегося в каналах кругового, кольцевого, прямоугольного и произвольного сечения). Показано, что в общем гидродинамическом сопротивлении преобладает вклад составляющей, обусловленной вязким сдвиговым деформированием при течении. Предложена методика приближенной расчетной оценки скоростных и силовых параметров течения макаронного теста в каналах ступенчато-переменного сечения с использованием модели Бингама. Приведены формулы для определения геометрических характеристик каналов ступенчато-переменного сечения, что позволяет выравнивать скорость выпрессовывания теста по всей рабочей поверхности матрицы. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании формующей оснастки, а также при разработке методов расчета процессов формирования макаронного теста.

Ключевые слова: сечение макаронной матрицы, формующий канал матрицы, коэффициент уплотнения теста, гидравлическое сопротивление, скорость выпрессовывания макаронных изделий, производительность пресса, отверстие ступенчато-переменного сечения, давление формования.

V. Ya. Grudanov, A. B. Torhan*The Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

RHEOLOGICAL ASPECTS OF MACARONI BATTER FLOW IN CHANNELS OF MATRIX
OF STEP AND VARIABLE SECTION

Nowadays the non-uniform formation speed of macaroni products by the matrix cross section is an unsolved problem in both domestic and foreign practice. The matrix construction is one of determining factors having effect on the engineering and economic indicators of the press operation. The matrix consists of a cylindrical body with wells located on concentric circles, liners installed in the wells, with through formation openings grouped in nests, and nowadays the matrices with different heights of forming openings of step and variable section are most widely used in the industry. The article proposes a new rheological model for establishing interaction between the plastic and viscous component of the total flow resistance for macaroni batter in the channel of step and variable section. The method for determining the minimum forming pressure required to overcome the shear yield point (ultimate shearing resistance) of macaroni batter, located in the channels of circular,

ring, rectangular and arbitrary cross-section) is proposed. It is shown that contribution of component in total flow resistance dominates due to viscous shearing at flow. The method of approximate estimation of speed and force parameters of macaroni batter flow in the channels of step and variable section using the Bingham model is proposed. The formulae for determining the geometric characteristics of the channels of step and variable section are presented, allowing to align the batter pressing speed over the entire working surface of the matrix. The research results can be used for designing forming equipment, as well as for developing methods of calculation of macaroni batter formation processes.

Keywords: macaroni matrix cross-section, matrix formation channel, batter compression rate, flow resistance, macaroni products pressing speed, press performance, opening of step and variable section, forming pressure

Введение. Макароны являются весьма популярным продуктом питания среди населения многих стран мира. Популярность данных изделий подтверждают данные о потреблении данного продукта на душу населения. Так, в Италии этот показатель составляет 28 кг на человека, в других европейских странах – 9–12 кг, США – 11 кг, Российской Федерации и Республике Беларусь – 6–7 кг¹ [1–7].

Процессы формования макаронного теста широко распространены в пищевой промышленности при производстве сплошных (вермишель, лапша, спагетти) и полых (макаронные трубки, рожки) изделий. Тесто требуемого состава и влажности захватывается шнеком и последовательно проходит через четыре условно выделяемых участка прессующего корпуса макаронного пресса (рис. 1): загрузки и транспортирования (I), уплотнения (II), перемещения спрессованного теста по виткам шнека (III), нагнетания и выпрессовывания через формирующие отверстия матрицы (IV) [8, 9].

Основным рабочим узлом прессующего корпуса является матрица², отверстия которой имеют ступенчато-переменное или (реже) плавно изменяющееся сечение³, уменьшающееся от входа в матрицу до выхода из нее, где обычно устанавливается формирующая фильера [9–13].

Совершенствование теории и методов расчета формирующего оборудования является задачей, решение которой обеспечит оптимальное конструирование его узлов с целью получения продукции требуемого качества. В связи с этим возникает насущная потребность в математическом моделировании процесса формования, высокая значимость которого отмечается многими современными учеными.

Основные цели математического моделирования формования состоят в углублении физического (качественного) понимания процесса и в его количественном описании с максимально возможным приближением к реальной технологической практике. Значительный вклад в развитие математических моделей и методов расчета дозирующих зон одношнековых экструдеров внесли основоположники теории переработки полимеров Г. Шенкель, В. Elbirly, Н. Potente, J. Martin и др. [14–16]. Работу одношнековых прессов для пищевых производств изучали J. P. Melcion, J. L. Rossen, Н. И. Назаров, Ю. А. Мачихин, А. В. Горбатов и др. [17–21]. Фундаментальные исследования сложных явлений, происходящих при движении макаронного теста в прессующем корпусе и каналах матрицы, на которых базируется теория макаронного теста, были проведены Н. Н. Назаровым, Ю. А. Мачихиным [20, 22, 23].

В научно-технической литературе имеются отдельные подходы к изучению процесса формования и течения макаронного теста. Один из них основан на том, что макаронное тесто ведет себя подобно вязко-пластичной жидкости Бингама [23]. Такое допущение дается без тщательной проверки этой гипотезы и без выяснения вклада пластичной и вязкой составляющих в общее гидродинамическое сопротивление при течении теста в каналах ступенчато-переменного сечения.

¹ Статистический бюллетень: ежемесячник. – Минск : М-во статист. и анализа Респ. Беларусь, 2004. – 210 с.; Изделия макаронные. Общие технические условия : СТБ 1963-2009. – Введ. 01.07.10 (с отменой на территории Респ. Беларусь ГОСТ 875-92). – Минск : Госстандарт, 2010. – 28 с.; Колева, П. Исследование технологических макаронных свойств болгарских сортов твердой пшеницы: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / МГАПП. – М., 1995. – 24 с.

² Матрица для производства макаронных изделий: а.с. 491365 СССР: М. Кл. А21С11/16/ Ю. А. Лебедев, Б. А. Хохлов, Л. А. Буров ; дата публ.: 15.11.1975.; Матрица для производства макаронных изделий: а.с. 1773361 СССР: МПК 5 А21С11/16/ А. В. Горбань ; дата публ.: 12.07.1990.

³ Матрица для прессования вермишели: пат. 13326 Респ. Беларусь : МПК А21С11 / 00 (2009) / В. Я. Груданов, А. А. Бренч, А. Б. Торган, Л. Т. Ткачева; дата публ. 26.03.2010.

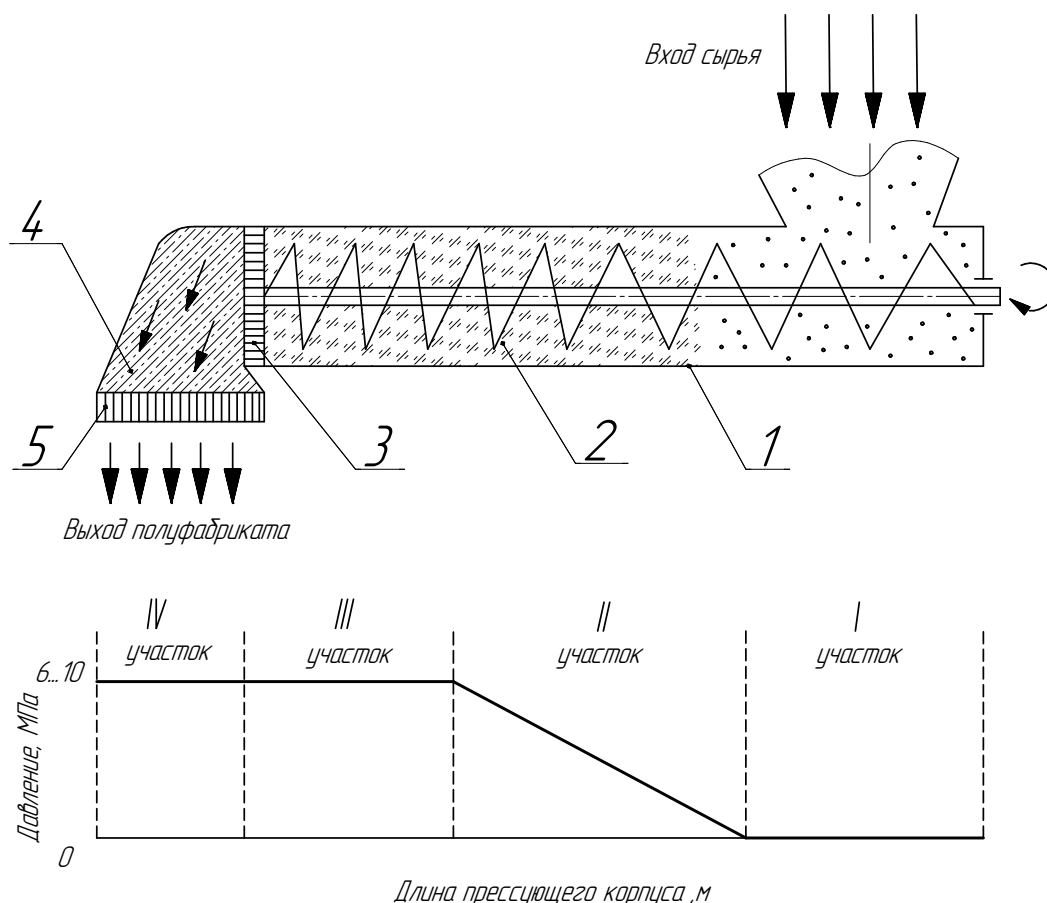


Рис. 1. Схема прессующего корпуса макаронного пересса: 1 – корпус; 2 – шнек; 3 – перфорированная решетка; 4 – предматричная камера; 5 – матрица

Fig. 1. Diagram of pressing housing for macaroni press: 1 – housing; 2 – auger; 3 – perforated grille; 4 – pre-matrix camera; 5 – matrix

Однако тщательный анализ экспериментальных данных показывает, что решение, основанное на линейной модели Бингама, является приближенным, это также подтверждает анализ и обработка данных и таблиц [19, 24] с построением кривых $\tau = f(\dot{\gamma})$ (рис. 2).

Как видно из рис. 2, полученные зависимости нелинейны и требуют соответствующего решения.

Общие условия. Вязко-пластичное течение теста. При течении макаронного теста в канале ступенчато-переменного сечения будут две зоны (рис. 3).

В зоне 1 на периферии канала касательные напряжения τ будут больше сдвиговой прочности материала τ_0 . Следовательно, в этой зоне будет реализовываться сдвиговое течение теста. Зона 2 («ядро течения») располагается вблизи оси канала. Здесь $\tau < \tau_0$, поэтому материал будет двигаться с постоянной скоростью.

Рассмотрим схему выпрессовывания макаронных изделий и найдем взаимосвязь скорости течения и производительности канала с перепадом давления на i -м участке (рис. 4).

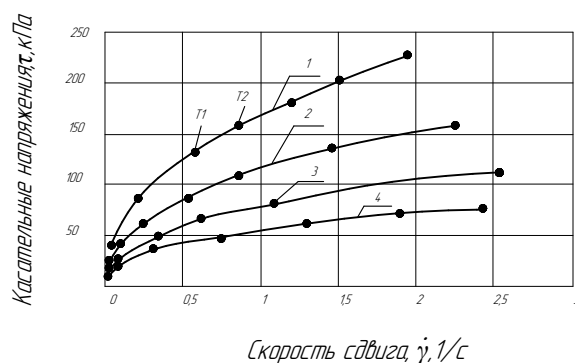


Рис. 2. График зависимости касательных напряжений τ макаронного теста из муки 1-го сорта от скорости сдвига $\dot{\gamma}$ при температуре 40 °С, давлении 4,9 МПа и различной влажности: 1 – 28,5 %; 2 – 30,0 %; 3 – 31,0 %; 4 – 32,0 %

Fig. 2. Diagram of dependence of shear stresses τ of macaroni dough made of 1st grade flour on the shear rate $\dot{\gamma}$ at temperature of 40 °C, pressure of 4.9 MPa at different humidity: 1 – 28,5 %; 2 – 30,0 %; 3 – 31,0 %; 4 – 32,0 %

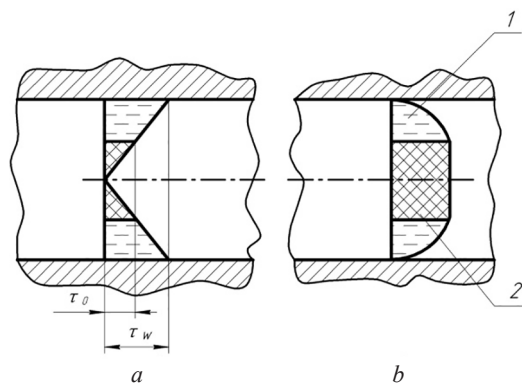


Рис. 3. Схема распределения касательных напряжений (a) и скоростей течения (b) макаронного теста в канале круглого сечения: 1 – зона сдвигового деформирования (первая зона); 2 – «ядро течения» (вторая зона); τ_w – касательное напряжение на стенках канала; τ_0 – сдвиговая прочность материала (касательные напряжения на границе раздела зон)

Fig. 3. Diagram of shear stress distribution (a) and flow rates (b) of macaroni dough in circular cross section channel: 1 – shearing zone (the first zone); 2 – “flow core” (the second zone); τ_w – shear stress on the channel walls; τ_0 – material shear strength (shear stresses on the zones border)

Поскольку $\dot{\gamma}_n = -\frac{dv}{dr}$, то зависимость (2) преобразуется в следующее дифференциальное уравнение:

$$-\frac{dv}{dr} = \left(\frac{\Delta P_i r}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}}. \quad (3)$$

Для интегрирования уравнения (3) введем новую переменную

$$u_1 = \frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k}. \quad (4)$$

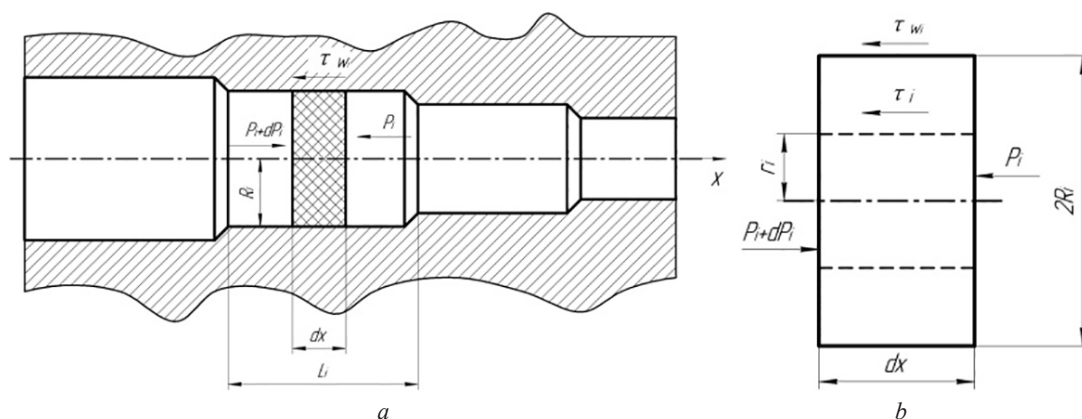


Рис. 4. Расчетная схема для определения параметров течения макаронного теста: a – схема ступенчатого канала; b – схема напряжений, действующих на элемент длиной dx и радиусом R_i ; P_i – осевое давление; dP_i – прирост давления формования; τ_w и τ_i – касательные напряжения на стенках канала и на элементе длиной dx ; R_i – радиус канала i -й ступени; r_i – радиус элемента длиной dx ; L_i – длина i -го участка ступенчатого канала

Fig. 4. Calculation diagram for determination of macaroni dough flow parameters: a – step channel diagram; b – diagram of stresses applied on element with width dx and radius R_i ; P_i – axial pressure; dP_i – formation pressure gain; τ_w and τ_i – shear stress on walls of channel and on element with length dx ; R_i – channel radius of i -step; r_i – radius of element with length dx , L_i – length of i -step zone of step channel

Построение нелинейной реологической модели.

Для описания реологического поведения макаронного теста примем закон Балкли-Гершеля, с целью учета нелинейности [25]:

$$\tau = \tau_0 + k\dot{\gamma}_n^n, \quad (1)$$

или в нормированном виде

$$\tau = \tau_0 + k\dot{\gamma}_n^n, \quad (1, a)$$

где τ_0 – сдвиговая прочность материала (сопротивление сдвигу), МПа; k – аналог пластической вязкости (коэффициент консистенции); n – показатель степени; $\dot{\gamma}$ – скорость сдвига, с^{-1} ; $\dot{\gamma}_n = \frac{\dot{\gamma}}{\dot{\gamma}_0}$ – нормированная (безразмерная) скорость сдвига; $\dot{\gamma}_n = 1 \text{ с}^{-1}$ – нормирующий множитель.

При $n = 1$ нелинейное уравнение Балкли-Гершеля преобразуется в формулу Шведова-Бингама.

Решив уравнение (1) относительно скорости сдвига, получим:

$$\dot{\gamma}_n = \left(\frac{\tau - \tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}} = \left(\frac{\Delta P_i r}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}}. \quad (2)$$

Тогда

$$du_1 = \frac{\Delta P_i}{2L_i k} dr, \quad (5)$$

$$dr = \frac{2L_i k}{\Delta P_i} du_1. \quad (6)$$

Подставив уравнения (4), (5) и (6) в формулу (3), после интегрирования получим:

$$v = -\int u_1^{\frac{1}{n}} \frac{2L_i k}{\Delta P_i} du_1 + C = C - \frac{u_1^{\frac{1}{n}+1}}{\frac{1}{n}+1} \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i}. \quad (7)$$

При помощи зависимости (4) запишем уравнение для скорости в зоне сдвигового деформирования:

$$v = v_1 = C - \frac{\left(\frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n}+1}}{\frac{1}{n}+1} \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \dot{\gamma}_0. \quad (8)$$

Для нахождения постоянной интегрирования C примем условие «прилипания», согласно которому скорость материала v_1 на стенке канала ($r_i = R_i$) равна нулю.

Отсюда

$$C = \frac{\left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}}}{\frac{1+n}{n}} \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \dot{\gamma}_0 = \frac{n}{n+1} \left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \dot{\gamma}_0. \quad (9)$$

Подставив значение константы C из формулы (9) в уравнение (8), для распределения скорости v_1 по зоне сдвигового деформирования, получим:

$$v_1 = \frac{n}{n+1} \left[\left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} - \left(\frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} \right] \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \dot{\gamma}_0. \quad (10)$$

Определим радиус r_{0i} ядра течения, которое разделяет зону сдвигового деформирования от зоны отсутствия сдвига. На границе раздела зон касательные напряжения τ равны пределу сдвиговой прочности τ_0 .

Поставив в уравнение $\tau_i = \tau_{wi} \frac{r_i}{R_i}$ вместо τ_i значение τ_0 , а вместо r_i – значение r_{0i} и решив полученное уравнение относительно r_{0i} , запишем

$$r_{0i} = \tau_0 \frac{2L_i}{\Delta P_i}. \quad (11)$$

Максимальная скорость $v_{\max}$ течения макаронного теста будет на границе раздела реологических зон формирующего канала (при $r = r_0$). Ее значение можно найти, подставив r_{0i} из формулы (11) в выражение (10):

$$v_{\max} = \frac{n}{n+1} \left[\left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} - \left(\frac{\Delta P_i r_{0i}}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} \right] \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \dot{\gamma}_0. \quad (12)$$

Нетрудно убедиться, что второе слагаемое в скобках равно нулю. Для этого нужно подставить значение r_{0i} из уравнения (11), тогда

$$v_{\max} = C = \frac{n}{n+1} \left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \dot{\gamma}_0. \quad (13)$$

Суммарный расход (производительность) Q_i будет складываться как сумма расходов через зону сдвигового деформирования Q_{1i} и зону «ядра течения» Q_{2i} :

$$Q_i = Q_{1i} + Q_{2i}. \quad (14)$$

Величина Q_{2i} может быть определена как произведение скорости $v_{1\max}$ на площадь A «ядра течения» $A = \pi r_0^2$:

$$Q_{2i} = \pi r_0^2 v_{1\max} = \pi \left(\frac{2\tau_0 L_i}{\Delta P_i} \right)^2 \frac{n}{n+1} \left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \dot{\gamma}_0. \quad (15)$$

Объемный расход (производительность) по зоне сдвигового деформирования можно найти из следующим образом. Элементарный расход dQ_{1i} равен произведению скорости течения v_1 на элементарную площадь $dA = 2\pi r_i dr$:

$$dQ_{1i} = 2\pi r_i v_1 dr. \quad (16)$$

Подставив значения v_1 из формулы (10), получим

$$dQ_{1i} = 2\pi \frac{n}{n+1} \left[\left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} - \left(\frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} \right] \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \dot{\gamma}_0 r_i dr. \quad (17)$$

Проинтегрируем уравнение (17) в пределах от r_{0i} до R_i , в результате получим уравнение для расчета производительности Q_{1i} :

$$\begin{aligned} Q_{1i} &= \int_{r_{0i}}^{R_i} 2\pi \frac{n}{n+1} \left[\left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} - \left(\frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} \right] \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \dot{\gamma}_0 r_i dr = \\ &= 2\pi \frac{n}{n+1} \left[\left(\frac{\Delta P_i R_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} \left(\frac{R_i^2 - r_{0i}^2}{2} \right) - \int_{r_{0i}}^{R_i} \left(\frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1+n}{n}} r_i dr \right] \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \dot{\gamma}_0. \end{aligned} \quad (18)$$

Вычислим интеграл, входящий в уравнение (18), с использованием метода замены переменной. Пусть $u_1 = \frac{\Delta P_i r_i}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k}$; $du_1 = \frac{\Delta P_i dr}{2L_i k}$; $dr = \frac{2L_i k}{\Delta P_i} du_1$.

$$r_i = \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \left(u_1 - \frac{\tau_0}{k} \right). \quad (19)$$

Тогда

$$\begin{aligned} Y &= \int_{u_1^{\frac{1}{n}+1}}^{\frac{1}{n}+1} \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \left(u_1 - \frac{\tau_0}{k} \right) \frac{2L_i k}{\Delta P_i} du_1 = \\ &= \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \int_{u_1^{\frac{1}{n}+1}}^{\frac{1}{n}+1} \left(u - \frac{\tau_0}{k} \right) du_1 = \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \int_{u_1^{\frac{1}{n}+1}}^{\frac{1}{n}+1} \left(u_1 - \frac{\tau_0}{k} \right) du_1 = \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 u_1^{\frac{1}{n}+2} \left(\frac{u}{\frac{1}{n}+3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n}+2} \right). \end{aligned} \quad (20)$$

При помощи уравнения (19), вернувшись от u_i к исходной переменной r_i , получим

$$Y = \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \left(\frac{\Delta P_i r_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)^{\frac{1}{n} + 2} \left[\frac{\left(\frac{\Delta P_i r_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)}{\frac{1}{n} + 3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right] \Bigg|_{r_{0i}}^{R_i} =$$

$$= \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \left\{ \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)^{\frac{1}{n} + 2} \left[\frac{\left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)}{\frac{1}{n} + 3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right] - \right.$$

$$\left. - \left(\frac{\Delta P_i r_{0i} - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)^{\frac{1}{n} + 2} \left[\frac{\left(\frac{\Delta P_i r_{0i} - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)}{\frac{1}{n} + 3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right] \right\}. \quad (21)$$

Так как $\frac{\Delta P_i r_{0i}}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} = 0$, то

$$Y = \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)^{\frac{1}{n} + 2} \left[\frac{\left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)}{\frac{1}{n} + 3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right]. \quad (22)$$

Подставив значение интеграла Y из формулы (22) в уравнение (18), окончательно запишем уравнение для расчета объемного расхода (производительности) по зоне сдвигового деформирования:

$$Q_{1i} = 2\pi \frac{n}{n+1} \left\{ \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n} + 1} \left(\frac{R_i^2 - r_{0i}^2}{2} \right) - \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)^{\frac{1}{n} + 2} \left[\frac{\left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)}{\frac{1}{n} + 3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right] \right\} \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \dot{\gamma}_0 =$$

$$= 2\pi \frac{n}{n+1} \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n} + 1} \left\{ \left(\frac{R_i^2 - r_{0i}^2}{2} \right) - \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)^{\frac{1}{n} + 2} \left[\frac{\left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)}{\frac{1}{n} + 3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right] \right\} \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \dot{\gamma}_0. \quad (23)$$

Тогда суммарный расход (производительность) Q_i будет равен

$$Q_i = Q_{1i} + Q_{2i} = 2\pi \frac{n}{n+1} \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \right)^{\frac{1}{n} + 1} \left\{ \left(\frac{R_i^2 - r_{0i}^2}{2} \right) - \left(\frac{2L_i k}{\Delta P_i} \right)^2 \left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)^{\frac{1}{n} + 2} \right.$$

$$\left. \times \left[\frac{\left(\frac{\Delta P_i R_i - \tau_0}{2L_i k} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right)}{\frac{1}{n} + 3} - \frac{\tau_0}{k} \frac{1}{\frac{1}{n} + 2} \right] + 2 \left(\frac{\tau_0 L_i}{\Delta P_i} \right)^2 \right\} \cdot \frac{2L_i k}{\Delta P_i} \dot{\gamma}_0. \quad (24)$$

Данное уравнение позволяет более точно вычислять скорости, расходы и перепады давления в зоне сдвигового деформирования по сравнению с приближенным решением, основанным на линейной модели Шведова-Бингама. Однако для использования полученной зависимости необходимо знать численные значения реологических констант, входящих в уравнение Балкли-Гершеля. Поскольку в научно-технической литературе такие сведения отсутствуют, то возникает необходимость разработки методики определения этих констант путем обработки имеющихся кривых течения.

Определение реологических констант. Для нахождения констант k и n для точек T_1 и T_2 (см. рис. 2) запишем систему уравнений:

$$\begin{aligned}\tau_1 &= \eta_1 \dot{\gamma}_1 = \tau_0 + k \dot{\gamma}_1^n, \\ \tau_2 &= \eta_2 \dot{\gamma}_2 = \tau_0 + k \dot{\gamma}_2^n.\end{aligned}\quad (25)$$

Из системы уравнений, зная τ и τ_0 , получим

$$\tau_1 = \eta_1 \dot{\gamma}_1 = \tau_0 + k \dot{\gamma}_1^n, \quad (26)$$

$$\tau_2 = \eta_2 \dot{\gamma}_2 = \tau_0 + k \dot{\gamma}_2^n. \quad (27)$$

Разделив уравнение (27) на (26), получим

$$\left(\frac{\dot{\gamma}_2}{\dot{\gamma}_1} \right)^n = \frac{\eta_2 \dot{\gamma}_2 - \tau_0}{\eta_1 \dot{\gamma}_1 - \tau_0}. \quad (28)$$

Прологарифмируем уравнение (28) и выразим константу n :

$$n = \frac{\ln \frac{\eta_2 \dot{\gamma}_2 - \tau_0}{\eta_1 \dot{\gamma}_1 - \tau_0}}{\ln \frac{\dot{\gamma}_2}{\dot{\gamma}_1}}. \quad (29)$$

Константу k находим из уравнения (27) или (26) соответственно:

$$k = \frac{\eta_1 \dot{\gamma}_1 - \tau_0}{\dot{\gamma}_1^n} \text{ или } k = \frac{\eta_2 \dot{\gamma}_2 - \tau_0}{\dot{\gamma}_2^n} \quad (30)$$

Расчетные значения констант k и n для наиболее распространенного состава теста при температуре 40 °С приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Расчетные значения констант k и n для теста при температуре 40 °С

Table 1. Calculated values of constants k and n for test at temperature of 40 °С

Скорость сдвига $\dot{\gamma}$, с ⁻¹	Значение реологических констант	
	n	k , кПа
0,020	0,471	102,79
0,098	0,457	110,47
0,280	0,488	112,18
0,530	0,503	111,72
0,890	0,492	111,60
1,440	0,427	111,05

Анализ данных табл. 1 показывает хорошую воспроизводимость результатов. Среднее значение коэффициента n составляет 0,473 и k – 109,97 кПа.

Таким образом, нелинейная вязкопластическая модель Балкли-Гершеля с достаточной точностью описывает реологическое поведение макаронного теста в производственных условиях.

Оптимизация конструкции матрицы. Новые технические решения. Принципиально-конструктивная схема матрицы с каналами ступенчато-переменного сечения приведена на рис. 5. Матрица для прессования вермишели содержит плоский перфорированный диск 1 диаметром D_m постоянной толщины и общей площадью S_m , отверстия перфорации 2 выполнены ступенчато по толщине матрицы, при этом высота ступеней и их диаметры уменьшаются по ходу движения теста в сторону выходной формирующей щели 3. Матрица по толщине диска 1 в горизонтальной плоскости условно разделена на ряд ступенчатых зон. Зона I образована предматричной камерой 4 и входным отверстием 5 диаметром $d_{отв}$. Зона II образована переходом входного отверстия 5 в отверстие 6 диаметром d_1 , зона III образована отверстием 6 и отверстием 7 диаметром d_2 . Зона IV образуется переходом отверстия 7 в формирующую щель 3 диаметром $d_{ш}$; $z_{отв}$ – входные отверстия перфорации 2 матрицы. Стрелками показано направление движения теста. Рабочее положение матрицы горизонтальное [13].

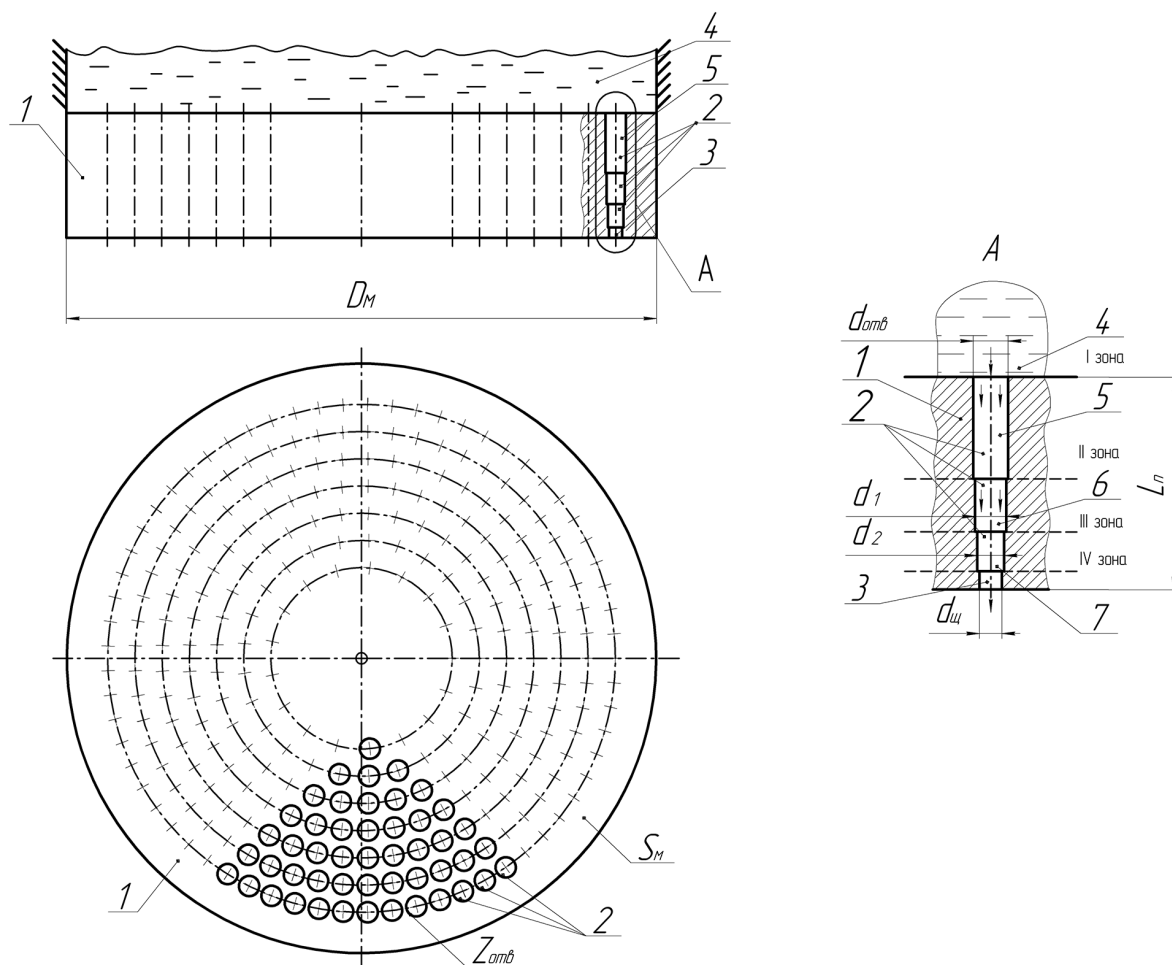


Рис. 5. Принципиально-конструктивная схема матрицы с каналами ступенчато-переменного сечения: 1 – матрица; 2 – отверстия матрицы; 3 – формирующая щель; 4 – предматричная камера; 5 – входное отверстие I зоны; 6 – отверстие II зоны; 7 – отверстие III зоны; D_M – диаметр матрицы; S_M – площадь матрицы; $z_{отв}$ – количество входных отверстий матрицы; $d_{отв}$ – диаметр входного отверстия матрицы; d_1 – диаметр входного отверстия первой ступени; d_2 – диаметр входного отверстия второй ступени; $d_{щ}$ – диаметр формирующей щели; L_n – полная длина канала

Fig. 5. Basic structural matrix diagram with channels of step-and-variable cross section: 1 – matrix; 2 – matrix openings; 3 – forming gap; 4 – pre-matrix camera; 5 – I zone input opening; 6 – II zone opening; 7 – III zone opening; D_M – matrix diameter; S_M – matrix area; $z_{отв}$ – number of matrix input openings; $d_{отв}$ – diameter of matrix input opening; d_1 – diameter of the first step input opening; d_2 – diameter of the second step input opening; $d_{щ}$ – diameter of forming gap; L_n – overall length of the channel

В данном устройстве геометрические параметры матрицы и входных отверстий связаны между собой соотношением

$$\frac{S_M}{\sum f_{отв} z_{отв}} = \frac{f_{отв}}{f_1} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{f_2}{f_{щ}}, \quad (31)$$

где $f_{отв}$ – площадь входных отверстий матрицы, м; f_1 – площадь входного отверстия первой ступени, м; f_2 – площадь входного отверстия второй ступени, м; $f_{щ}$ – площадь формирующей щели, м.

Площадь матрицы можно найти из выражения $S_M = \frac{\pi D_M^2}{4}$, а площади ступеней отверстий можно представить в следующем виде:

$$f_{отв} = \frac{\pi d_{отв}^2}{4}, \quad f_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}, \quad f_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}, \quad f_{щ} = \frac{\pi d_{щ}^2}{4}.$$

Окончательно получим такое соотношение:

$$\frac{D_M^2}{d_{отв}^2 z_{отв}} = \frac{d_{отв}^2}{d_1^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2^2}{d_{щ}^2}, \quad \text{или} \quad \frac{S_M}{\sum f_{отв} z_{отв}} = \frac{d_{отв}^2}{d_1^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2^2}{d_{щ}^2}. \quad (32)$$

В шнековой камере пресса тесто подвергается интенсивному механическому воздействию со стороны винтовой лопасти шнека, здесь оно постепенно уплотняется, освобождается от включений воздуха, становится плотной, упруго-пластичной и вязкой массой. Сформировавшееся в шнековой камере тесто нагнетается далее в небольшое предматричное пространство, заканчивающееся прессовой матрицей с постепенным уменьшением сечения ступеней входных отверстий. Из предматричной камеры 4 тесто нагнетается в отверстие 5 зоны I, затем попадает в отверстие 6 зоны II, далее – в отверстие 7 зоны III и, наконец, в формующую щель 3 зоны IV. При движении теста из зоны I в зону IV диаметры входных отверстий постоянно уменьшаются, а количество отверстий остается постоянным. Это приводит к уменьшению площади проходного (живого) сечения и, как следствие, к уплотнению и сжатию теста. Особо важно, чтобы уплотнение теста проходило постепенно и равномерно. Это позволит последовательно увеличить гидравлическое сопротивление и давление во всех ступенях входных отверстий. Данный процесс может характеризоваться коэффициентом уплотнения (сжатия), под которым понимается отношение объемов теста до и после сжатия (или до и после ступеней). С целью упрощения расчетов отношения объемов теста можно заменить отношением площадей. Тогда коэффициент уплотнения можно определить по следующим формулам:

для I зоны:

$$k_1 = \frac{S_M}{\sum f_{\text{отв}} z_{\text{отв}}}; \quad (33)$$

для II зоны:

$$k_2 = \frac{d_{\text{отв}}^2}{d_1^2}; \quad (34)$$

для III зоны:

$$k_3 = \frac{d_1^2}{d_2^2}; \quad (35)$$

для IV зоны:

$$k_4 = \frac{d_2^2}{d_{\text{ш}}^2}. \quad (36)$$

В данной матрице коэффициент уплотнения теста имеет постоянное значение для всех зон в процессе выпрессовывания теста, так как $\frac{S_M}{\sum f_{\text{отв}} z_{\text{отв}}} = \frac{d_{\text{отв}}^2}{d_1^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2^2}{d_{\text{ш}}^2}$ и $k_1 = k_2 = k_3 = k_4$.

Следовательно, полученное соотношение позволяет в данной конструкции матрицы получить постепенное и равномерное увеличение гидравлического сопротивления и давления во всех ступенях отверстий по ходу движения теста через матрицу и достичь равенства коэффициента уплотнения теста. Это гарантирует более качественное формование сырья, увеличение производительности матрицы и макаронного пресса в целом и, следовательно, повышение эффективности работы устройства.

Вывод. В данной статье предложена методика расчетной оценки скоростных и силовых параметров течения макаронного теста в каналах ступенчато-переменного сечения с использованием нелинейной модели Балкли-Гершеля. Показано, что для обычно используемых в производственной практике технологических параметров формования макаронного теста (температура 40 °С, влажность 30 %) данная нелинейная реологическая модель более точно описывает сдвиговые деформации теста. Получены зависимости реологических констант (коэффициента консистенции k и показателя степени n при скорости сдвига $\dot{\gamma}$) от сдвиговой прочности материала τ_0 и пластической вязкости $\eta_{\text{пл}}$, позволяющие определять оптимальную скорость выпрессовывания макаронных изделий и объемную производительность канала ступенчато-переменного сечения. Предложена расчетная модель конструкции матрицы с каналами ступенчато-переменного сечения, в которой размеры входных отверстий канала связаны с параметрами матрицы определенным соотношением. Формующий канал условно разделен на зоны (ступени). При движении теста из одной зоны (ступени) в другую диаметры входных отверстий постоянно умень-

шаются, а количество отверстий остается постоянным. Такое понижение диаметра отверстий приводит к уменьшению площади проходного (живого) сечения и, как следствие, к уплотнению и сжатию теста. Важно, чтобы уплотнение теста проходило постепенно и равномерно. Это позволяет последовательно увеличивать гидравлическое сопротивление и давление во всех ступенях входных отверстий. Данный процесс характеризуется коэффициентом уплотнения (сжатия), который в представленной конструкции матрицы имеет одинаковое значение в каждой ступени. Новая конструкция матрицы позволяет выравнивать гидравлическое сопротивление и скорости выпрессовывания и, как следствие, увеличивать производительность прессы. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании узла формования макаронного прессы с оптимальными параметрами.

Список использованных источников

1. Рынок макаронных изделий в России // Хлебопродукты. – 2003. – № 4. – С. 8–9.
2. Юсупова, Г. Г. Методы контроля качества муки по реологическим свойствам теста / Г. Г. Юсупова, О. Н. Бердышникова // Хлебопекар. пр-во. – 2011. – № 2. – С. 48–53.
3. Исследование изменения реологических свойств теста из муки различных сортов пшеницы при их смешивании / Д. М. Сычева [и др.] // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. X Междунар. науч.-техн. конф., 23–24 апр. 2015 г. / Могилев. гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2015. – С. 78.
4. Юрчак, В. Г. Исследование структурно-механических свойств полуфабрикатов при производстве макаронных изделий с сухим яичным белком / В. Г. Юрчак, Т. П. Голикова, А. А. Альсанд // Хлебопечение России. – 2008. – № 2. – С. 14–16.
5. Пшенишнюк, Г. Ф. Биохимические свойства зерна мягких и твердых сортов пшеницы / Г. Ф. Пшенишнюк, А. И. Рыбак // Изв. вузов. Пищевая технология. – 1988. – № 5. – С. 32–34.
6. Шнейдер, Т. И. Научное обеспечение макаронной промышленности / Т. И. Шнейдер // Хлебопечение России. – 2002. – № 3. – С. 32–35.
7. Коргина, Т. В. Расширение ассортимента макаронных изделий за счёт использования растительного сырья / Т. В. Коргина, Г. А. Осипова, Д. С. Сечина // Хлебопродукты. – 2014. – № 2. – С. 39–41.
8. Груданов, В. Я. Процесс формования макаронных изделий в узлах прессования с улучшенными гидравлическими и технологическими характеристиками / В. Я. Груданов, А. Б. Торган, В. М. Поздняков // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2013. – № 2. – С. 58–65.
9. Торган, А. Б. Совершенствование конструкции матрицы шнекового макаронного прессы / А. Б. Торган, И. Е. Дацук // Агропанорама. – 2009. – № 2. – С. 21–24.
10. Иванов, В. С. Установка для высокотемпературного формования макаронных изделий / В. С. Иванов, М. В. Белова // Вестн. Чуваш. гос. пед. ун-та им. И. Я. Яковлева. – 2011. – № 2, ч. 1. – С. 45–48.
11. Торган, А. Б. Новые технические решения в конструировании матрицы и вкладыша макаронного прессы / А. Б. Торган, П. В. Станкевич // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : докл. междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21–22 марта 2013 г. / Беларус. гос. аграр. техн. ун-т ; редкол.: А. А. Бренч [и др.]. – Минск, 2013. – С. 75–78.
12. Станкевич, П. В. Составные матрицы для производства макаронных изделий / П. В. Станкевич // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23–24 окт. 2014 г. : в 2 ч. / Беларус. гос. аграр. техн. ун-т ; редкол.: И. Н. Шило [и др.]. – Минск, 2014. – Ч. 1. – С. 368–371.
13. Попов, В. П. Повышение качества макаронных полуфабрикатов в результате оптимального управления реологическими свойствами макаронного теста / В. П. Попов, М. Ю. Шрейдер, А. М. Пищухин // Управление реологическими свойствами пищевых продуктов : сб. материалов 1-й науч.-практ. конф. и выст. с междунар. участием, 25–26 сент. 2008 г. / Моск. гос. ун-т пищевых пр-в ; сост. В. Я. Черных. – М., 2008. – С. 122–127.
14. Шенкель, Г. Шнековые прессы для пластмасс: принцип действия, конструирование и эксплуатация / Г. Шенкель ; пер. с нем. Г. П. Делекторского [и др.] ; под ред. А. Я. Шапиро. – Л. : Госхимиздат, 1962. – 467 с.
15. Mathematical modeling of melting of polymers in barrier-screw extruders / B. Elbirli [et al.] // Polymer Engineering & Science. – 1983. – Vol. 23, N2. – P. 86–94.
16. Sarghini, F. Experimental analysis and numerical simulation of pasta dough extrusion process / F. Sarghini, A. Romano, P. Masi // J. of Food Engineering. – 2016. – Vol. 176. – P. 56–70.
17. Melcion, J. P. La cuisson-extrusion dans le domaine alimentaire: principe, applications, perspectives / J. P. Melcion, P. Colonna // Revue de l'Alimentation Animale. – 1983. – N368. – S. 45–54.
18. Rossen, J. L. Food extrusion / J. L. Rossen, R. C. Miller // Food Technology. – 1973. – Vol. 27, N8. – P. 48–53.
19. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов : справочник / А. В. Горбатов [и др.] ; под ред. А. В. Горбатова. – М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1982. – 296 с.
20. Мачихин, Ю. А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю. А. Мачихин, С. А. Мачихин. – М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1981. – 216 с.
21. Разработка и исследование малогабаритного прессы для производства макаронных изделий / Р. Р. Эльмесов [и др.] // Соврем. проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – С. 145–151.

22. Стрелюхина, А. Н. Анализ и повышение качества и безопасности технологической системы макаронного производства / А. Н. Стрелюхина, С. А. Мачихин // Хранение и перераб. сельхозсырья. – 2008. – № 3. – С. 74–78.
23. Назаров, Н. И. Структурно-механические свойства макаронного теста / Н. И. Назаров, М. А. Калинина, Ю. В. Калинин // Хлебопекар. и кондитер. пром-сть. – 1971. – № 2. – С. 18–20.
24. Артемьева, Н. Н. Структурно-механические характеристики макаронных изделий – объективные показатели их качества / Н. Н. Артемьева, С. А. Давыдова // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. – 2007. – № 3. – С. 130–134.
25. Торган, А. Б. Анализ реологических аспектов течения макаронного теста в каналах ступенчато-переменного сечения с использованием нелинейной модели Балкли-Гершеля / А. Б. Торган // Пищевая пром-сть: наука и технологии. – 2015. – № 3 (29). – С. 64–71.

References

1. Rynok makaronnykh izdeliy v Rossii [Pasta market in Russia]. *Khleboпродукты* [Bakery], 2003, no. 4, pp. 8–9. (In Russian).
2. Yusupova G.G., Berdyshnikova O.N. *Metody kontrolya kachestva muki po reologicheskim svoystvam testa* [Quality control methods in respect of rheological properties of dough]. *Khlebopekarnoe proizvodstvo* [Bakery], 2011, no. 2, pp. 48–53. (In Russian).
3. Sycheva D.M., Nelyubina E.V., Franchenko E.S., Bus'ko E.S. *Issledovanie izmeneniya reologicheskikh svoystv testa iz muki razlichnykh sortov pshenitsy pri ikh smeshivani* [Study of rheological properties changes of dough made from flour of different wheat varieties to be mixed]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv : tezisy dokladov X Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, 23–24 aprelya 2015 g.* [Technology of food production: book of abstracts of the X International scientific and technical conference, 23–24 April 2015]. Mogilev, 2015, pp. 78. (In Russian).
4. Yurchak V.G., Golikova T.P., Al'said A.A. *Issledovanie strukturno-mekhanicheskikh svoystv polufabrikatov pri proizvodstve makaronnykh izdeliy s sukhim yaichnym belkom* [Study of structural and mechanical properties of semi-finished products when producing pasta with dried egg white]. *Khlebopechenie Rossii* [Russian Bakery], 2008, no. 2, pp. 14–16. (In Russian).
5. Pshenishnyuk G.F., Rybak A.I. *Biokhimicheskie svoystva zerna myagkikh i tverdykh sortov pshenitsy* [Biochemical properties of grain of soft and durum wheat]. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [Proceedings of the Universities. Food Technology], 1988, no. 5, pp. 32–34.
6. Shneyder T.I. *Nauchnoe obespechenie makaronnoy promyshlennosti* [Scientific support of pasta industry]. *Khlebopechenie Rossii* [Bakery Russia], 2002, no. 3, pp. 32–35. (In Russian).
7. Korgina T.V., Osipova G.A., Sechina D.S. *Rasshirenie assortimenta makaronnykh izdeliy za schet ispol'zovaniya rastitel'nogo syr'ya* [Expanding the range of pasta through the use of vegetable raw materials]. *Khleboпродукты* [Bakery], 2014, no. 2, pp. 39–41. (In Russian).
8. Grudanov V.Ya., Torgan A.B., Pozdnyakov V.M. *Protsess formovaniya makaronnykh izdeliy v uzлах pressovaniya s uluchshennymi gidravlicheskimi i tekhnologicheskimi kharakteristikami* [Process of forming pasta in pressing units with improved hydraulic and technological characteristics]. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya fizika-tekhnichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Physico-technical series], 2013, no. 2, pp. 58–65. (In Russian).
9. Torgan A.B., Datsuk I.E. *Sovershenstvovanie konstruksii matritsy shnekovogo makaronnogo pressa* [Improving the design of the matrix of a screw pasta press]. *Agropanorama* [Agropanorama], 2009, no. 2, pp. 21–24. (In Russian).
10. Ivanov V.S., Belova M.V. *Ustanovka dlya vysokotemperaturnogo formovaniya makaronnykh izdeliy* [Appliance for high-temperature formation of pasta]. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University Bulletin], 2011, no. 2, pt. 1, pp. 45–48. (In Russian).
11. Torgan A.B., Stankevich P.V. *Novye tekhnicheskie resheniya v konstruirovani matritsy i vkladyshe makaronnogo pressa* [New technical solutions in the design of matrix and liner of macaroni press]. *Pererabotka i upravlenie kachestvom sel'skokhozyaystvennoy produktsii: doklady mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Minsk, 21–22 marta 2013 g.* [Processing and quality control of agricultural products: reports of the International Scientific and Practical Conference, Minsk, March 21–22, 2013]. Minsk, 2013, pp. 75–78. (In Russian).
12. Stankevich P.V. *Sostavnye matritsy dlya proizvodstva makaronnykh izdeliy* [Composite matrix for the production of pasta]. *Tekhnicheskoe i kadrovoe obespechenie innovatsionnykh tekhnologiy v sel'skom khozyaystve: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Minsk, 23–24 oktyabrya 2014 g.* [Technical support and staffing of innovative technologies in agriculture: proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Minsk, October 23–24, 2014]. Minsk, 2014, vol. 1, pp. 368–371. (In Russian).
13. Popov V.P., Shreyder M.Yu., Pishchukhin A.M. *Povyshenie kachestva makaronnykh polufabrikatov v rezul'tate optimal'nogo upravleniya reologicheskimi svoystvami makaronnogo testa* [Improving the quality of semi-finished pasta as a result of optimal control of rheological properties of pasta]. *Upravlenie reologicheskimi svoystvami pishchevykh produktov : sbornik materialov I-y nauchno-prakticheskoy konferentsii i vystavki s mezhdunarodnym uchastiem, 25–26 sentyabrya 2008 g.* [Management of rheological properties of food: a collection of materials of I Scientific and Practical Conference and International Exhibition, 25–26 September 2008]. Moscow, 2008, pp. 122–127. (In Russian).
14. Schenkel G. *Schneckenpressen für Kunststoffe. Wirkungsweise, Ausführung und Betrieb*. München, Carl Hanser Verlag, 1959. 418 p. (Russ. ed.: Shenkel' G. Shnekovye pressy dlya plastmass: printsip deystviya, konstruirovaniye i ekspluatatsiya. Leningrad, Goskhimizdat Publ., 1962. 467 p.)
15. Elbirli B., Lindt J.T., Gottgetreu S.R., Baba S.M. Mathematical modeling of melting of polymers in barrier-screw extruders. *Polymer Engineering & Science*, 1983, vol. 23, no. 2, pp. 86–94. doi: 10.1002/pen.760230207.

16. Sarghini F., Romano A., Masi P. Experimental analysis and numerical simulation of pasta dough extrusion process. *Journal of Food Engineering*, 2016, vol. 176, pp. 56–70. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2015.09.029.
17. Melcion J.P., Colonna P. La cuisson-extrusion dans le domaine alimentaire: principe, applications, perspectives. *Revue de l'Alimentation Animale*, 1983, no. 368, pp. 45–54.
18. Rossen J.L., Miller R.C. Food extrusion. *Food Technology*, 1973, vol. 27, no. 8, pp. 48–53.
19. Gorbato A.V. (ed.) *Strukturno-mekhanicheskie kharakteristiki pishchevykh produktov* [Structural and mechanical characteristics of foodstuffs]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ. 1982. 296 p. (In Russian).
20. Machikhin Yu.A., Machikhin S.A. *Inzhenernaya reologiya pishchevykh materialov* [Engineering rheology of food materials]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1981. 216 p. (In Russian).
21. El'mesov R.R., Didanov A.M., Tlishev A.B., Didanov M.Ts. *Razrabotka i issledovanie malogabaritnogo pressa dlya proizvodstva makaronnykh izdeliy* [Development and research of small-size press for pasta production]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2015, no. 2, pp. 145–151. (In Russian).
22. Strelyukhina A.N., Machikhin S.A. *Analiz i povyshenie kachestva i bezopasnosti tekhnologicheskoy sistemy makaronnogo proizvodstva* [Analysis and improvement of the quality and safety of the technological system of pasta production]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Farm Products], 2008, no. 3, pp. 74–78. (In Russian).
23. Nazarov N.I., Kalinina M.A., Kalinin Yu.V. *Strukturno-mekhanicheskie svoystva makaronnogo testa* [Structural and mechanical properties of pasta]. *Khlebopekarnaya i konditerskaya promyshlennost'* [Bakery and Confectionery Industry], 1971, no. 2, pp. 18–20. (In Russian).
24. Artem'eva N.N., Davydova S.A. *Strukturno-mekhanicheskie kharakteristiki makaronnykh izdeliy – ob'ektivnye pokazateli ikh kachestva* [Structural and mechanical characteristics of pasta – objective indicators of quality]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Journal of Astrakhan State Technical University], 2007, no. 3, pp. 130–134. (In Russian).
25. Torgan A.B. *Analiz reologicheskikh aspektov techeniya makaronnogo testa v kanalah stupenchato-peremennogo secheniya s ispol'zovanie nelineynoy modeli Balkli-Gershelya* [Analysis of rheological aspects of pasta flow in step-variable cross-section channels with the use of nonlinear Herschel-Bulkley models]. *Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii* [Food Industry: Science and Technology], 2015, no. 3 (29), pp. 64–71. (In Russian).

Информация об авторах

Груданов Владимир Яковлевич – доктор технических наук, профессор кафедры технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции. Белорусский государственный аграрный технический университет (пр-т Независимости, 99, 220124 г. Минск, Республика Беларусь).

Торган Анна Борисовна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции. Белорусский государственный аграрный технический университет (пр-т Независимости, 99, 220124 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: anechkat@tut.by.

Information about the author

Grudanov Vladimir Ya. – D. Sc. (Engineering), Professor, Belarusian State Agrarian Technical University (99 Nezavisimosti Ave., Minsk 220124, Republic of Belarus).

Torhan Anna B. – Ph. D. (Engineering), Assistant Professor, Belarusian State Agrarian Technical University (99 Nezavisimosti Ave., Minsk 220124, Republic of Belarus). E-mail: anechkat@tut.by

Для цитирования

Груданов, В.Я. Реологические аспекты течения макаронного теста в каналах матрицы ступенчато-переменного сечения / В.Я. Груданов, А.Б. Торган // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2017. – № 1. – С. 109–121.

For citation

Grudanov V. Ya., Torhan A. B. Rheological aspects of macaroni batter flow in channels of matrix of step and variable section. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series*, 2017, no 1, pp. 109–121.

ВУЧОНЫЯ БЕЛАРУСІ

SCIENTISTS OF BELARUS

МИХАИЛ МАКСИМОВИЧ СЕВЕРНЕВ

(К 95-летию со дня рождения)

21 ноября 2016 года академику Михаилу Максимовичу Северневу исполнилось бы 95 лет, но и отведенные ему судьбой 90 лет вместили столько событий и свершений, что хватило бы не на одну жизнь. Полагаем, что основа успешности жизненного пути Михаила Максимовича заложена в его целеустремленности и ясном понимании смысла пребывания человека на земле.

М.М. Севернев родился в 1921 г. в д. Север Бельничского района Могилевской области. С первых дней Великой Отечественной войны будущий академик стал ее активным участником: работал в подпольной комсомольской организации, затем перешел в партизанский отряд. После освобождения Беларуси в августе 1944 г. Михаил Максимович стал сержантом Красной Армии и дошел до Кенигсберга. За участие в боевых действиях в период войны награжден боевыми орденами и медалями. Партизанская юность и фронтовая молодость сформировали его личность и привили высочайший уровень главных человеческих качеств – ответственности и чувства долга.

В 1951 г. вчерашний солдат-фронтовик успешно оканчивает Белорусский политехнический институт и выбирает нелегкий путь ученого. Он поступает в аспирантуру недавно образованного Белорусского научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства. Одной из причин этого выбора стала личность его научного руководителя, основателя белорусской агроинженерной науки академика Академии наук БССР и ВАСХНИЛ Михаила Ефремовича Мацепуро. Маститый ученый разглядел во вчерашнем студенте талант исследователя, умение широко, аналитически мыслить, что помноженное на трудолюбие, целеустремленность и глубокое знание сельского хозяйства не могло не принести результат. И он не ошибся! М.М. Севернев не только подготовил кандидатскую диссертацию, но и успешно защитил ее в срок аспирантской подготовки. Это позволило ему уже в 1955 г. (через 4 года после окончания вуза) стать заведующим лабораторией. Чувствуя большой научный потенциал молодого кандидата наук, М.Е. Мацепуро предложил ему разрабатывать новое направление в агроинженерной науке – проблему износа и долговечности сельскохозяйственной техники.

Напряженная, целенаправленная работа начинает приносить результаты. Лаборатория под его руководством и при самом непосредственном участии выполняет цикл исследований, направленных на обеспечение работоспособности новой техники, идущей на поля Беларуси. Широко внедряются в производство рекомендации и руководства по ремонту и хранению сельскохозяйственной и мелиоративной техники, каталоги деталей и нормативная документация. В 1964 г. М.М. Севернев становится одним из первых докторов технических наук по механизации сельского хозяйства, подготовленных в БССР. Его научные работы получают широкую известность, и его избирают членом-корреспондентом ВАСХНИЛ, единственным представителем белорусской агроинженерной науки в отделении механизации сельского хозяйства союзной отраслевой академии.

В период работы М.М. Севернева в Правительстве БССР (1972–1974 гг.) раскрылся его талант государственного деятеля, крупного руководителя, на плечах которого лежала ответственность за эффективную работу и развитие всего агропромышленного комплекса страны. Являясь одновременно депутатом Верховного совета БССР и Председателем постоянной комиссии парламента республики по сельскому хозяйству, Михаил Максимович много сделал для индустриализации села. Можно сказать, что фундамент продовольственной безопасности сегодняшней независимой Беларуси закладывался в 70-е годы XX века, когда сельское хозяйство республики сделало решительный шаг вперед и вышло на передовые позиции в СССР.



В 1976 г. М. М. Севернев полностью сосредотачивается на научной деятельности и становится во главе Западного отделения ВАСХНИЛ, одновременно возглавляя ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР. Координируя работу аграрной науки БССР, Литвы, Латвии и Эстонии, он оказывает серьезное научное влияние на развитие сельского хозяйства в этих республиках. В 1978 г. его авторитет и научные заслуги отмечены научным сообществом избранием академиком ВАСХНИЛ.

В период становления независимости Беларуси особенно ценным оказался опыт государственной деятельности, приобретенный в период работы в правительстве БССР. В 1992 г. М. М. Севернев и его многолетний коллега по аграрной науке и близкий друг по жизни академик С. Г. Скоропанов вместе с группой ведущих ученых-аграриев, работавших в научных организациях страны, становятся инициаторами создания республиканской Академии аграрных наук, и его утверждают академиком Академии аграрных наук Республики Беларусь. Работая в должности вице-президента ААН, М. М. Севернев принял активнейшее участие в становлении новой научной структуры, развертывании исследований по всем направлениям аграрной науки. 18 апреля 2003 г. он избран действительным членом Национальной академии наук Беларуси.

Еще в середине 1970-х годов М. М. Северневым был подготовлен доклад для ФАО по проблеме сельскохозяйственной энергетики. Тогда мировое научное сообщество начинало понимать проблему энергосбережения и энергоэффективности производства. В 1983 г. он создает научную лабораторию «использования топливно-энергетических ресурсов в сельском хозяйстве». Коллективом лаборатории была сформирована тематика разработок в области применения ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве и обоснования направлений использования возобновляемых источников энергии. При активном участии Михаила Максимовича был выполнен цикл работ по обоснованию прогрессивных нормативов расхода горюче-смазочных материалов на единицу сельхозпродукции, а также сформирована методическая база для проведения расчета потребности в топливе и обоснования объемов его поставок. При этом впервые предложено выполнять расчеты с применением ПЭВМ, которые только начинали использоваться в народном хозяйстве. Лабораторией выполнены разработки оборудования, использующего возобновляемые источники энергии в технологиях, применяемых в сельском хозяйстве, и внедрение данного оборудования в производство (гелиосистемы для подогрева воды и воздуха – ГПВ-240, ГВП-20, Гелекс-150 (300)). Также разработаны и освоены в производстве комплекты оборудования для охлаждения молока на основе применения естественного холода (ОМС-12 и ОМС-0,5).

Значительный вклад академик М. М. Севернев внес в развитие научных основ ресурсосбережения в сельском хозяйстве, разработку методологии оценки машин и технологий с использованием интегральных показателей энергетической эффективности. Важнейшим творческим этапом проведенной работы стало опубликование в 1994 г. монографии «Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве», в которой Михаил Максимович обобщил результаты исследований ведущих ученых на единой методической основе – анализе удельных затрат при производстве сельскохозяйственной продукции.

Заслуги М. М. Севернева как известного ученого, защитника отечества и государственного деятеля отмечены многими орденами и медалями, почетными званиями и учеными степенями, но главным его достижением можно признать создание крупной научной школы, приумножающей научные знания. Воспитанники его школы активно занимаются изучением влияния на надежность и долговечность деталей машин различных материалов и специфичных сельскохозяйственных сред: почвы, торфа, минеральных удобрений, ядохимикатов, органических удобрений, кормов, микроклимата животноводческих помещений. В числе его учеников – представители Беларуси, России, Украины, Грузии, Литвы, Азербайджана. Всего Михаил Максимович подготовил 5 докторов и 42 кандидата наук.

М. М. Севернев – автор более 500 научных работ, в том числе 16 монографий, 42 авторских свидетельств и патентов на изобретения. Подтверждением мирового признания его фундаментальных работ служит то, что подготовленная им и его учениками в 1973 г. монография «Износ деталей сельскохозяйственных машин» дважды переиздавалась за рубежом – в Индии (1975) и в Голландии (1995), в Беларуси в доработанном и дополненном варианте она издана 2011 г.

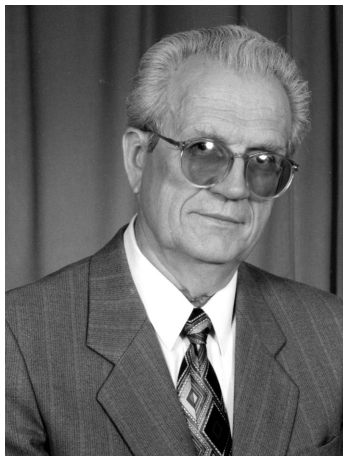
Академик М. М. Севернев награжден орденами Красной Звезды, Отечественной войны I степени, Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени (дважды), «Знак Почета», медалями «За отвагу», «За взятие Кенигсберга», Франциска Скорины, лауреат Государственной премии БССР (1978) за разработку жатки ЖСК и технологии уборки полеглих зерновых.

Михаил Максимович является наглядным примером плодотворной долголетней творческой работы ученого. Широкое признание выдвинутых им научных идей, использование их учеными всех отраслей не только в Беларуси, но и далеко за ее пределами дают все основания признать значимость его следа в белорусской науке. В память о знаменитом выпускнике в средней школе села Головчин в 2013 г. состоялось торжественное открытие мемориальной доски в честь академика М. М. Севернева.

В. Н. ДАШКОВ, В. О. КИТИКОВ

НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ СМЕЯН

(К 85-летию со дня рождения)



Имя Николая Ивановича Смеяна – академика НАН Беларуси, заслуженного деятеля науки Республики Беларусь, лауреата Государственной премии БССР, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, председателя Белорусского общества почвоведов широко известно среди почвоведов и ученых смежных дисциплин не только на Родине, но и далеко за ее пределами. 3 января 2017 года ему исполнилось бы 85 лет...

Н.И. Смеян родился в д. Бабичи Речицкого района Гомельской области. В 1953 г. поступил на биолого-почвенный факультет БГУ им. В.И. Ленина, который окончил в 1958 г. по специальности почвоведение. Первыми его учителями были замечательные ученые – П.П. Роговой, А.Г. Медведев, Н.П. Булгаков. После непродолжительного периода работы в Институте социалистического сельского хозяйства АН БССР переведен в Институт почвоведения АСХН БССР (сейчас Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси). Здесь Н.И. Смеян прошел свой трудовой и научный путь от инженера-почвоведа до заместителя директора, от младшего научного сотрудника до академика НАН Беларуси, ведущего в стране почвовед-исследователя.

В период 1958–1969 гг. Н.И. Смеян приобрел богатый опыт крупномасштабного полевого исследования земель колхозов и госхозов БССР и картографирования почв. Он принимал непосредственное участие в проведении обширных почвенно-картографических работ на территории Могилевской области и ряда других районов республики, составлении сводных районных и областных почвенных карт. Накопленные в это время знания и богатый фактологический материал о закономерностях развития почв БССР, их свойствах и плодородии позволили ему подготовить и успешно защитить в 1969 г. кандидатскую диссертацию на тему «Почвы Бельничского и Круглянского районов Могилевской области и пути их рационального использования». Уже спустя месяц после защиты его назначили заместителем директора по научной работе БелНИИ почвоведения и агрохимии, на этой должности он проработал 35 лет. В разрабатываемый под его руководством широкий круг вопросов входил целый ряд направлений, основными из которых являлись изучение почвенных ресурсов, классификация почв, агропроизводственная группировка и почвенно-экологическое районирование, агрономическая оценка и установление степени пригодности почв под основные сельскохозяйственные культуры в целях оптимизации структуры посевных площадей и севооборотов, их рациональное использование, разработка путей повышения производительной способности почв и защиты от деградации.

Биография ученого – это летопись его работ. Труды Николая Ивановича многочисленны, это монографии, научные статьи, рекомендации, методики, предложения – всего 440 научных изданий.

В 1974 г. к X Международному конгрессу почвоведов (г. Москва) издана монография «Почвы Белорусской ССР» под редакцией члена-корреспондента АН БССР Т.Н. Кулаковской, академика АН БССР П.П. Рогового, кандидата сельскохозяйственных наук Н.И. Смеяна. В ней подведен итог исследований условий почвообразования, закономерностей географического распространения и важнейших свойств, определяющих уровень плодородия почв Беларуси, в том числе и 15-летних Николая Ивановича. В 1977 г. выходит в свет коллективная монография «Качественная оценка почв колхозов и госхозов БССР». В этом же году издана Почвенная карта Белорусской ССР масштаба 1 : 600 000 (сост.: Н.И. Смеян, И.Н. Соловей), являющаяся результатом обобщения региональных работ по географии и картографии почв республики.

В 1980 г. им успешно защищена докторская диссертация на тему «Агропроизводственная группировка и районирование почв БССР в соответствии с их пригодностью под основные сельскохозяйственные культуры» и опубликована монография «Пригодность почв БССР под основные сельскохозяйственные культуры», в которой разработана новая схема генетической классификации почв Беларуси, выявлены количественные зависимости урожайности основных сельскохозяйственных культур от свойств почв, разработаны принципы общей региональной агропроизводственной группировки и составлена система группировок почв республики под отдельные культуры.

В 1990 г. издана монография «Почвы и структура посевных площадей», где изложена агрономическая характеристика пахотных почв, оценка их эффективного плодородия в количественных величинах при использовании под зерновые культуры и картофель, дана группировка почв, отражающая степень пригодности групп почв для выращивания выше указанных культур, определен рациональный набор сельскохозяйственных культур, способных в полной мере использовать почвенное плодородие при формировании урожая, даны предложения по построению рациональной, отвечающей почвенным условиям, структуры посевных площадей и оптимизации севооборотов. В этом же году разработаны Методические указания «Полевое исследование и картографирование почв БССР» (под ред. Н. И. Смеяна, Т. Н. Пучкаревой, Г. А. Ржеутской), являющиеся и в настоящее время рабочим документом для почвенной службы республики. В Методических указаниях по полевому исследованию и картографированию антропогенно-преобразованных почв Беларуси (2001) особое внимание уделено самым проблемным почвам Беларуси – осушенным торфяным, их диагностике и классификации.

В 2007 г. опубликована монография «Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси» (соавтор: Г. С. Цытрон), в которой представлен результат исторического анализа решения классификационной проблемы в Беларуси и экспериментального материала за 25 лет научных исследований по изучению почвенного покрова республики.

Научные труды Н. И. Смеяна являются настольными книгами почвоведов и практиков в области сельскохозяйственного производства, а также агрохимиков, землеустроителей, биологов, геохимиков и др. В научных работах Николая Ивановича красной нитью проходит забота о восстановлении статуса почвы в земледелии.

Николаем Ивановичем проведена огромная работа по использованию теоретических результатов исследований диагностики, генезиса и классификации почв при решении практических задач совершенствования методов крупномасштабной картографии и качественного учета земельных ресурсов республики, что отражают проведенные в республике три тура крупномасштабных почвенно-картографических исследований земель сельхозпредприятий, три тура землеоценочных работ и поучастковая кадастровая оценка. Его разработки по группировкам и районированию почв Беларуси под основные сельскохозяйственные культуры находят широкое применение при установлении специализации и концентрации сельскохозяйственного производства, определении рациональной структуры посевных площадей в районах и областях республики. На основании проведенных работ опубликованы коллективные монографии «Кадастровая оценка почв колхозов и госхозов БССР» (1977), «Оценка плодородия почв Белоруссии» (1989), «Кадастровая оценка земель сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств» (2000), «Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь» (2001).

Результаты научно-исследовательских, картографических и землеоценочных работ послужили исходным информационным материалом для создания целого ряда карт по разделу «Почвы и земельные ресурсы» Национального атласа Беларуси (2002).

С целью популяризации почвенных знаний и воспитания природоведческой культуры издана книга «Занимательно о почве» (соавторы: К. К. Кудло, И. Н. Соловей, 1984). Большим спросом у студентов пользуется учебник «Земледелие с основами почвоведения» (1989), одним из авторов которого является Н. И. Смеян.

Николай Иванович неустанно поднимал вопросы о роли почвы в обеспечении устойчивого социального, экономического развития и экологической безопасности Беларуси, выступая с докладами на международных конгрессах, республиканских совещаниях, в НАН Беларуси, Министерстве сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, областных и районных комитетах по сельскому хозяйству и продовольствию, Государственном комитете по имуществу, Белгипрозе и его дочерних организациях.

В рамках интеграционной деятельности принимал активное участие в создании Европейской географической почвенной базы данных (SOTER), реализованной через издание Атласа почв Европы (Soil Atlas of Europe, 2005 г.), «Цифровой базы данных стран бывшего СССР», «Базы данных почв и суши по деградации и оценке их устойчивости в странах Центральной и Восточной Европы». Эти пионерные работы отражали специфику почв Беларуси.

Много сил и энергии Н. И. Смеян отдавал общественной работе: являлся председателем экспертного совета по сельскому хозяйству БелБАК, членом бюро Межгосударственного совета по земельным ресурсам стран СНГ и их рациональному использованию, членом комиссии по классификации почв при Почвенном институте им. В. В. Докучаева, членом Центрального совета Всесоюзного общества почвоведов. С его именем связано создание в 1993 г. на базе Белорусского отделения Всесоюзного общества почвоведов ОО «Белорусского общества почвоведов» (БОП), председателем которого он был до последних дней своей жизни. Благодаря его энтузиазму на высоком научном и организационном уровне проведены три съезда (г. Гомель, 1995, г. Минск, 2001, 2006) и ряд международных научно-практических конференций.

Кроме того, на протяжении многих лет Николай Иванович являлся заместителем председателя специализированного совета по защите диссертаций по специальности агропочвоведение и агрофизика, членом специализированного совета по защите диссертаций по экономике сельского хозяйства, членом редколлегии журналов «Почвоведение», «Почвоведение и агрохимия», «Земляробства і ахова раслін», председателем редколлегии журнала «Земля Беларусі», членом ряда проблемных и научных советов и комиссий.

Признанием самоотверженного труда Николая Ивановича Смеяна являются его награды и звания: орден «Знак почёта» (1971), медаль «За доблестный труд» (1970), Государственная премия БССР в области науки (1976), две золотые и одна бронзовая медали ВДНХ СССР, в 1989 г. избран членом-корреспондентом АН БССР, в 1990-м присвоено ученое звание профессора, в 1992-м избран академиком ААН Республики Беларусь, в 1995 г. присвоено звание почетного доктора БГСХА, в 2000 г. – заслуженного деятеля науки Беларуси, в 2003 г. избран академиком НАН Беларуси, в 2007 г. присуждена Премия Национальной академии наук Беларуси. Его имя включено в книгу «2000 выдающихся ученых XX века» (Кембридж, Англия, 2000).

Помимо административной, научной и общественной деятельности, ярко проявился педагогический талант Н. И. Смеяна в подготовке научных кадров. Под его руководством успешно защищены 22 кандидата и 2 доктора сельскохозяйственных наук, для которых и сейчас он является примером служения науке и отношения к людям. Он многие годы был председателем Государственных экзаменационных комиссий в Белорусском государственном университете, Белорусской государственной сельскохозяйственной академии и Белорусском государственном педагогическом университете.

Говоря о человеческих качествах Николая Ивановича, необходимо отметить его исключительную доброжелательность, интеллигентность, дипломатичность, сочетание доброты и строгости, внимательное отношение к сотрудникам, их мнению, в том числе и молодых начинающих исследователей. Он был надежным другом и защитой для своих учеников и коллег. Созданный им дух взаимного уважения и доверия в коллективе способствовал плодотворной работе. Всегда восхищали его харизма, редкое обаяние и жизнелюбие.

Николай Иванович блестяще владел литературным стилем, четко и последовательно излагал свои мысли и идеи, что является и сейчас образцом для подражания. К этому надо добавить, что Николай Иванович до последних дней своей жизни не терял интерес к полевым экспедициям и принимал непосредственное участие во всех почвенных работах. Он беззаветно любил свое дело и годы были над ним не властны. О таких людях говорят: «До последнего в строю». Таким и останется в нашей памяти выдающийся ученый и светлый человек – Николай Иванович Смеян.

В. В. ЛАПА, А. Ф. ЧЕРНЫШ

АЛЬБЕРТ ФЕДОРОВИЧ ТРОФИМОВ**(К 80-летию со дня рождения)**

25 ноября зоотехническая и ветеринарная наука, а также широкий круг производителей Беларуси отмечали 80-летний юбилей одного из наиболее известных ученых-технологов – члена-корреспондента Национальной академии наук Беларуси, доктора ветеринарных наук, профессора Альберта Федоровича Трофимова. Его жизненный путь неразрывно связан с сельскохозяйственной наукой нашей республики. Сегодня его имя, работы, научная школа широко известны в Беларуси и за ее пределами.

А.Ф. Трофимов родился в 1936 г. в г. Борисове Минской области. Здесь он провел военное лихолетье, закончил среднюю школу. В 1955 г. поступил в Витебский ветеринарный институт. После успешной защиты диплома в 1960 г. его направляют на работу главным ветеринарным врачом в г.п. Плещеницы Логойского района Минской области.

Свою трудовую деятельность в области науки А.Ф. Трофимов начал в 1963 г. младшим научным сотрудником Белорусского научно-исследовательского института животноводства (затем РУП «Институт животноводства НАН Беларуси», сейчас РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»). Более 50 лет Альберт Федорович интенсивно занимается трудовой, учебно-методической, научной и педагогической деятельностью. В 1974 г. успешно защищает кандидатскую, а в 1988 г. – докторскую диссертацию. В 1991 г. А.Ф. Трофимову присвоено звание профессора, в 1996 г. он избран членом-корреспондентом Академии аграрных наук Республики Беларусь, а в 2003 г., после присоединения ее к Национальной академии в качестве отделения аграрных наук – членом-корреспондентом Национальной академии наук Беларуси.

В Белорусском научно-исследовательском институте животноводства А.Ф. Трофимов прошел все должностные ступени: сначала работал младшим научным сотрудником, затем – старшим научным сотрудником, а с 1988 г. – заведующим отделом технологии производства молока и говядины. В 1990–1994 гг. исполнял обязанности заместителя директора по научной работе, оставаясь при этом руководителем отдела, в состав которого входили четыре лаборатории, с 2002 г. – главный научный сотрудник.

Научные разработки А.Ф. Трофимова в области ветеринарной санитарии, зоогигиены и технологии производства продуктов животноводства легли в основу работы по теоретическому обоснованию систем и способов содержания животных на фермах и комплексах, энерго- и ресурсосберегающих технологий производства молока и выращивания ремонтного молодняка и широко внедряются в сельскохозяйственное производство.

В 1989 г. по инициативе и при непосредственном участии Альберта Федоровича при отделе технологии производства молока и говядины была создана группа по проектированию животноводческих объектов, преобразованная затем в лабораторию технологического проектирования. С этого времени лабораторией разработаны и переданы хозяйствам республики более 250 проектов для строительства и реконструкции животноводческих помещений. В проекты внедрены прогрессивные технологии производства молока и говядины, позволяющие производить конкурентоспособную продукцию.

А.Ф. Трофимов является одним из разработчиков Республиканской комплексной программы повышения эффективности производства молока; программы по комплексной оценке технологии ведения животноводства с целью ее оптимизации, снижения себестоимости производства продукции в хозяйствах Брагинского, Хойникского и других районов Гомельской и Могилевской областей; программы по отработке системы беспривязного содержания животных; программы гигиенических и технологических мероприятий, обеспечивающих снижение экологического давления на окружающую среду.

Альберт Федорович Трофимов является ведущим ученым республики в области зоогигиены и технологии производства молока и говядины. Он автор более 450 опубликованных научных работ, в том числе 22 книг (монографий и практических пособий), 8 учебников, 18 авторских свидетельств и патентов.



А.Ф. Трофимов постоянно уделяет большое внимание подготовке научных кадров и является основателем научной школы по технологии производства продуктов животноводства. Под его руководством подготовлены 4 докторские и 32 кандидатские диссертации. Долгое время являлся профессором кафедры крупного животноводства и переработки животноводческой продукции УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», избран почетным профессором УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

Присущие Альберту Федоровичу Трофимову энергичность и трудолюбие, целеустремленность, требовательность к себе и другим, доброжелательность, внимательное отношение к людям снискали заслуженное уважение ученых и практиков.

Желаем Вам, уважаемый Альберт Федорович, крепкого здоровья, плодотворной работы, дальнейших творческих успехов и удач в реализации намеченных планов, счастья и благополучия! С юбилеем Вас, дорогой коллега!

И. П. ШЕЙКО