ISSN 1817-7204 (print)

ВЕСЦІ
НАЦЫЯНАЛЬНАЙ АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ

СЕРЫЯ АГРАРНЫХ НАВУК. 2016. № 4

ИЗВЕСТИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

СЕРИЯ АГРАРНЫХ НАУК. 2016. № 4

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

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

Редакционная коллегия:

В. Г. 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 (*главный редактор*),
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. Фащук (*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. Мелещеня, 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)

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. 2016. № 4
Выходит на русском, белорусском и английском языках

Редактор *Т. С. Фащук*
Компьютерная верстка *А. В. Новик*

Подписано в печать 25.10.2016. Выход в свет 31.10.2016. Формат 60×84 $^1/_8$. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 14,88. Уч.-изд. л. 16,4. Тираж 78 экз. Заказ 218.
Цена номера: индивидуальная подписка – 10,28 руб., ведомственная подписка – 25,21 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. Серыя аграрных навук, 2016

ISSN 1817-7204 (print)

PROCEEDINGS
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

AGRARIAN SERIES. 2016. N 4

The Journal was founded in 1963

Periodicity is 4 issues per annum

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

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)

Editorial Board:

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

G. I. Ganush, Corresponding Member, Dr. Sci. (Economics), Professor,
S. A. Kas'yanchik, Ph. D. (Agricultural),
S. V. Kos'yanenko, Dr. Sci. (Agricultural), Assistant Professor,
P. A. Krasochko, Dr. Sci. (Veterinary), Dr. Sci. (Biological), Professor,
V. V. Lapa, Academician, Dr. Sci. (Agricultural), Professor,
A. P. Likhatsevich, Corresponding Member, Dr. Sci. (Engineering), Professor,
Z. V. Lovkis, Corresponding Member, Dr. Sci. (Engineering), Professor,
A. V. Meleshchenya, Ph. D. (Economic), Assistant Professor,
V. K. Pestis, Corresponding Member, Dr. Sci. (Agricultural), Professor,
N. A. Popkov, Ph. D. (Agricultural),
F. I. Privalov, Corresponding Member, Dr. Sci. (Agricultural), Professor,
I. N. Shilo, Dr. Sci. (Engineering), Professor,
S. A. Turko, Ph. D. (Agricultural),
Z. V. Vasilenko, Corresponding Member, Dr. Sci. (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, Dr. Sci. (Agricultural), Professor (Republic of Belarus),
V. I. Dolzhenko, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Agricultural), Professor (Russian Federation),
G. Gavardachvili, Academician, Engineering Academy of Georgia, Dr. Sci. (Engineering), Professor (Georgia),
V. M. Kosolapov, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Agricultural), Professor (Russian Federation),

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

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

PROCEEDING OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS.
Agrarian series. 2016. N4

Printed in Russian, Belarusian and English languages

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

It is sent of the press 25.10.2016. Appearance 31.10.2016. Format 60×84 $^{1}/_{8}$. Offset paper. The press digital.
Printed pages 14,88. Publisher`s signatures 16,4. Circulation 78 copies. Order 218.
Number price: individual subscription – 10,28 byn., departmental subscription – 25,21 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, 2016

ISSN 1817-7204 (print)

ЗМЕСТ

ДА 60-ГОДДЗЯ ІНСТЫТУТА СІСТЭМНЫХ ДАСЛЕДАВАННЯЎ У АПК НАН БЕЛАРУСІ

Гусаков В. Г., Бельский В. И., Шпак А. П. Вклад Института системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси в развитие аграрной экономической науки 7
Шпак А. П. Стратегия развития АПК Беларуси в условиях евразийской интеграции 13
Киреенко Н. В., Кондратенко С. А. Перспективы укрепления продовольственной безопасности Республики Беларусь 21
Гусаков Г. В. Современное понятие управления продовольственной безопасностью 32
Пашкевич О. А. Рынок аграрной рабочей силы: параметры формирования и развития 41
Сайганов А. С. Совершенствование системы технического сервиса сельскохозяйственной техники и оборудования в современных условиях 53

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА

Лихацевич А. П. Моделирование влияния регулируемых факторов среды на урожайность сельскохозяйственных культур 65
Бречко Е. В., Елисовецкая Д. С., Настас Т. Н., Войтка Д. В., Янковская Е. Н. Формирование фенотипической структуры популяций колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) в условиях экологических стрессов 79

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА

Попков Н. А., Шейко И. П. Эффективное животноводство – стратегия аграрной политики Беларуси 90
Голушко В. М., Рощин В. А., Линкевич С. А., Голушко А. В. Использование низкопротеиновых рационов при выращивании и откорме молодняка свиней 100

МЕХАНІЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА

Шило И. Н., Романюк Н. Н., Орда А. Н., Шкляревич В. А., Воробей А. С. Закономерности следообразования при взаимодействии с почвой многоосной ходовой системы машинно-тракторных агрегатов 108

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ

Шаршунов В. А., Урбанчик Е. Н., Шалюта А. Е., Галдова М. Н. Получение биологически активного зернового продукта на основе смесей пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного 118

ВУЧОНЫЯ БЕЛАРУСІ

Зенон Валентинович Ловкис (К 70-летию со дня рождения) 126

ISSN 1817-7204 (print)

CONTENTS

ON THE 60TH ANNIVERSARY OF THE INSTITUTE OF SYSTEM RESEARCH IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

Gusakov V. G., Belsky V. I., Shpak A. P. The contribution of the Institute for System Studies Research in Agro-industrial Complex of the National Academy of Sciences into the development of agricultural economic science 7

Shpak A. P. Strategy for AIC (Agro-Industrial Complex) development in Belarus in conditions of Eurasian integration 13

Kireyenka N. V., Kandratsenka S. A. Prospects for strengthening food security of the Republic of Belarus 21

Gusakov G. V. Modern concept of food security management 32

Pashkevich V. A. Agrarian workforce market: parameters of formation and development 41

Saihanau A. S. Improving technical service system of agricultural machinery and equipment in modern conditions 53

AGRICULTURE AND PLANT CULTIVATION

Likhatsevich A. P. the effect of controlled environmental factors on crop yield 65

Brechko E. V., Elisovetskaya D. S., Nastas T. N., Voitko D. V., Yankovskaya E. N. Formation of phenotypic structure of populations of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) under environmental stresses 79

ANIMAL HUSBANDRY AND VETERENARY MEDICINE

Popkov N. A., Sheyko I. P. Efficient livestock breeding – strategy for agrarian policy in Belarus 90

Golushko V. M., Roshchin V. A., Linkevich S. A., Golushko A. V. Use of low-protein diets for young pigs at growing and fattening 100

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

Shilo I. N., Romanyuk N. N., Orda A. N., Shkliarevich V. A., Vorobei A. S. Rules of trace formation at contact of multiaxis running system of machine and tractor units with soil 108

PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Sharshunov V. A., Urbanchik E. N., Shalyuta A. E., Galdova M. N. Obtaining biologically active cereal product based on mixtures of sprouted wheat grain and hulless oat 118

SCIENTISTS OF BELARUS

Zenon Valentinovich Lovkis (To the 70th Anniversary of Birthday) 126

ISSN 1817-7204 (print.)

ДА 60-ГОДДЗЯ ІНСТЫТУТА СІСТЭМНЫХ ДАСЛЕДАВАННЯЎ У АПК НАН БЕЛАРУСІ

ON THE 60TH ANNIVERSARY OF THE INSTITUTE OF SYSTEM RESEARCH IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

УДК 629.3.014.2:631.43

Поступила в редакцию 27.06.2016
Received 27.06.2016

В. Г. Гусаков[1], В. И. Бельский[2], А. П. Шпак[3]

[1]Президиум НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: agro-vesti@mail.ru
[2]Институт экономики НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: belskij@tut.by
[3]Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: agrecinst@mail.belpak.by

ВКЛАД ИНСТИТУТА СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АПК НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ В РАЗВИТИЕ АГРАРНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАУКИ

Институт организован в 2008 г. путем передачи обособленного структурного подразделения Центр аграрной экономики Государственного научного учреждения «Институт экономики Национальной академии наук Беларуси» Республиканскому унитарному предприятию «Белорусский научный институт внедрения новых форм хозяйствования в агропромышленном комплексе» (постановление Бюро Президиума Национальной академии наук Беларуси от 22.05.2008 г. №252), которое с 01.07.2008 г. переименовано в Республиканское научное унитарное предприятие «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси» (Приказ от 01.07.2008 г. №59). В свою очередь, Центр аграрной экономики Государственного научного учреждения «Институт экономики Национальной академии наук Беларуси» является правопреемником созданного в 1956 г. Белорусского научно-исследовательского института экономики и организации сельскохозяйственного производства (БелНИИЭОСХ).

Первым директором БелНИИЭОСХ был кандидат экономических наук, член-корреспондент Академии наук БССР **И. М. Качуро**. За время почти 10-летнего его руководства Институт приобрел стабильность и известность, стал неотъемлемой структурой научной организации сельского хозяйства. На посту директора И. М. Кочуро сменил достаточно опытный в то время хозяйственник и управленец кандидат экономических наук **В. Г. Крестовский**. Необходимо подчеркнуть, что отличительной особенностью этого периода развития аграрной экономики Республики и деятельности В. Г. Крестовского стали процессы кооперации и интеграции агропромышленного производства. Примерно через 10 лет директором Института стал кандидат экономических наук **Н. Ф. Прокопенко**, работавший до этого секретарем Минского обкома КПБ и имеющий немалый опыт организаторской работы. Его период характеризовался многоплановостью деятельности Института, но особо следует выделить разработку комплексной системы управления качеством, которое получило известность и признание не только в Беларуси, но и в бывшем Советском Союзе, а также в некоторых странах бывшего социалистического содружества, таких как Болгария, Куба и др. В середине 1980-х на должность директора Института снова был назначен **В. Г. Крестовский**, который к этому времени приобрел дополнительный опыт управленческой деятельности. Новый директор начал свой второй этап в науке с переустройства внутренней структуры Института, при этом акцент был сделан на информатизацию

© Гусаков В. Г., Бельский В. И., Шпак А. П., 2016

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

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

17. Концепция единой аграрной политики Союзного государства Республики Беларусь и Российской Федерации: принята на совместном заседании коллегии Министерства сельского хозяйства Российской Федерации и коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 22 декабря 2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.postkomsg.com. – Дата доступа: 25.08.2011.

18. О методике расчетов и формы совместных балансов важнейших видов продовольствия государств-участников СНГ: решение Экономического Совета СНГ, 14 сент. 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://e-cis.info/page.php?id=22945. – Дата доступа: 07.02.2013.

19. Концепция обеспечения продовольственной безопасности: распоряжение Президента Армении, 18 мая 2011 г., №91-Н // [Электронный ресурс] / Парламент Республики Армения. – 2016. – Режим доступа: http://www.parliament.am/legislation.php?sel=show&ID=1312&lang=rus. – Дата доступа: 08.06.2016.

20. О государственном регулировании развития агропромышленного комплекса и сельских территорий: Закон Респ. Казахстан, 08 июля 2005 г., №66. // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан [Электронный ресурс] / Республиканский центр правовой информации Министерства юстиции Республики Казахстан. – 2016. – Режим доступа: http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z050000066. – Дата доступа: 11.06.2016.

21. Программа по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013–2020 годы «Агробизнес–2020»: постановление Правительства Респ. Казахстан, 18 февр. 2013 г., №151 // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Респ. Казахстан [Электронный ресурс] / Республиканский центр правовой информации Министерства юстиции Республики Казахстан. – 2016. – Режим доступа: http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1300000151. – Дата доступа: 08.06.2016.

22. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации на период до 2020 г.: Указ Президента Рос. Федерации, 01 янв. 2010 г., №120 // Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс] / Государственная система правовой информации. – Режим доступа: http://pravo.gov.ru/ips/. – Дата доступа: 08.06.2016.

23. Программа продовольственной безопасности и питания в Кыргызской Республике на 2015–2017 годы: постановление Правительства Кыргызской Республики, 04 сент. 2015 г., №618 // Централизованный банк данных правовой информации Кыргызской Республики [Электронный ресурс] / Министерство юстиции Кыргызской Республики. – Режим доступа: http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/98137. – Дата доступа: 10.06.2016.

24. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2016. – 230 с.

25. Послание Президента к белорусскому народу и Национальному собранию / Белорусское телеграфное агентство [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: http://www.belta.by/president/view/lukashenko-21-aprelja-obratitsja-s-ezhegodnym-poslaniem-k-belorusskomu-narodu-i-natsionalnomu-sobraniju-190272–2016/. – Дата доступа: 28.04.2016.

26. *Киреенко, Н.В.* Рекомендации по оценке и упреждению гроз в продовольственной сфере Республики Беларусь (с учетом мирового опыта) / Н. В. Киреенко, С. А. Кондратенко. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2016. – 91 с.

27. Концепция государственной политики в области здорового питания Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.new.belproduct.com/novosti/po-kursu-zdorove-nacii-v-zdorovom-pitanii.html. – Дата доступа: 10.08.2016.

28. Реализовать потенциал роста / А. П. Шпак [и др.] // Беларуская думка. – 2015. – №12. – С. 138–144.

29. АПК Беларуси: основные проблемы и пути их решения / А. Шпак [др.]. // Аграрная экономика. – 2016. – № 2. – С. 2–20.

30. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года // Экономический бюллетень. – 2015. – №4. – С. 6–98.

References

1. (2015) “The State of Food Insecurity in the world. On the way to the achievement of the 2015 international objectives in the fight against hunger: a review of non-uniform results”, Prodovol’stvennaya i sel’skokhozyaistvennaya Organizatsiya Ob»edinennykh Natsii [The Food and Agriculture Organization of the United Nations], Available at: www.fao.org/3/a-i4646r.pdf, (accessed 21.04.2016)

2. “The transformation of our world: sustainable development for the period till 2030 Agenda. Resolution of the UN General Assembly, on 25 September. 2015”, Organizatsiya Ob’edinennykh Natsii [United Nations], Available at: http://www.un.org/ru/documents/ods.asp?m=A/RES/70/1, (accessed 21.04.2016)

3. “The main directions of improving the quality of supply in accordance with the UN Declaration of Rome adopted at the Second International Conference on Nutrition, 19–21 November 2014”, Available at: http://www.fao.org/3/a-ml542r.pdf, (accessed 07.08.2015)

партии Советского Союза и Правительства, в частности, в 1982 г. была принята Продовольственная Программа СССР, где сельскому хозяйству предусматривались многочисленные поставки техники, удобрений и других средств для быстрого подъема и решения продовольственной проблемы. Но, по сути, эти решения остались невыполненными и страна испытывала большие потребности в продовольствии [1].

Нами выполнены ретроспективный анализ и систематизация разных этапов состояния продовольственной проблемы на территории современной Беларуси (с начала становления советской власти до настоящего времени), которые состоят в следующем (табл. 1).

Таблица 1. **Ретроспективный анализ проблемы обеспечения продовольственной безопасности в Республике Беларусь**

№ п.п.	Годы	Характеристика периода
1	1917–1921	Период военного коммунизма и продразверстки. Прекращена рыночная торговля хлебом и другими продуктами. Продовольствия катастрофически не хватало, отсутствовала государственная политика гарантированного снабжения населения продовольствием
2	1921–1928	Период новой экономической политики (нэпа). Разрешена рыночная торговля, представлены права для частного производства и свободной продажи продовольствия. Введен твердый продналог на крестьян. Стала зарождаться централизованная продовольственная политика
3	1928–1933	Период массовой коллективизации. Частное производство поставлено вне закона. Введены нормативы отработки в колхозно-совхозном производстве в человеко-днях и нормы выдачи продовольственных продуктов на 1 человеко-день (нормы оплаты труда). Государство стало формировать продовольственные запасы и экспортные фонды
4	1933–1965	Всеобщее распространение колхозно-совхозного производства (за исключением военного периода 1941–1945 гг., когда на оккупированных территориях все сельское хозяйство было практически разрушено). Преобладание конно-ручного труда, отсутствие достаточных материальных условий для роста производительности труда. Введение минимальных норм оплаты труда и производственного снабжения. Медленные темпы наращивания объемов производства, которые колебались по годам и даже снижались. Стали разрабатываться общие планы развития отраслей народного хозяйства, в том числе сельского хозяйства
5	1965	Состоялся Мартовский (1965 г.) Пленум ЦК КПСС по сельскому хозяйству, решения которого стали определяющими в подъеме экономики колхозов и совхозов. Сельскому хозяйству в приоритетном порядке были направлены производственные ресурсы, списаны накопившиеся долги. Быстрыми темпами стали увеличиваться объемы производства продовольственных товаров
6	1966–1982	Сельское хозяйство развивалось сравнительно устойчиво. Постепенно укреплялась экономика сельскохозяйственных предприятий. Улучшалось продовольственное снабжение населения. Советский Союз заключил многие обязательства по внешним поставкам сельскохозяйственной продукции, необеспеченных ростом производства, поэтому образовался дефицит продовольствия. Начались крупные закупки сельскохозяйственного сырья за рубежом
7	1982	Принята Продовольственная программа Советского Союза, согласно которой в сельское хозяйство предполагалось направить крупные материально-технические ресурсы и реализовать ряд мер по оздоровлению и повышению эффективности колхозов и совхозов
8	1983–1990	Начала действовать резолюция Генеральной Ассамблеи ООН «Международные обязательства по обеспечению продовольственной безопасности в мире». В США вступил в силу закон о продовольственной безопасности (Food security Act, 1985). В странах Европейского союза введен термин «многофункциональность сельского хозяйства». В Советском Союзе активно проводилась политика гласности и перестройки, наблюдалась волна негативных последствий в области продовольственного снабжения
9	1991	Республика Беларусь приобрела государственный суверенитет, основной политикой стал «акцент» на собственные силы и ресурсы
10	1992–1994	Происходила ускоренная деградация крупнотоварного агропромышленного производства, имел место общий спад производства сельскохозяйственной продукции и потребления продовольствия. Быстро создавались мелкие формы хозяйствования (арендные, подрядные, крестьянско-фермерские хозяйства), которые не могли полностью компенсировать спад в крупном производстве
11	с 1995 г. по настоящее время	Реабилитация крупнотоварных агропромышленных предприятий, становление многообразия форм и типов собственности и хозяйствования. АПК вошел в перечень важнейших государственных приоритетов. Последовательное принятие ряда Государственных концепций и программ развития АПК: программы совершенствования (2001–2005), Концепции Национальной продовольственной безопасности (2004), программы возрождения и развития села (2005– 2010), программы устойчивого развития села (2011–2015) и др. Полностью решена проблема продовольственной безопасности страны, размеры душевого потребления продовольствия вплотную приблизились к научно обоснованным нормам, сформирован крупный экспортный потенциал

Таким образом, приведенная систематизация состояния продовольственного снабжения в Беларуси почти за 100-летний период свидетельствует о том, что полностью вопросы продовольственной безопасности удалось решить только в последнее десятилетие. Весь предшествующий период сельское хозяйство подвергалось различным «административным экспериментам» и являлось прямым донором продовольственных ресурсов для развития других отраслей народного хозяйства, не получая должной поддержки.

Важно отметить, что непосредственно термин «продовольственная безопасность» появился сравнительно недавно, в 90-е годы истекшего столетия, и, по сути, совпал с обретением Республикой Беларусь государственного суверенитета. В этой связи в Беларуси возникла актуальная необходимость реализации собственного потенциала, поскольку имелись в наличии все необходимые ресурсы. Появилась также задача научной интерпретации данного понятия. Проблематика продовольственной безопасности в республике стала предметом изучения ряда ведущих ученых и специалистов, среди которых наибольший вклад в ее разработку внесли – З. М. Ильина, В. Г. Гусаков, А. П. Шпак, В. И. Бельский, Л. Н. Байгот, М. М. Ковалев, З. В. Ловкис, Ф. И. Субоч и др., а также новое поколение уже состоявшихся ученых – А. В. Мелещеня, Н. В. Киреенко, С. А. Кондратенко, Н. Н. Батова, А. В. Пилипук и др. Данная тематика стала предметом научных исследований Института системных исследований в АПК НАН Беларуси, где организовано ежегодное проведение мониторинга продовольственной безопасности, издание серии научных работ под рубрикой «Продовольственная безопасность», выполнение специальных научных фундаментальных и прикладных исследований.

Несмотря на теоретическую и практическую значимость вопросов продовольственной безопасности, фактически в стране единственным правовым документом, который более-менее узаконивает как сам термин «продовольственная безопасность», так и раскрывает актуальность ее проблематики, является Концепция национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь [2].

Так, настоящая Концепция кратко раскрывает тенденции и факторы мирового сельского хозяйства и производства продовольствия, особенности национальной продовольственной безопасности, содержит модель национальной продовольственной безопасности, включает критерии оценки и этапы достижения национальной продовольственной безопасности, а также устанавливает основные параметры и предлагает механизм ее достижения. Вместе с тем, это сугубо концептуальный документ, который не предусматривает нормативных и программных положений, которые, согласно предписанию, должны быть специально разработаны в ряде последующих документов. В Концепции оговорено, что фундаментальной основой решения продовольственной проблемы в республике должна быть соответствующая нормативно-правовая база, включающая концепцию, стратегию, доктрину и программу продовольственной безопасности, а также законы Республики Беларусь – «О продовольственной безопасности», «О безопасности питания», «О развитии агропромышленного комплекса». И далее подчеркивается, что система обеспечения продовольственной безопасности должна определяться законами, указами и распоряжениями Президента Республики Беларусь, решениями Совета Безопасности Республики Беларусь, а на их основе Правительство должно разрабатывать и реализовывать целевые продовольственные программы и определять меры по обеспечению реализации данных программ. Однако необходимо сказать, что ни одно из этих программных положений (кроме самой Концепции) в стране не было разработано. До сих пор Концепция является основным правительственным документом, если речь идет о государственной политике в области продовольственной безопасности, хотя со времени ее разработки прошло более 10 лет и за этот период произошли существенные изменения.

Вместе с тем, целенаправленная работа Института системных исследований в АПК позволила впервые включить вопросы продовольственной безопасности в цель и задачи Программы совершенствования агропродовольственного комплекса Республики Беларусь на 2001–2005 годы, одобренной Указом Президента Республики Беларусь №256 от 14.05.2001 г. [3]. В частности, основная цель данной программы, наряду с другими, состояла в том, чтобы обеспечить «выход на критерии продовольственной безопасности государства», а одной из задач было «вывести

агропромышленный комплекс в число наиболее развитых реальных секторов национальной экономики, способных полностью обеспечить продовольственную независимость страны». Важно подчеркнуть, что эта Программа явилась первой основной программой реформирования национального белорусского АПК на рыночных принципах и включение в нее терминологии продовольственной безопасности имело важное значение для широкого признания актуальности данной проблемы.

В последующем была разработана и принята Государственная Программа возрождения и развития села на 2005–2010 гг., принятая по Указу Президента Республики Беларусь № 150 от 23.03.2005 г. [4], сыгравшая переломное значение в подъеме белорусского АПК, где ускоренное развитие получила не только сфера производства, но и сфера социального устройства села. Основная цель данной программы также предполагала «обеспечение эффективного производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия в объемах, достаточных для внутреннего рынка и формирования экспортных ресурсов». Программа прямо предписывала, что «… предстоит создать устойчивую аграрную экономику, гарантирующую продовольственную безопасность…». Именно благодаря комплексности и масштабности мер, принятых программой, Беларусь смогла окончательно решить продовольственную проблему – достичь достаточного продовольственного снабжения внутреннего рынка, обеспечить душевое потребление продовольствия по научно обоснованным нормам и сформировать объемный и многовидовой экспортный потенциал.

Новая Государственная программа устойчивого развития села на 2011–2015 годы была принята Указом Президента Республики Беларусь № 342 от 1.08.2011 г. [5], она содержала еще более конкретную задачу – «укрепление продовольственной безопасности и продовольственной независимости страны с выходом на оптимальные параметры продовольственного снабжения населения». Важно отметить, что настоящая Программа действительно сыграла важную роль в наращивании объемов агропромышленного производства, повышении качества продукции, увеличении экспорта готовых продовольственных товаров. И это несмотря на то, что в течение этого периода начался сильнейший мировой экономический кризис (2007–2008 гг.), который затронул и экономику Беларуси. В этой связи, несмотря на многие дальнейшие усилия по развитию производственной сферы АПК Беларуси, в действительности экономику сельскохозяйственных предприятий по-настоящему укрепить не удалось.

Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы [6] стала осуществляться с 2016 г., в качестве основной цели она предусматривает «насыщение внутреннего рынка отечественной сельскохозяйственной продукцией и продовольствием в объеме и по качеству, необходимым для полноценного питания граждан» и главнейших задач – «улучшение структуры потребления продовольствия в соответствии с требованиями рационального питания»; расширение ассортимента продовольственных и непродовольственных товаров из сельскохозяйственного сырья, позволяющих удовлетворять нужды разнообразных социальных слоев и групп населения». Основной характерной чертой названной программы является то, что она призвана не только обеспечить устойчивый рост качественного продовольствия и его экспорта, но также финансово-экономическое оздоровление всех категорий агропромышленных предприятий.

Таким образом, несмотря на отсутствие специального нормативного акта по продовольственной безопасности, данная проблема приобрела высокое государственное признание. Вопросы продовольственной безопасности стали включаться во все важнейшие государственные программы развития АПК. Цели и задачи продовольственной безопасности явились базой текущей и долгосрочной аграрной политики. В подтверждение сказанного, для более глубокого изучения сути явления и процесса продовольственной безопасности, нами проанализированы определения, формулировки и трактовки продовольственной безопасности, содержащиеся в трудах ученых, исследователей и специалистов (табл. 2).

Таблица 2. **Сравнительный анализ сути трактовки продовольственной безопасности и независимости в научных работах ученых и специалистов**

Источник	Определение	Основные преимущества и недостатки
В.Г. Гусаков [и др.] [6, с. 312)	*Продовольственная безопасность* – официально принятая в международной практике экономическая категория, которая используется для характеристики состояния продовольственного рынка страны или группы стран, а также мирового рынка, при котором обеспечивается гарантированный доступ всех социальных групп населения к жизненно важным продуктам питания в любое время и объемах, достаточных для достижения медицинских норм потребления	*Основной недостаток:* продовольственная безопасность должна характеризовать не состояние собственного продовольственного рынка, а уровень продовольственной обеспеченности страны и доступность различных продовольственных товаров
В.Г. Гусаков [и др.] [6, с. 316)	*Продовольственная независимость* – обеспечение продовольственной безопасности, при которой в случае прекращения поставок продуктов питания из-за рубежа не возникает чрезвычайная продовольственная ситуация. Считается обеспеченной, если годовое производство жизненно важных продуктов питания составляет не менее 80 % годовой потребности населения в этих продуктах в соответствии с физиологическими нормами питания	*Основной недостаток:* продовольственную независимость следует считать гарантированной тогда, когда по жизненно важным продуктам питания будет обеспечиваться 100 % годовой потребности населения в этих продуктах в соответствии с физиологическими потребностями
Концепция национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь [1, с. 3]	*Продовольственная стратегия государства* … заключается в оптимальной для национальных условий комбинаций политических, экономических, социальных, культурных, психологических и прочих факторов, ориентированных на более полное снабжение населения продуктами питания, исходя из медицинских норм потребления калорий, аминокислот и микроэлементов	*Основное преимущество:* комбинированное рассмотрение проблемы продовольственной безопасности *Основной недостаток:* важно не только полное снабжение населения продуктами, но и рост доходов населения для приобретения продуктов питания
FAO (2013) [8]	В числе основных положений *Концепции продовольственной безопасности* ФАО выделяет главные: • продовольственная безопасность – не самообеспечение продовольствием; • страна должна производить достаточное количество продуктов для своих нужд, если у нее есть сравнительные преимущества; • страна должна быть в состоянии импортировать необходимое количество продовольствия и удовлетворять потребности своих граждан; • правительства должны обеспечить физическую и экономическую доступность безопасного продовольствия	*Основное достоинство:* акцентируется внимание на разные источники продовольственного обеспечения, на рыночный межгосударственный товарообмен и приоритетность функции правительства по снабжению населения продовольствием
В.Г. Гусаков [9, с. 72]	Основной смысл *продовольственной безопасности* – это возможность обеспечить страну и внутренний потребительский рынок достаточными объемами продовольствия независимо от места его производства и форм поставки, в том числе за счет импортных поступлений, а также создать условия для нормального оборота продовольственных потоков и потребления продуктов питания населением страны исходя из научно обоснованных норм, доходов людей и экономических интересов (предпочтений) разных категорий потребителей	*Основной недостаток:* не учитываются ресурсные возможности республики по производству достаточных объемов продукции разных видов *Основное преимущество:* многообразие источников формирования продовольственного фонда страны
В.Г. Гусаков [9, с. 73]	*Продовольственную независимость* следует понимать как независимость внутреннего снабжения страны продовольствием и готовыми продуктами питания от внешних поставок. То есть – это полная ориентация на собственное внутристрановое производство и обеспечение	*Основной недостаток:* возможна изолированность внутреннего рынка от внешних поставок
З.М. Ильина [10, с. 138]	*Продовольственная безопасность государства* – это состояние экономики, при котором за счет собственного производства обеспечивается независимость в сфере продовольствия, а населению гарантируется стабильность обеспечения основными видами продовольствия (физическая и экономическая доступность)	*Основное преимущество:* продовольственная безопасность напрямую связывается с состояние экономики государства

Окончание табл. 2

Источник	Определение	Основные преимущества и недостатки
З. М. Ильина [10, с. 138]	*Продовольственная независимость* – устойчивость производства жизненно важных видов сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в объемах, превышающих пороговые значения их удельного веса в товарных ресурсах внутреннего рынка соответствующих продуктов	*Основной недостаток:* пороговые значения – это не объективная реальность, а субъективные расчеты экспертов
Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации [11]	Для оценки состояния *продовольственной безопасности* в качестве критерия определяется удельный вес отечественной сельскохозяйственной, рыбной продукции и продовольствия в общем объеме товарных ресурсов (с учетом переходящих этапов) внутреннего рынка соответствующих продуктов	*Основной недостаток:* преобладает технико-технологический счет без учета экономической эффективности и качества продукции собственного производства и возможности импортозамещения
Д. А. Медведев [12, с. 3]	*Продовольственная безопасность* складывается не только из хороших урожаев … , нужно учитывать все факторы – и уровень цен, и бюджетную поддержку сельхозпредприятий, качество и объемы импортной продукции, ситуацию в смежных отраслях, нужно находить решения, которые поддержат развитие инфраструктуры внутреннего рынка, сформируют четко работающую систему сбыта	*Основное преимущество:* предлагается системный подход к решению проблемы, имеющей межотраслевой характер
И. Г. Ушачев [13, с. 8]	Обеспечение *продовольственной безопасности* целесообразно рассматривать как комплексную проблему: с одной стороны, в качестве продуктовой, то есть по конкретным видам сельскохозяйственной продукции, а с другой стороны, имея ввиду проблему развития агропромышленного комплекса в целом и его основных сфер деятельности, которые обеспечивают развитие агропродовольственного сектора	*Основное преимущество:* рассмотрение продовольственной безопасности как комплексной проблемы *Основной недостаток:* нельзя противопоставлять две стороны продовольственной безопасности – продуктовую и общую проблему развития АПК. Они составляют общее целое
И. Г. Ушачев [14, с. 5]	Анализируя состояние *продовольственной безопасности* и возможности импортозамещения … необходимо исходить из продуктового подхода	*Основной недостаток:* продуктовый подход слабо учитывает фактические затраты производства
Н. И. Шагайда, В. А. Узун [15, с. 63]	При обсуждении вопроса *продовольственной безопасности* … традиционно говорят об объемах производства, но не о необходимости обеспечить экономический доступ населения к продовольствию. Приоритет производства над обеспечением доступа выражается в ранжировании задач … , а также в критериях оценки ее состояния	*Основной недостаток:* нельзя считать, что доступ продовольствия населению можно рассматривать в отрыве от объемов производства при достижении целей продовольственной безопасности
С. Н. Маковеев [16, с. 22]	*Продовольственная безопасность* предполагает решение следующих основных задач: обеспечение населенные территории продуктами питания по научно обоснованным нормам; защита населения от недоброкачественной импортируемой и отечественной продовольственной продукции; постоянное совершенствование норм питания для половозрастных групп; формирование оптимальных размеров резервных продовольственных фондов	*Основной недостаток:* не учитываются возможности (доходы) населения для приобретения качественных продуктов питания в необходимых объемах
Т. В. Липницкий [17, с. 50]	*Продовольственная безопасность страны* – это обеспеченная соответствующими ресурсами, потенциалом и гарантиями способность государства вне зависимости от внешних и внутренних угроз удовлетворить потребности населения в продуктах питания в объемах, качестве и ассортименте, соответствующих принятым стандартам и нормам	*Основной недостаток:* продовольственная безопасность связывается только со способностью государства и не учитываются другие возможные факторы
А. В. Бабенко, Л. Н. Абрамовских [18, с. 37]	Комплексный анализ состояния *продовольственной безопасности страны*, включая ее финансовые вопросы, позволяет разработать систему мер, направленных на ее обеспечение. Первым шагом в этом направлении является определение показателей оценки уровня продовольственной безопасности и воздействующих на нее факторов. Следующим шагом является формализация этих показателей, их группировка для процесса выбора стратегии обеспечения продовольственной безопасности	*Основной недостаток:* авторы правильно ставят задачу разработки системы мер обеспечения продовольственной безопасности, но не предлагают конкретных критериев и показателей ее оценки

Анализируя табл. 2 можно сказать, что в нее включены трактовки продовольственной безопасности исходя из разного уровня и масштаба понимания этой проблемы: от ФАО и энциклопедического справочника – до определений современных исследователей, включая таких известных ученых – разработчиков проблематики, как З. М. Ильина, В. Г. Гусаков (Беларусь), И. Г. Ушачев, В. Я. Узун (Россия) и др. Также обращает на себя внимание тот факт, что несмотря на кажущуюся понятность этимологии предназначения продовольственной безопасности, различные литературные источники часто дают совершенно не совпадающие формулировки – как абсолютно узкие (только как создание условий доступности), так и необоснованно широкие (как результат не только производства, но и социальных, культурных, психологических и прочих факторов). Одни показывают, что это функция АПК, другие – государства (правительства), третьи – межотраслевого взаимодействия, четвертые – внешнеторговой деятельности. Это говорит о том, что проблема продовольственной безопасности хотя и является предметом продолжительных (по времени) и широких (по численности занятых ученых) исследований, но до сих пор не имеет строгих определений и устоявшихся инструментов выражения. Она по-прежнему остается предметом активной разработки и поиска научного инструментария ее формулирования, поэтому каждый исследователь вносит свой особый и неповторимый вклад в развитие теории и практики проблемы продовольственной безопасности.

Исходя из комплексного изучения проблемы нами предложено определение продовольственной безопасности как объекта целенаправленного управления, тем более что в экономической литературе нет аналогичной интерпретации (с точки зрения управления). Таким образом, *продовольственная безопасность* – это результат системы целевого регулирования, скоординированной аграрной политики и совокупности макро- и микроэкономических мер и действий по обеспечению благоприятных условий функционирования АПК, позволяющих производить сельскохозяйственное сырье и готовое качественное продовольствие в объемах, необходимых и достаточных для устойчивого снабжения населения страны исходя из научно обоснованных нормативов потребления и в целях формирования фондов для внешней торговли, а также поддерживать доходы различных категорий населения на уровне, необходимом и достаточном для обеспечения рациональной структуры потребительских расходов.

Как видим, данное нами определение имеет ряд преимуществ: во-первых, предусматривается системный и сквозной подход – от политики государства до потребителей; во-вторых, акцент сделан на совокупности экономических мер и действий; в-третьих, АПК признается основным звеном продовольственной системы; в-четвертых, результаты сферы производства определяются соответствием ей системы управления; в-пятых, продовольственная безопасность – это не только внутренний рынок, но и внешняя торговля; в-шестых, размеры потребления продовольствия напрямую зависят от доходов населения и структуры расходов. Следовательно, данное определение имеет очевидную научную новизну и выигрывает по сравнению с другими.

Список использованной литературы

1. Продовольственная программа СССР на период до 1990 г. : 26-й съезд КПСС (23 февр. – 3 марта 1981 года): стенограф. отчет. – Т. 1. – Москва: Политиздат, 1981. – 389 с.

2. Концепция Национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь. – Минск. : Ин-т аграр. эконом. НАН Беларуси, 2004 – 96 с.

3. Государственная программа по совершенствованию агропродовольственного комплекса Республики Беларусь на 2001–2005 годы. – Минск : Беларусь, 2001. – 58 с.

4. Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 годы. – Минск : Беларусь, 2005. – 96 с.

5. Государственная программа устойчивого развития сельских территорий на 2011–2015 годы. – Минск : ГИВЦ Минсельхозпрода, 2011. – 87 с.

6. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы. – Минск : Беларусь, 2016. – 00 с.

7. Продовольственная безопасность : термины и понятия : энцикл. справ. / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Белорусская наука, 2008. – 535 с.

8. FAO (2013). Положения дел в связи с отсутствием продовольственной безопасности в мире. Множественные проявления продовольственной безопасности. Рим. [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.fao.org/3/a-i3434r.pdf. – Дата доступа : 27.07.2016.

9. *Гусаков, В.Г.* Механизм рыночной организации аграрного комплекса: оценка и перспективы / В.Г. Гусаков. – Минск : Беларуская навука, 2011. – 363 с.

10. *Ильина, З.М.* Глобальные проблемы и устойчивость национальной продовольственной безопасности: в 2 кн. / З.М. Ильина. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2012. – Кн. 2. – 161 с.

11. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации на период до 2020 г. – Москва, 2010. – 56 с.

12. *Медведев, Д.А.* Выступление на пленарном заседании Всероссийского форума продовольственной безопасности / Д.А. Медведев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2015. – №7. – С. 2–4.

13. *Ушачев, И.Г.* Проблемы национальной и коллективной продовольственной безопасности в условиях глобализации / И.Г. Ушачев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2015. – №7. – С. 5–10.

14. *Ушачев, И.Г.* Стратегические подходы к развитию АПК России в контексте межгосударственной интеграции / И.Г. Ушачев // Аграрная политика : проблемы и решения. – 2015. – №1. – С. 3–16.

15. *Шагайда, Н.И.* Продовольственная безопасность : проблемы оценки / Н.И. Шагайда, В.Я. Узун // Вопросы экономики. – 2015. – №5. – С. 63–78.

16. *Маковеев, С.Н.* Понятие и сущность продовольственного самообеспечения и продовольственной безопасности государства / С.Н. Маковеев // Агропродовольственная политика России. – 2014. – №9 (21). – С. 21–24.

17. *Липницкий, Г.В.* Продовольственная безопасность России : эмбарго – плюсы и минусы / Г.В. Липницкий // АПК : экономика, управление. – 2015. – №7. – С. 50–55.

18. *Бабенко, А.В.* К вопросу о влиянии объема денежной массы на продовольственную безопасность / А.В. Бабенко, Л.Н. Абрамовских // Вест. КрасГАУ. – 2013. – №12. – С. 33–38.

References

1. (1981) Prodovol'stvennaya programma SSSR na period do 1990 g. : 26-i s'ezd KPSS (23 fevralya – 3 marta 1981 goda): stenograficheskii otchet, t. 1 [Food Program of the USSR for the period up to 1990 .: The 26th Congress of the CPSU (February 23 – March 3, 1981.): Verbatim record, ie 1.], Politizdat, Moscow, RU

2. (2004) Kontseptsiya Natsional'noi prodovol'stvennoi bezopasnosti Respubliki Belarus' [Belarus National Food Security Concept], Institut agrarnoi ekonomiki NAN Belarusi, Minsk, BY

3. (2001) Gosudarstvennaya programma po sovershenstvovaniyu agroprodovol'stvennogo kompleksa Respubliki Belarus' na 2001–2005 gody [State Program on improvement of agricultural complex of Belarus for 2001–2005], Belarus', Minsk, BY

4. (2005) Gosudarstvennaya programma vozrozhdeniya i razvitiya sela na 2005–2010 gody [The State Programme of Rural Revival and Development for 2005-2010], Belarus', Minsk, BY

5. (2011) Gosudarstvennaya programma ustoichivogo razvitiya sel'skikh territorii na 2011–2015 gody [State program of sustainable rural development for 2011–2015], GIVTs Minsel'khozproda, Minsk, BY

6. (2016) "State program of development of the agricultural business in the Republic of Belarus for 2016–2020 years", Available at: http://80.94.174.99/programms/a868489390de4373.html, (accessed 27.07.2016)

7. *Gusakov, V.G., Il'ina, Z.M., Bel'skii, V.I., Batova, N.N., Baran, G.A., Enchik, L.T., Kondratenko, S.A., Lobanova, L.A., Steshits, O.V. and Lepetilo, N.N.* (2008) Prodovol'stvennaya bezopasnost' : terminy i ponyatiya : entsiklopedicheskii spravochnik [Food safety: terms and concepts: an encyclopedic reference], Belorusskaya nauka, Minsk, BY

8. "FAO (2013). The situation in the absence of food security, of the world.Multiple manifestations of food security. Rome", Available at: http://www.fao.org/3/a-i3434r.pdf, (accessed 27.07.2016)

9. *Gusakov, V.G.* (2011) Mekhanizm rynochnoi organizatsii agrarnogo kompleksa: otsenka i perspektivy [The mechanism of the market organization of agricultural complex: assessment and prospects], Belaruskaya navuka, Minsk, BY

10. *Il'ina, Z.M.* (2012) Global'nye problemy i ustoichivost' natsional'noi prodovol'stvennoi bezopasnosti: v 2 kn., kn. 2. [Global problems and the stability of national food security: in 2 vol., vol. 2], Institut sistemnykh issledovanii v APK NAN Belarusi, Minsk, BY

11. (2010) Doktrina prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii na period do 2020 g. [The doctrine of the Russian Federation food security until 2020], Moscow, RU

12. *Medvedev, D.A.* (2015) "Speech at the plenary session of the National Forum of Food Safety", Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii [Economics of agricultural and processing enterprises], no. 7, pp. 2–4.

13. *Ushachev, I.G.* (2015) "Problems of national and collective food security in the context of globalization", Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii [Economics of agricultural and processing enterprises], no. 7, pp. 5–10.

14. *Ushachev, I.G.* (2015) "Strategic approaches to Russian agribusiness development in the context of interstate integration", Agrarnaya politika: problemy i resheniya [Agricultural policy: problems and solutions], no. 1, pp. 3–16.

15. *Shagaida, N.I.* and *Uzun, V.Ya.* (2015) "Food security: assessment of problems", Voprosy ekonomiki [Economics Questions], no. 5, pp. 63–78.

16. *Makoveev, S.N.* (2014) "The concept and essence of food self-sufficiency and food security of the state", Agroprodovol'stvennaya politika Rossii [Russian agricultural and food policy], no. 9 (21), pp. 21–24.

17. *Lipnitskii, G.V.* (2015) "Food safety Russian embargo – pros and cons", APK: ekonomika, upravlenie [AIC: Economics, Management], no. 7, pp. 50–55.

18. *Babenko, A.V.* and *Abramovskikh, L.N.* (2013) "On the effect of money supply on food security", Vestnik KrasGAU [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], no. 12, pp. 33–38.

Информация об авторе

Гусаков Гордей Владимирович – аспирант, Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси (ул. Казинца, 103, 220108, Минск, Республика Беларусь). E-mail: gordei.v.gusakov@gmail.com

Для цитирования

Гусаков, Г.В. Современное понятие управления продовольственной безопасностью / Г.В. Гусаков // Вес. Нац. акад. навук. Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2016. – №4. – С. 32–40.

Information about the author

Gusakov Gordey V. – Postgraduate student, the Institute of System Researches in Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, Belarus). E-mail: gordei.v.gusakov@gmail.com

For citation

Gusakov G.V. Modern concept of food security management. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series,* 2016, no 4, pp. 32–40.

ISSN 1817-7204 (print.)
УДК 631.158:658.310.8:005.952(476)

Поступила в редакцию 10.06.2016
Received 10.06.2016

О. А. Пашкевич

Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, Минск, Беларусь
e-mail: volha.pashkevich@yahoo.se

РЫНОК АГРАРНОЙ РАБОЧЕЙ СИЛЫ: ПАРАМЕТРЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ

Реализация Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 гг. определяется наличием высококвалифицированной аграрной рабочей силы, которая способна осуществлять процессы производства на высоком технико-технологическом уровне. Рынок аграрной рабочей силы имеет свои особенности и определяется комплексом условий (демографических, экономических, социальных). Для своевременного решения возникающих на нем проблем необходим эффективный механизм его регулирования. В этой связи в статье проанализированы количественные и качественные параметры формирования и развития рынка аграрной рабочей силы Беларуси, выявлены тенденции и раскрыты причины дисбаланса спроса и предложения. Изучение основ формирования рынка аграрной рабочей силы показывает, что спрос на рабочую силу в АПК обуславливается потребностью его предприятий и отраслей, а предложение – исходя из территориальной численности и структуры населения. При этом важными аспектами формирования предложения рабочей силы на рынке выступают домашние хозяйства, учреждения образования и демографические факторы, в то время как спрос в большей степени определяется экономическими параметрами развития предприятий и отраслей АПК. При избытке подготовленных кадров специалистов и квалифицированных рабочих ощущается их недостаток в сельскохозяйственных организациях, кроме того, на протяжении ряда лет наблюдается высокий показатель текучести аграрных кадров. По результатам исследований сделан вывод, что регулирование рынка аграрной рабочей силы должно осуществляться через усиление взаимодействия между образовательными учреждениями и потенциальными работодателями, а также выработку последними новых инструментов механизма мотивации труда. Наряду с этим подчеркивается важность адаптации персонала сельскохозяйственных организаций к технико-технологическим и социальным изменениям.

Ключевые слова: рынок аграрной рабочей силы, спрос, предложение, регулирование, сельское население, сельское хозяйство, занятость.

V. A. Pashkevich

The Institute of System Researches in Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: volha.pashkevich@yahoo.se

AGRARIAN WORKFORCE MARKET: PARAMETERS OF FORMATION AND DEVELOPMENT

Implementation of the State program for agricultural business development in the Republic of Belarus for 2016–2020 is determined by the highly skilled agricultural workforce performance able to carry out the production processes at a high technical and technological level. The agrarian workforce market has its own characteristics and is determined by a complex of conditions (demographic, economic and social). An efficient mechanism of its regulation should be established for timely problems solving. The quantitative and qualitative parameters of the formation and development of the agrarian workforce market in Belarus are analyzed in the article, trends and reasons of supply and demand imbalance were identified. Study of the agrarian workforce market formation shows that the demand for labor in the agro-industrial complex is determined by requirements of its enterprises and industries, and supply for labor is determined by territorial size and population structure. Households, education institutions and demographic factors are important aspects of labor supply sources in the market. When mostly economic parameters of agrarian enterprises and industries in AIC determine the labor demand. There is a lack of trained personnel and skilled workers in agricultural organizations. At the same time there are an excessive number of trained agricultural personnel. Moreover a high flow index of agricultural personnel is observed for a number of years. Based on research findings it was concluded that regulation of the agrarian workforce market should be carried out via strengthening of cooperation between educational institutions and potential employers, as well as by elaboration of new labor motivation instruments. Along with this, the importance of adapting agricultural organizations personnel to technical and technological and social changes is emphasized.

Keywords: agrarian workforce market, supply, demand, regulation, rural population, agriculture, employment.

© Пашкевич О. А., 2016

Агропромышленный комплекс Республики Беларусь занимает особое место в экономике страны и относится к числу основных секторов народного хозяйства, определяющих условия поддержания жизнедеятельности общества и роста благосостояния его граждан. Значение АПК состоит не только в обеспечении людей продуктами питания, но и в существенном вкладе в решение вопросов занятости и эффективности национального производства. Жители сельских территорий – это движущая сила реализации программ получения той или иной продукции, которая нужна и государству, и населению. Социальная ориентированность рынка труда – обеспечение занятости сельского населения – рассматривается как одна из главных целей макроэкономической агропродовольственной политики в соответствии с Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы. [1].

В комплексе проблем сельского хозяйства важное место занимают вопросы воспроизводства трудовых ресурсов и их рациональной занятости. Ухудшение демографической ситуации в сельской местности и связанное с ним осложнение процесса формирования рынка трудовых ресурсов и спрос аграрных предприятий на нее ставят эту проблему в ряд актуальных. Современные условия требуют качественно нового уровня формирования трудовых ресурсов и их рынка, который необходимо рассматривать не как разрозненные мероприятия, а как систему непрерывного организационного воздействия в целях достижения эффективного функционирования народного хозяйства, с одной стороны, и развития личностных характеристик человеческого фактора (предложения рабочей силы) – с другой.

Достижение высоких результатов эффективности предполагает не только рациональное использование персонала в процессе труда, но и соответствующие данной структуре производства пропорции занятости, квалификации, общего профессионального образования, распределение работников по сферам производства, сбалансированность между численностью рабочих мест (спрос на рынке труда) и наличием рабочей силы (предложение на рынке труда), а также ее прогноз.

Следует отметить, что научное сообщество уделяет значительное внимание проблемам рынка труда, развитию трудового потенциала и трудовых ресурсов, качества труда, совершенствованию социально-трудовых отношений, формированию рабочей силы. Так, ряд ученых сосредоточили свои исследования на определении тенденций и перспектив развития рынка труда и его аграрного сегмента, в частности, среди них Т. Ф. Амирова [2], А. Т. Бисеков [3], Л. В. Горнин и др. [4], S. Bojnec [5], E. Herman [6], B. Tocco [7]. Другие ученые – Т. В. Блинова [8], В. Богдановский [9], Е. В. Ванкевич [10], О. В. Величко [11] – акцентируют в своих исследованиях различные аспекты занятости. Формированию кадрового потенциала АПК уделено внимание следующих авторов – А. Ф. Дорофеева [12], Н. Якушкина, С. Шарипова [13]. Вопросы закрепляемости молодых специалистов в аграрных предприятиях находятся в центре внимания таких ученых, как И. А. Гребенщиков [14, 15], И. А. Зверева и др. [16], А. С. Кучеров [17], А. Н. Сёмин [18].

Разнообразный характер исследования вопросов труда порождает проблему определения и систематизации теоретических и, что более важно, практических подходов к анализу процессов, происходящих на рынке аграрной рабочей силы. В этой связи целью настоящей статьи является исследование тенденций и оценка параметров формирования рынка аграрной рабочей силы, выявление факторов, обуславливающих их.

Формирование рынка аграрной рабочей силы в пределах конкретной территории происходит в процессе функционирования сложной совокупности социально-экономических рыночных отношений. Формирование и развитие трудовых ресурсов в сельской местности, кроме того, следует рассматривать в зависимости от условий их размещения и жизнедеятельности.

Сельские населенные пункты (СНП) республики представляют собой территории, на которых сосредоточена основная часть трудового потенциала сельской местности и которые соответствуют ведению по преимуществу коллективной формы хозяйствования. Однако в республике наблюдается сокращение размера среднего сельского населенного пункта по всем областям. В Брестской области по сравнению с другими областями наблюдается более стабильная сеть сельских поселений и прослеживается доминирующая форма средних, больших и крупных населенных пунктов в системе современного сельского расселения (табл. 1).

Таблица 1. **Динамика размеров сельских населенных пунктов в Республике Беларусь**

Область	1998 г.			2006 г.			2014 г.		
	Сельское население, тыс. чел.	Число СНП	Средний размер СНП, чел.	Сельское население, тыс. чел.	Число СНП	Средний размер СНП, чел.	Сельское население, тыс. чел.	Число СНП	Средний размер СНП, чел.
Брестская	570,5	2173	263	530,1	2178	243	433,5	2161	201
Витебская	461,2	6614	70	378,7	6480	58	290,1	6262	46
Гомельская	488,8	2636	185	433,4	2549	170	344,3	2296	150
Гродненская	442,9	4405	101	378,9	4363	87	286,5	4314	66
Минская	750,6	5249	143	671,4	5212	129	607,1	5203	117
Могилевская	367,2	3220	114	299,0	3081	97	231,9	3015	77
Республика Беларусь	**3081,2**	**24297**	**127**	**2691,5**	**23863**	**113**	**2193,4**	**23251**	**94**

Примечание. Таблица составлена автором по данным источников [19–21].

Потенциальное совокупное предложение на рынке рабочей силы в сельской местности (трудовые ресурсы) формируется прежде всего за счет трудоспособного населения в трудоспособном возрасте. Доля данной категории в динамике сокращается: в 2000 г. трудоспособное население в трудоспособном возрасте составляло 94,7 % от численности трудовых ресурсов села, в 2014 г. – 93,9 % (табл. 2). Это свидетельствует о сужении на рынке предложения товара «рабочая сила».

Таблица 2. **Динамика показателей численности сельского населения и предложение трудовых ресурсов села на рынке**

Показатель	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2014 г.
Сельское население	3035,1	2732,1	2422,9	2193,4
Трудовые ресурсы	1327,5	1313,3	1064,0	1018,1
В том числе:				
трудоспособные в трудоспособном возрасте	1257,5	1276,2	1014,7	955,4
лица старше трудоспособного возраста	69,3	37,0	49,3	62,7
лица младше трудоспособного возраста	0,7	0,1	0,0	0,0

Примечание. Таблица составлена автором по данным источников [21–25].

За период 2000–2014 гг. произошли определенные изменения в уровне и структуре занятости в сельской местности (табл. 3).

Таблица 3. **Структура занятости (спрос) в городской и сельской местности Республики Беларусь**

Показатель	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2014 г.
Брестская область				
Занятое население в городской местности	69,8	71,8	74,7	75,3
Занятое население в сельской местности	30,2	28,2	25,3	24,7
Занятое население, всего	100,0	100,0	100,0	100,0
Витебская область				
Занятое население в городской местности	74,5	77,0	78,3	79,9
Занятое население в сельской местности	25,5	23,0	21,7	20,1
Занятое население, всего	100,0	100,0	100,0	100,0
Гомельская область				
Занятое население в городской местности	75,7	78,6	80,6	81,1
Занятое население в сельской местности	24,3	21,4	19,4	18,9
Занятое население, всего	100,0	100,0	100,0	100,0
Гродненская область				
Занятое население в городской местности	66,0	70,4	77,2	78,0
Занятое население в сельской местности	34,0	29,6	22,8	22,0
Занятое население, всего	100,0	100,0	100,0	100,0

Окончание табл. 3

Показатель	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2014 г.
Минская область				
Занятое население в городской местности	61,1	62,7	61,1	60,5
Занятое население в сельской местности	38,9	37,3	38,9	39,5
Занятое население, всего	100,0	100,0	100,0	100,0
Могилевская область				
Занятое население в городской местности	77,0	78,7	81,3	81,4
Занятое население в сельской местности	23,0	21,3	18,7	18,6
Занятое население, всего	100,0	100,0	100,0	100,0
Республика Беларусь				
Занятое население в городской местности	76,5	79,2	80,9	81,2
Занятое население в сельской местности	23,5	20,8	19,1	18,8
Занятое население, всего	100,0	100,0	100,0	100,0

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена автором по данным источников [22–25].

Как показывает анализ данных табл. 3, за период 2000–2014 гг. наблюдается тенденция сокращения спроса на рабочую силу в сельской местности по всем областям республики, кроме Минской области. Следует вывод, что рабочие места (спрос рабочей силы) сконцентрированы преимущественно в городской местности.

Анализ динамики миграционных потоков с точки зрения их влияния на формирование *предложения на рынке рабочей силы* в сельской местности свидетельствует, что основное направление миграции – внутриреспубликанское. В 2014 г. отмечено отрицательное сальдо миграции: число всех убывших (85,8 тыс. чел.) из сельской местности Республики Беларусь превысило число прибывших (68,8 тыс. чел.) (табл. 4). Кроме того, интенсивность миграционных потоков из сельской местности усиливается: в 2005 г. миграционная убыль составляла 12,6 тыс. чел., в 2014 г. – порядка 17 тыс. чел.

Т а б л и ц а 4. **Миграция сельского населения по потокам в 2014 г., чел.**

Направление потоков	Число прибывших			Число выбывших			Сальдо миграции		
	Всего	из городской местности	из сельской местности	Всего	в городскую местность	в сельскую местность	Всего	за счет городской местности	за счет сельской местности
Всего мигрантов	68821	55506	13315	85836	73689	12147	–17015	–18183	1168
Международная миграция	6413	5078	1335	1288	1121	167	5125	3957	1168
Внутриреспубликанская миграция:									
всего	62408	50428	11980	84548	72568	11980	–22140	–22140	–
межобластная	24890	20896	3994	26075	22081	3994	–1185	–1185	–
внутриобластная	37518	29532	7986	58473	50487	7986	–20955	–20955	–

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена автором по данным источников [21, 26].

Анализ динамики численности занятых в сельской местности в различных отраслях экономики в 2014 г. показывает, что наибольшее количество рабочих мест в сельской местности предоставляло сельское хозяйство (41,5 %), промышленность (13,0 %) и образование (11,2 %). Это свидетельствует о том, что сельское хозяйство остается главной отраслью приложения труда в сельской местности республики.

Следует отметить, что доля населения, занятого в сельском хозяйстве, в сельской местности уменьшилась с 57 % в 2000 г. до 41,5 % в 2014 г., т. е. количество занятых в сельскохозяйственном производстве уменьшилось по сравнению с 2000 г. почти на 240,7 тыс. чел.

В соответствии с мировыми тенденциями оптимизацию численности занятых в сельском хозяйстве нужно рассматривать как позитивное явление в условиях развития и полноценного функционирования сферы услуг в сельской местности. В Беларуси динамика структуры занято-

сти в сельской местности имеет положительную тенденцию: в отраслях материального производства она сокращается, а в сфере услуг – увеличивается (рис. 1).

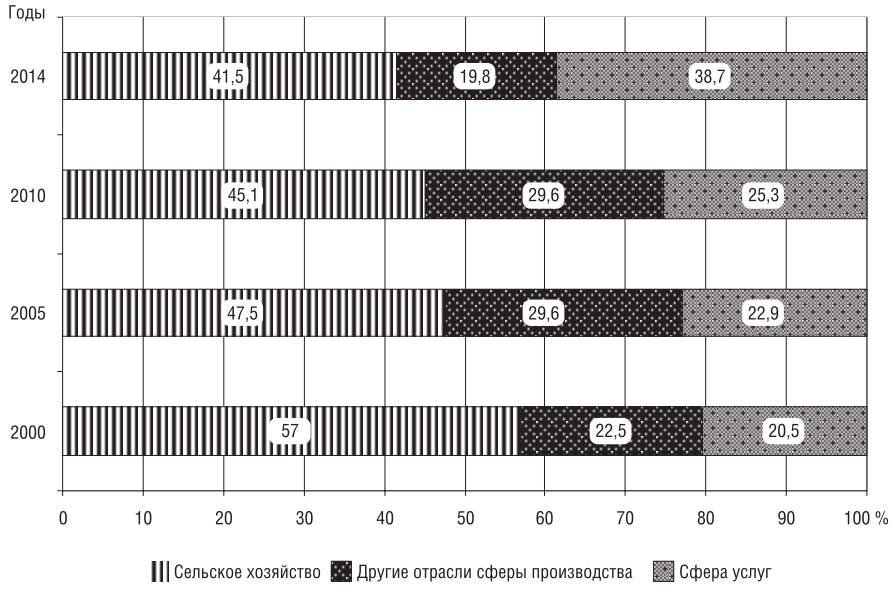


Рис. 1. Динамика отраслевой структуры занятости в сельской местности Беларуси (рисунок выполнен автором по данным источников [22–25])

Fig. 1. Dynamics of the sectoral employment structure in rural areas of Belarus (figure made by the author according to the sources [22–25])

Расширение сферы услуг потребует, с одной стороны, увеличения государственного финансирования на ее развитие, с другой – создания инвестиционной привлекательности сельской местности.

С целью оценки важнейших направлений развития рынка аграрной рабочей силы нами проведен детальный анализ динамики и структуры занятости в сельской местности в разрезе областей. Так, за период 2000–2010 гг. по республике занятость в сфере производства сократилась на 10,5 %. Наиболее динамично данные процессы происходили в сельском хозяйстве – сокращение числа занятых на 11,9 п.п. Вместе с тем, за этот период увеличилось число рабочих мест в транспортной отрасли (+2,3 п.п.), торговле и общественном питании (+3,0 п.п.). Анализ динамики и структуры занятости в сельской местности по отраслям экономики в 2011–2014 гг. показывает, что занятость в производственной сфере продолжает сокращаться по всем областям, кроме Брестской. В сфере услуг получает дальнейшее развитие занятость в учреждениях финансовой деятельности, операций с недвижимым имуществом, здравоохранения.

Нами проведен углубленный анализ динамики численности занятости в организациях АПК в разрезе областей и районов республики, так как сельскохозяйственные организации являются основными производителями аграрной продукции (76,0 % в 2014 г.).

Анализ динамики числа организаций АПК в республике за период 2005–2014 гг. показывает их сокращение на 490 ед., или на 30 %. Следует отметить, что наиболее крупные по численности персонала организации расположены в Гродненской области (в среднем 323 работника в 2014 г.), наименее – в Витебской области (167 работников в 2014 г.). В анализируемый период наблюдается тенденция увеличения численности работников трудовых коллективов сельскохозяйственных организаций, она коррелирует с тенденцией укрупнения предприятий, т. е. идет процесс концентрации рабочей силы в них.

Предложение рабочей силы в аграрном сегменте рынка в основном формируется за счет подготовки работников и специалистов в профессиональных лицеях, колледжах и высших учебных заведениях. Оно представлено персоналом с определенной профессионально-квалификационной структурой (табл. 5).

Таблица 5. **Распределение численности работников по категориям персонала по сельскому хозяйству, чел. (в % к итогу)**

Годы	Всего работников	В том числе				
		рабочие	служащие	из них		
				руководители	специалисты	другие служащие
2006	463511 (100,0)	383652 (82,8)	79859 (17,2)	27914 (6,0)	47661 (10,3)	4284 (0,9)
2008	432674 (100,0)	354245 (81,9)	78429 (18,1)	27629 (6,4)	46892 (10,8)	3908 (0,9)
2010	415145 (100,0)	334894 (80,7)	80251 (19,3)	27706 (6,7)	48322 (11,6)	4223 (1,0)
2012	382429 (100,0)	309315 (80,9)	73114 (19,1)	25523 (6,7)	44506 (11,6)	3085 (0,8)
2014	351209 (100,0)	281837 (80,2)	69372 (19,8)	23933 (6,8)	42386 (12,1)	3053 (0,9)

Примечание. Таблица составлена автором по данным источников [27–31].

Проведенные исследования показали некоторую положительную тенденцию динамики и структуры спроса рабочей силы в уровне образования работников сельского хозяйства в целом по отрасли: рост доли работников, имеющих высшее и среднее специальное образование (табл. 6).

Таблица 6. **Распределение численности работников по уровню образования в сельском хозяйстве, % от общего количества**

Годы	Работники, имеющие образование				
	высшее	среднее специальное	профессионально-техническое	среднее общее	общее базовое
2006	7,4	15,1	21,4	42,9	13,2
2008	7,9	15,7	22,3	42,4	11,7
2010	8,7	16,4	23,5	41,1	10,3
2012	8,7	16,7	24,7	40,7	9,2
2014	10,3	17,6	24,0	39,7	8,4

Примечание. Таблица составлена автором по данным источников [27–31].

Как свидетельствуют данные табл. 7, в 2014 г. по сравнению с 2006 г. удельный вес руководителей с высшим образованием вырос на 1,2 п.п. Аналогичная ситуация складывается и по категории специалистов сельского хозяйства, удельный вес которых с высшим образованием вырос на 5,7 п.п.

Таблица 7. **Образовательный уровень работников, занимающих должности руководителей и специалистов по сельскому хозяйству, чел. (в % к итогу)**

Годы	Руководители	Из них имеют образование			Специалисты	Из них имеют образование		
		высшее	среднее специальное	не имеют высшего и среднего специального		высшее	среднее специальное	не имеют высшего и среднего специального
2006	27914 (100,0)	13945 (49,9)	10569 (37,9)	3400 (12,2)	47661 (100,0)	16439 (34,5)	26128 (54,8)	5094 (10,7)
2008	27629 (100,0)	13663 (49,5)	10450 (37,8)	3516 (12,7)	46892 (100,0)	16474 (35,1)	25293 (54,0)	5125 (10,9)
2010	27706 (100,0)	13630 (49,2)	10429 (37,6)	3647 (13,2)	48322 (100,0)	18064 (37,4)	25167 (52,1)	5091 (10,5)
2012	25523 (100,0)	12542 (49,1)	9354 (36,7)	3627 (14,2)	44506 (100,0)	16750 (37,6)	22892 (51,5)	4864 (10,9)
2014	23933 (100,0)	12233 (51,1)	8476 (35,4)	3227 (13,5)	42386 (100,0)	17020 (40,2)	20936 (49,4)	4430 (10,4)

Примечание. Таблица составлена автором по данным источников [27–31].

Динамика возрастной структуры работников сельского хозяйства республики, представленная на рис. 2, характеризуется снижением удельного веса работников трудоспособного возраста и ростом доли работников старше трудоспособного возраста. Это, в свою очередь, повлияло на увеличение среднего возраста работников отрасли.

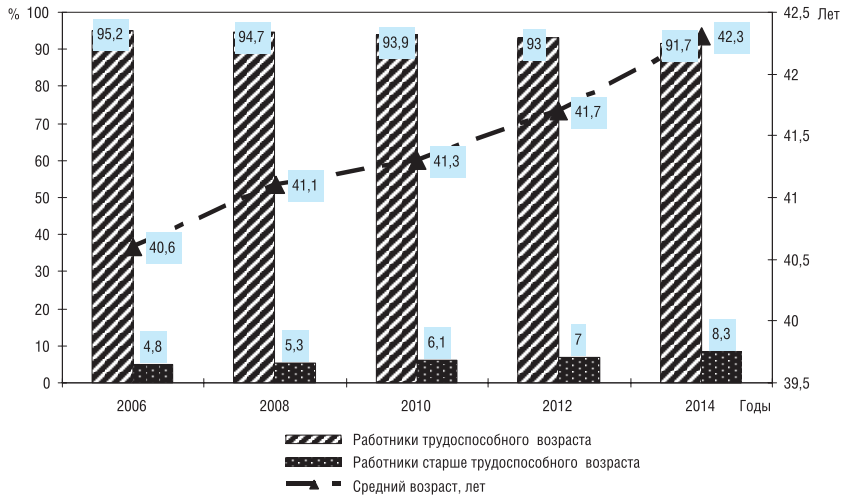


Рис. 2. Динамика возрастной структуры работников сельского хозяйства (рисунок выполнен автором по данным источников [27–31])

Fig. 2. Dynamics of the workers' age structure in agriculture (figure made by the author according to the sources [27–31])

Анализ показывает, что удельный вес молодежи в возрасте до 31 года снижается и в структуре персонала сельскохозяйственных организаций занимает 18,9 %. Для сравнения: аналогичный показатель в 2014 г. в промышленности составил 22,9 %, строительстве – 28,3 %, торговле – 34 %, финансовой деятельности – 34,3 %, образовании – 19,2 %.

Следует отметить, что обеспеченность сельскохозяйственных организаций квалифицированными работниками и специалистами неодинаковая: прослеживается профессионально-квалификационный дисбаланс спроса и предложения. Кроме того, сокращение спроса одновременно сопровождается дефицитом предложения квалифицированных кадров и слабым их закреплением на местах. Это связано, прежде всего, с высоким уровнем профессионально-квалификационной структуры специалистов и отсталыми производственными отношениями в сельской местности.

Одним из критериев степени интеллектуализации труда является образовательный уровень кадров, а также последующая профессиональная подготовка в соответствии с нововведениями и появляющимися инновациями в аграрном производстве. Наличие высокой квалификации является основным требованием к персоналу современных высокопроизводительных сельскохозяйственных организаций и их объединений, имеющих новые экономические отношения и использующие современные технические средства и технологии.

Исследования показали, что сокращение спроса на рабочую силу в сельскохозяйственных организациях в 2002–2014 гг. сопровождалось увеличением выпуска специалистов учреждениями высшего образования по профилю «Сельское и лесное хозяйство. Садово-парковое строительство». Выпуск специалистов с высшим образованием за период 2002–2014 гг. вырос в 2,1 раза, или на 2800 чел., а со средним специальным остался практически на прежнем уровне. Всего за 13 лет (с 2002 по 2014 г.) выпуск специалистов учреждениями высшего и среднего специального образования по данному профилю составил 123,7 тыс. чел., или в среднем за год – 9,5 тыс. чел. В эти годы сельскохозяйственные организации заявили свою потребность в руководителях и специалистах в количестве 21,6 тыс. чел., или в среднем 1,7 тыс. чел. в год, что составляет всего 17,5 % от числа подготовленных специалистов по данному профилю. Это свидетельствует о превышении выпуска специалистов, т. е. предложения на рынке рабочей силы, их заявленной потребности сельскохозяйственными организациями, т. е. рыночному спросу на нее.

Несмотря на достаточное количество подготовленных специалистов, сельскохозяйственные организации не могут обеспечить себя трудовыми ресурсами. Причина здесь не в количестве подготавливаемых кадров, а в их текучести. Сельскохозяйственные предприятия сегодня в силу сложного финансового положения не в состоянии обеспечить наём необходимых кадров на

рынке рабочей силы. Молодые специалисты вместе с тем ищут рынки, на которых цена спроса на их рабочую силу выше.

Статистические данные свидетельствуют об очень высокой текучести кадров, которая крайне негативно отражается на трудовых коллективах (табл. 8). Высокий коэффициент текучести свидетельствует о том, что система оплаты труда в сельскохозяйственных организациях все больше устаревает.

Таблица 8. **Показатели движения кадров в сельском хозяйстве, включая охоту и лесное хозяйство**

Показатель	2010 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Численность занятых в отрасли, тыс. чел.	492,2	458,5	433,4	430,7
Принято работников, тыс. чел.	122,3	118,3	105,2	104,9
Выбыло работников, тыс. чел.	131,7	125,4	122,4	113,0
Соотношение между принятыми и выбывшими, %	92,8	94,4	85,9	92,9
Коэффициент текучести кадров, %	26,7	27,3	28,2	26,2

Примечание. Таблица составлена автором по данным источника [26].

Мониторинг вакантных рабочих мест в сельскохозяйственных организациях показал, что в них имеется постоянный спрос на агрономов, ветеринаров, зоотехников, а также на рабочие кадры – животноводов, операторов машинного доения, трактористов-машинистов сельскохозяйственного производства.

Сохраняющийся дисбаланс спроса и предложения рабочей силы по профессионально-квалификационному составу безработных и структуре вакансий, социальному признаку, а также низкое качество большинства предлагаемых вакансий (низкая заработная плата) являются главным препятствием по их заполнению.

Большинство сельскохозяйственных организаций, являющихся покупателями рабочей силы, не имеют финансовых возможностей предложить среднюю рыночную цену молодым специалистам, работавшим у них по государственному распределению. Заработная плата в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве, которая диктует на рынке спрос на рабочую силу, в настоящее время составляет около 76,1 % среднереспубликанского уровня и 72,2 % уровня в промышленности, а это один из самых низких показателей среди отраслей реального сектора экономики (табл. 9). Поэтому после окончания срока обязательной отработки молодые специалисты ищут нового покупателя, который предложит им, как продавцам своей рабочей силы, более высокую цену.

Сельскохозяйственные организации для осуществления высокоэффективного сельскохозяйственного производства не могут обеспечить цену предложения рабочей силы, которая привле-

Таблица 9. **Отношение номинальной начисленной среднемесячной заработной платы работников по видам экономической деятельности к среднереспубликанскому уровню, %**

Вид экономической деятельности	2005 г.	2010 г.	2014 г.
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	65,4	69,0	76,1
Промышленность	106,3	108,0	105,3
Строительство	116,3	123,0	125,6
Торговля	80,1	85,6	91,1
Транспорт и связь	111,8	109,1	103,7
Финансовая деятельность	157,5	175,8	169,5
Государственное управление	146,3	122,9	121,1
Образование	86,1	73,4	69,9
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	89,0	76,9	75,9
Всего	100,0	100,0	100,0

Примечание. Таблица составлена автором по данным источника [26].

кала бы руководителей и специалистов, а также кадры массовых профессий. Без необходимого количества и качества кадров такие трудовые коллективы постепенно деградируют и в конечном итоге реорганизуются путем присоединения к более конкурентоспособным предприятиям.

Выводы

Таким образом, оценка важнейших направлений формирования рынка аграрной рабочей силы позволяет утверждать, что за период 2000–2014 гг. структура спроса претерпела определенные изменения: сокращение численности и удельного веса занятых трудовых ресурсов в сельском хозяйстве, рост образовательного уровня аграрных кадров, увеличение среднего возраста работников отрасли, сохраняющийся высокий уровень текучести кадров. Вместе с тем, в сельской местности получила дальнейшее развитие сфера услуг, преимущественно транспорт и связь, торговля и общественное питание, здравоохранение и получение социальных услуг.

Изучение основ формирования рынка аграрной рабочей силы показывает, что спрос на рабочую силу в АПК обуславливается потребностью его предприятий и отраслей, а предложение – исходя из территориальной численности и структуры населения. При этом важными аспектами формирования предложения рабочей силы на рынке выступают частные домашние хозяйства, учреждения образования и демографические факторы, в то время как спрос в большей степени определяется экономическими параметрами развития предприятий и отраслей АПК.

Предыдущими исследованиями установлено, что демографические процессы на селе развиваются в условиях значительной дифференциации размещения трудовых ресурсов в территориальном разрезе [32]. В некоторых регионах наблюдается их недостаток, в других регионах имеется излишек. Вместе с тем, обеспеченность АПК рабочей силой – важнейшее условие эффективного его функционирования. При этом особую остроту приобретает текучесть кадров, так как развитие аграрной сферы происходит и будет происходить в условиях количественной несбалансированности рынка рабочей силы. Коэффициент текучести является достаточно высоким, несмотря на принимаемые меры по закреплению кадров.

Проведенный анализ и оценка важнейших направлений формирования рынка аграрной рабочей силы показал, что конъюнктура спроса и предложения в рамках конкретного регионального рынка может значительно различаться, поскольку воспроизводство рабочей силы, формирующее объем и структуру ее предложения, имеет территориальный характер, а динамика и структура спроса на нее – преимущественно отраслевой.

Исследования показали, что разбалансированность региональных рынков рабочей силы обостряет проблемы занятости населения и трудовых ресурсов в аграрной сфере экономики. Причина такого дисбаланса заключается в отсутствии финансовых ресурсов в ряде сельскохозяйственных организаций, которые формируются по остаточному принципу. С одной стороны, работников не привлекают имеющиеся вакансии в связи с несовпадением в ожидании уровня заработной платы и условиями труда, перспектив на данном рабочем месте, с другой – возросли требования к образовательному и профессиональному уровню работников при трудоустройстве на модернизированные рабочие места.

В основе действующей системы аграрного образования лежит количественный принцип подготовки кадров. Он не учитывает количественного и качественного предложения и спроса кадров на рынке, а по инерции продолжает готовить кадры по устаревшим планам. Это приводит к тому, что значительная часть выпускников вынуждена трудоустраиваться в иные сферы деятельности. В этой связи потенциал аграрных образовательных учреждений используется не только для аграрного рынка рабочей силы, но и для удовлетворения спроса на иных рынках.

С другой стороны, сложность работ, появление нового поколения высокотехнологичных машин и механизмов обуславливают необходимость улучшения качественного состава работников сельскохозяйственного производства, так как организации, переходящие на новые методы ведения производства, использование современной техники, сталкиваются с нехваткой на рынке высококвалифицированных кадров [33].

Для более полного удовлетворения существующего на рынке аграрной рабочей силы спроса требуется корректировка подготовки кадров на основе изучения потребностей предприятий АПК и усиления практической ориентированности образования на целевую подготовку кадров. В то же время работодатели должны влиять на определение приоритетов подготовки

специалистов, формировать эффективный спрос, выявлять востребованные специальности и профессии. На это должна быть ориентирована долгосрочная политика воспроизводства кадров для аграрной сферы в условиях научно-технических изменений.

Вместе с тем, необходимо разработать новый механизм мотивации высококвалифицированных кадров, где инструменты мотивации будут соответствовать профессиональному и интеллектуальному уровню развития работников. При комплексном походе к решению проблем рынка аграрной рабочей силы и сельскохозяйственного производства, где кадры выступают не только как рабочая сила для производства аграрной продукции, но и как сельский социум, возможно достижение эффективности национальной экономики и ее конкурентоспособности.

Список использованных источников

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mshp.minsk.by/programms/a868489390de4373.html. – Дата доступа: 10.05.2016.

2. *Амирова, Т. Ф.* Типология и регулирование российского рынка труда: пространственно-отраслевой подход: автореф. дис. … канд. экон. наук: 08.00.05 / Т. Ф. Амирова. – Челябинск, 2013. – 26 с.

3. *Бисеков, А. Т.* Рынок труда в аграрной сфере: тенденции и перспективы развития: автореф. дис. …док. экон. наук: 08.00.05 / А. Т. Бисеков. – Алматы, 2010. – 43 с.

4. *Горнин, Л. В.* Рынок труда: состояние и приоритетные направления развития / Л. В. Горнин, Р. В. Захаров, Н. М. Едренкина // Вест. КрасГАУ. – 2013. – № 6. – С. 9–14.

5. *Bojnec, S.* Agricultural and Rural Labour Markets in the EU Candidate Countries of Croatia, Former Yugoslav Republic of Macedonia and Turkey / S. Bojnec [Electronic source]. – Mode of access: http://aei.pitt.edu/58509/1/Factor_Markets_6.pdf. – Date of access: 14.05.2016.

6. *Herman, E.* Improving agricultural performance for the working poverty reduction in the European Union / E. Herman // Agricultural Economics. – 2016. – N 62. – P. 247–259.

7. *Tocco, B.* Key Issues in Agricultural Labour Markets. A Review of Major Studies and Project Reports on Agriculture and Rural Labour Markets / B. Tocco, S. Davidova, A. Bailey [Electronic source]. – Mode of access: http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/122847/2/FM_WP20 %20Tocco%20et%20al%20Key%20Issues%20in%20Agricultural%20Labour%20Market.pdf. – Date of access: 14.05.2016.

8. *Блинова, Т. В.* Прогнозное моделирование численности занятых в сельском хозяйстве РФ / Т. В. Блинова, С. Г. Былина // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2011. – № 5. – С. 61–64.

9. *Богдановский, В.* Занятость в аграрной экономике: теоретико-методологические аспекты исследования / В. Богдановский // АПК: экономика, управление. – 2016. – № 1. – С. 75–80.

10. *Ванкевич, Е. В.* Гибкость рынка труда: единство макро- и микроподходов / Е. В. Ванкевич. – Витебск: ВГТУ, 2014. – 198 с.

11. *Величко, О. Ч.* Гендерные особенности рынка труда в аграрном секторе / О. Ч. Величко // Вест. БГСХА. – 2010. – № 3. – С. 15–18.

12. *Дорофеев, А. Ф.* Пути повышения эффективности воспроизводства человеческого капитала в АПК / А. Ф. Дорофеев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2012. – № 9. – С. 66–68.

13. *Якушкин, Н.* Формирование кадрового потенциала АПК / Н. Якушкин, С. Шарипов // АПК: экономика, управление. – 2014. – № 7. – С. 21–27.

14. *Гребенщиков, И. А.* Влияние социально-экономических факторов на закрепляемость выпускников вузов в агропромышленном производстве / И. А. Гребенщиков // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2011. – № 12. – С. 82–84.

15. *Гребенщиков, И. А.* Факторы адаптации молодых специалистов на производстве и их оценка в сельскохозяйственных организациях / И. А. Гребенщиков // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2012. – № 1. – С. 72–75.

16. *Зверева, И. А.* Профессиональная подготовка кадров для АПК – одно из направлений инновационного развития отрасли / И. А. Зверева, А. Е. Шамин, Ж. В. Касимова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2010. – № 8. – С. 89–91.

17. *Кучеров, А. С.* Закрепляемость молодых специалистов на селе: механизмы и инструменты / А. С. Кучеров // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2011. – № 11. – С. 73–75.

18. *Сёмин, А. Н.* Оплата труда – главный фактор закрепляемости молодых специалистов на сельских территориях / А. Н. Сёмин, Н. В. Шарапова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2014. – № 10. – С. 35–38.

19. Население Республики Беларусь: статист. сб. / М-во статистики и анализа Респ. Беларусь. – Минск, 1998. – 233 с.

20. Население Республики Беларусь: статист. сб. / М-во статистики и анализа Респ. Беларусь. – Минск, 2006. – 295 с.

21. Демографический ежегодник Республики Беларусь: статист. сб. / Нац. статист. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2015. – 449 с.

22. Трудовые ресурсы и занятость населения в Республике Беларусь в 2000 году: статист. бюл. / М-во статистики и анализа Респ. Беларусь. – Минск, 2001. – 26 с.

23. Трудовые ресурсы и занятость населения в Республике Беларусь в 2005 году: статист. бюл. / М-во статистики и анализа Респ. Беларусь. – Минск, 2006. – 24 с.

24. Трудовые ресурсы и занятость населения в Республике Беларусь в 2010 году: статист. бюл. / Нац. статистический комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2011. – 29 с.

25. Трудовые ресурсы и занятость населения в Республике Беларусь в 2014 году: статист. бюл. / Нац. статист. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2015. – 42 с.

26. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2015 / Нац. статист. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2015. – 524 с.

27. Численность, состав и профессиональное обучение кадров Республики Беларусь в 2006 году: статист. бюл. / М-во статистики и анализа Респ. Беларусь. – Минск, 2007. – 86 с.

28. Численность, состав и профессиональное обучение кадров Республики Беларусь в 2008 году: статист. бюл. / Нац. статист. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2009. – 84 с.

29. Численность, состав и профессиональное обучение кадров Республики Беларусь в 2010 году: статист. бюл. / Нац. статист. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2011. – 222 с.

30. Численность, состав и профессиональное обучение кадров Республики Беларусь в 2012 году: статист. бюл. / Нац. статист. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2013. – 134 с.

31. Численность, состав и профессиональное обучение кадров Республики Беларусь в 2014 году: статист. бюл. / Нац. статист. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2015. – 134 с.

32. *Антоненко, М.Н.* Методические рекомендации по управлению занятостью трудовых ресурсов в трудонедостаточных и трудоизбыточных регионах / М.Н. Антоненко, О.А. Пашкевич, В.О. Лёвкина. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2015. – 42 с.

33. *Пашкевич, О.А.* Адаптация кадров к технологическим и социальным изменения: аспекты проблемы / О.А. Пашкевич // Аграрная политика современной России: научно-методологические аспекты и стратегия реализации. – М., 2015. – С. 455–458.

References

1. (2016) “State program of development of the agricultural business in the Republic of Belarus for 2016–2020 years”, Available at: http://80.94.174.99/programms/a868489390de4373.html, (accessed 10.05.2016)

2. *Amirova, T.F.* (2013) “Typology and regulation of the Russian labor market: the space-industry approach”, Abstract of Ph.D. dissertation, Economy and management of a national economy, South Ural State University, Chelyabinsk, RU

3. *Bisekov, A.T.* (2010) “The labor market in the agricultural sector: Trends and Prospects”, Abstract of D. Sc. Dissertation, Economy and management of a national economy, Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, KZ

4. *Gornin L.V., Zakharov R.V.* and *Edrenkina N.M.* (2013) “Labor market: state and development priorities”, Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], no. 6, pp. 9–14.

5. *Bojnec, S.* (2011) “Agricultural and Rural Labour Markets in the EU Candidate Countries of Croatia, Former Yugoslav Republic of Macedonia and Turkey”, Factor Markets Working Paper, no. 6, Available at: http://aei.pitt.edu/58509/1/Factor_Markets_6.pdf, (accessed 14.05.2016)

6. *Herman, E.* (2016) “Improving agricultural performance for the working poverty reduction in the European Union”, Agricultural Economics, no. 62, pp. 247–259.

7. *Tocco, B., Davidova, S.* and *Bailey, A.* (2012) “Key Issues in Agricultural Labour Markets. A Review of Major Studies and Project Reports on Agriculture and Rural Labour Markets”, Factor Markets Working Paper, no. 20, Available at: http://aei.pitt.edu/58523/1/Factor_Markets_20.pdf, (accessed 14.05.2016)

8. *Blinova T.V.* and *Bylina S.G.* (2011) “Predictive modeling of employment in the agriculture of the Russian Federation”, Ekonomika sel’skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii [Economics of agricultural and processing enterprises], no. 5, pp. 61–64.

9. *Bogdanovskii, V.* (2016) “Employment in the agricultural economy: theoretical and methodological aspects of research”, APK: ekonomika, upravlenie [AIC: Economics, Management], no. 1, pp. 75–80.

10. *Vankevich, E.V.* (2014) Gibkost’ rynka truda: edinstvo makro- i mikropodkhodov: monografiya [Labour market flexibility: the unity of macro and micro approaches: a monograph], VGTU, Vitebsk, BY

11. *Velichko, O.Ch.* (2010) “Gender features of the labor market in the agricultural sector”, Vestnik BGSKhA [Bulletin BSAA], no. 3, pp. 15–18.

12. *Dorofeev, A.F.* (2012) “Ways to improve the efficiency of human capital in the agribusiness”, Ekonomika sel’skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii [Economics of agricultural and processing enterprises], no. 9, pp. 66–68.

13. *Yakushkin N.M.* and *Sharipov S.A.* (2014) “Formation of personnel potential of the AIC”, APK: ekonomika, upravlenie [AIC: Economics, Management], no. 7, pp. 21–27.

14. *Grebenshchikov, I.A.* (2011) “The influence of socio-economic factors on the fixability of graduates in agricultural production”, Ekonomika sel’skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii [Economics of agricultural and processing enterprises], no. 12, pp. 82–84.

15. *Grebenshchikov, I.A.* (2012) “Factors adaptation of young specialists in the production and evaluation of agricultural organizations”, Ekonomika sel’skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii [Economics of agricultural and processing enterprises], no. 1, pp. 72–75.

16. *Zvereva I.A., Shamin A.E.* and *Kasimova Zh.V.* (2010) "Professional training for agriculture – one of the directions of innovative development of industry", Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii [Economics of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 89–91.

17. *Kucherov, A.S.* (2011) "Fixability young professionals in rural areas: mechanisms and tools", Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii [Economics of agricultural and processing enterprises], no. 11, pp. 73–75.

18. *Semin A.N.* and *Sharapova N.V.* (2014) "Salary – the main factor fixability young professionals in rural areas", Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii [Economics of agricultural and processing enterprises], no. 10, pp. 35–38.

19. (1998) Naselenie Respubliki Belarus': Statisticheskii sbornik [Population of the Republic of Belarus], Informstat, Minsk, BY

20. (2006) Naselenie Respubliki Belarus': Statisticheskii sbornik [Population of the Republic of Belarus], Minsk, BY

21. (2015) Demograficheskii ezhegodnik Respubliki Belarus': statisticheskii sbornik [Demographic Yearbook of the Republic of Belarus: statistical collection], National Statistical Committee of the Republic of Belarus, Minsk, BY

22. (2001) Trudovye resursy i zanyatost' naseleniya v Respublike Belarus' v 2000 godu: statisticheskii byulleten' [Human resources and employment in the Republic of Belarus in 2000: Statistical Bulletin], Minsk, BY

23. (2006) Trudovye resursy i zanyatost' naseleniya Respubliki Belarus' v 2005 godu: po dannym balansa trudovykh resursov [Manpower and Employment of the Republic of Belarus in 2005: according to the balance of labor resources], Minsk, BY

24. (2011) Trudovye resursy i zanyatost' naseleniya Respubliki Belarus' v 2010 godu [Manpower and Employment of the Republic of Belarus in 2010], Minsk, BY

25. (2014) Trudovye resursy i zanyatost' naseleniya Respubliki Belarus' v 2014 godu: [statisticheskii byulleten'] [Manpower and Employment of the Republic of Belarus in 2014: [Statistical Bulletin]], Natsional'nyi statisticheskii komitet Respubliki Belarus', Minsk, BY

26. (2015) Statisticheskii ezhegodnik Respubliki Belarus', 2015 [Statistical Yearbook of the Republic of Belarus, 2015], Natsional'nyi statisticheskii komitet Respubliki Belarus', Minsk, BY

27. (2007) Chislennost', sostav i professional'noe obuchenie kadrov Respubliki Belarus' v 2006 godu [The size, composition and training of personnel Belarus in 2006], Minsk, BY

28. (2009) Chislennost', sostav i professional'noe obuchenie kadrov Respubliki Belarus' v 2008 godu [The size, composition and training of personnel Belarus in 2008], Minsk, BY

29. (2011) Chislennost', sostav i professional'noe obuchenie kadrov Respubliki Belarus' v 2010 godu [The size, composition and training of personnel Belarus in 2010], Minsk, BY

30. (2013) Chislennost', sostav i professional'noe obuchenie kadrov Respubliki Belarus' v 2012 godu [The size, composition and training of personnel Belarus in 2012], Minsk, BY

31. (2015) Chislennost', sostav i professional'noe obuchenie kadrov Respubliki Belarus' v 2014 godu [The size, composition and training of personnel Belarus in 2014], Minsk, BY

32. *Antonenko, M.N., Pashkevich, O.A.* and *Levkina, V.O.* (2015) Metodicheskie rekomendatsii po upravleniyu zanyatost'yu trudovykh resursov v trudonedostatochnykh i trudoizbytochnykh regionakh [Guidelines on the employment of labor resources management and labor surplus trudonedostatochnyh], Institut sistemnykh issledovanii v APK NAN Belarusi, Minsk, BY

33. (2015) "Adaptation of training for technological and social change: aspects of the problem", Agrarnaya politika sovremennoi Rossii: nauchno-metodologicheskie aspekty i strategiya realizatsii [The agrarian policy of modern Russia: the scientific and methodological aspects of the strategy and implementation], VIAPI im. A.A. Nikonova: Entsiklopediya rossiiskikh dereven', Moscow, RU, pp. 455–458.

Информация об авторе

Пашкевич Ольга Александровна – кандидат экономических наук, доцент, руководитель группы трудовых ресурсов, Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси (ул. Казинца, 103, 220108, Минск, Республика Беларусь). E-mail: volha.pashkevich@yahoo.se

Information about the author

Pashkevich Volga A. – Doctor of Philosophy (Economics), Assistant Professor, the Institute of System Researches in Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, Belarus). E-mail: volha.pashkevich@yahoo.se

Для цитирования

Пашкевич, О.А. Рынок аграрной рабочей силы: параметры формирования и развития / О.А. Пашкевич // Вес. Нац. акад. навук. Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2016. – №4. – С. 41–52.

For citation

Pashkevich V.A. Agrarian workforce market: parameters of formation and development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series,* 2016, no 4, pp. 41–52.

ISSN 1817-7204 (print.)
УДК 631.173(476)

Поступила в редакцию 22.06.2016
Received 22.06.2016

А. С. Сайганов

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Сфера агросервиса призвана оказывать сельскохозяйственным предприятиям различные услуги в области технико-технологического обеспечения, обслуживания системы земледелия и животноводства и позволяет создать новые условия для налаживания необходимой ритмичности и техничности агропромышленного производства, а также повышения эффективности его организации и функционирования. Важнейшей составной частью системы агросервиса выступает технический сервис техники и оборудования, совершенствование которого в настоящее время является актуальной задачей для повышения эффективности функционирования как сельскохозяйственных и агросервисных предприятий, так и АПК Республики Беларусь в целом. В этой связи ключевая роль в повышении уровня технической оснащенности сельского хозяйства должна отводиться дальнейшему развитию и становлению высокоэффективного фирменного технического обслуживания сельскохозяйственных потребителей, включающего предпродажную подготовку в соответствии с нормативно-технической документацией и реализацию сельскохозяйственной техники, гарантийное и послегарантийное обслуживание средств производства в течение всего периода их эксплуатации. В сфере сервисного обслуживания и ремонта целесообразно разработать приоритетные направления совершенствования системы агросервиса, в частности, необходимо оптимизировать количество дилерских технических центров заводов – изготовителей сельскохозяйственной техники, поскольку формальное увеличение их количества без анализа экономической ситуации может привести к финансовой несостоятельности отдельных технических центров, прекращению их деятельности и, как следствие, неэффективной работе всей сервисной сети. Кроме того, необходимо повысить ответственность данных технических центров перед сельскохозяйственными товаропроизводителями путем заключения с ними договоров на гарантийное и послегарантийное обслуживание техники.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, РО «Белагросервис», ремонтно-обслуживающие предприятия, дилерские технические центры, потребители услуг, качество, эффективность.

A. S. Saihanau

The Institute of System Researches in Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: saihanauas@tut.by

IMPROVING TECHNICAL SERVICE SYSTEM OF AGRICULTURAL MACHINERY AND EQUIPMENT IN MODERN CONDITIONS

The agro-service field is designed to provide various services to agricultural enterprises in the field of technical and technological support, maintenance of agriculture and livestock systems, and allows to create new conditions for establishment of necessary rhythmicity and science of agricultural production, as well as raising its organization and functioning efficiency. The most important part of the system of agro-service is technical maintenance of machinery and equipment, and its improvement nowadays is an urgent task for raising efficiency of both agricultural and agro-service enterprises, and entire AIC in the Republic of Belarus. In this regard, a key role in increasing the level of technical equipment of agriculture should be given to the further development and establishment of a highly efficient branded maintenance of agricultural consumers, including presale inspection under the normative and technical documentation and sale of agricultural equipment, warranty and post-warranty maintenance of production means during the entire operation period. In the area of maintenance and repair it is reasonable to develop priority directions for improvement of agricultural service system, in particular, it is necessary to consider the number of dealer service centers of manufacturers of agricultural machinery, as a formal increase of the number of such centers with no analysis of economic situation may lead to financial insolvency of individual technical centers, cessation of activities and, as a consequence, inefficiency of the entire service network. In addition, it is necessary to raise responsibility of these centers to agricultural producers via contracts for warranty and post-warranty maintenance.

Keywords: agro-industrial complex, RA “Belagroservice”, repair and service companies, dealer technical centers, service consumers, quality, efficiency.

© Сайганов А. С., 2016

В современных условиях техника и оборудование, имеющиеся в распоряжении сельскохозяйственных организаций, должны находиться в постоянном технически исправном состоянии для выполнения всех необходимых агротехнических мероприятий. Для этих целей ремонт и техническое обслуживание сельскохозяйственной техники может осуществляться как силами самих предприятий, так и специализированными организациями [1–5].

Необходимо отметить, что в настоящее время, в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 27 января 2003 г. №40 «О совершенствовании управления организациями агропромышленного комплекса», все услуги по обеспечению сельскохозяйственного производства машинами, оборудованием и приборами, эффективному использованию и поддержанию их в исправном техническом состоянии, а также выполнение работ по энергетике, электрификации, агрохимическому обслуживанию и водоснабжению субъектов сельского хозяйства и других на республиканском уровне осуществляются Республиканским объединением «Белагросервис».

РО «Белагросервис» координирует деятельность областных предприятий ОКУПТП «Брестоблагросервис», ОАО «Витебский облагросервис», ОАО «Гомельоблагросервис», Гродненское УП «Облсельхозтехника», ОАО «Минскоблагросервис», Холдинг ОАО «Агромашсервис» (г. Могилев) и организаций, осуществляющих обслуживание сельскохозяйственного производства по всей республике, имеет разветвленную товаропроводящую сеть, собственные складские и производственные помещения, площадь которых составляет более 60 тыс. м^2 (рисунок).

Следует отметить, что зона деятельности предприятий технического сервиса в Республике Беларусь ограничивается в основном территорией административного района.



Сравнение результатов расчета урожайности по эмпирическим уравнениям и по упрощенным формулам (35), (36) разработанной структурной модели

Эмпирические уравнения					Моделирование урожайности по пищевому и водному факторам среды						
Авторы	Культура	№ формулы	Количество эмпирических коэффициентов	Коэффициент детерминации	Исходные параметры					Коэффициенты детерминации, полученные при сравнении результатов расчета урожайности по эмпирическим уравнениям и по упрощенным формулам структурной модели	
					Y_{max}, т/га	NPK_{opt}, кг д.в/га	N_{opt}, кг д.в/га	W_{opt}, % от НВ	W_{min}, % от НВ	уравнение (35)	уравнение (36)
А. С. Овчинников, О. В. Бочарникова, Т. В. Пантюшина	Сладкий перец	(1)	6	0,81	33	750	–	76	50	0,98	0,96
М. А. Акулинина, А. С. Овчинников	Огурец	(2)	5	0,93	63	–	160	90	64	0,86	0,91
М. А. Акулинина, А. С. Овчинников	Огурец	(3)	5	0,95	70	–	180	85	62	0,86	0,90
Е. В. Шенцева, Н. Н. Дубенок	Баклажан	(4)	6	0,91	69	–	250	88	51	0,96	0,98
М. П. Богданенко, Н. Н. Дубенок	Рассадный лук	(5)	7	0,89	120	–	190	93	58	0,92	0,88

Для практического применения предложенной модели вместо 5–7 эмпирических коэффициентов достаточно знать возможную максимальную урожайность при оптимальных условиях среды, оптимальные и минимально возможные для формирования урожая уровни питания и увлажнения растений, которые задают границы определения (диапазон применения) полученных выше расчетных зависимостей (32), (35), (36).

Заключение. Анализ показывает, что в исходно задаваемом (до расчета) значении максимальной урожайности культуры, в отличие от потенциально возможного урожая, зависящего только от вида и качества семенного материала, присутствует влияние всех неучтенных расчетной формулой урожаеобразующих факторов. Но поскольку число неучтенных факторов не определено, величину максимальной урожайности можно задавать только с некоторой долей вероятности. Урожайность будет колебаться по годам в зависимости, прежде всего, от степени благоприятности нерегулируемых условий среды, среди которых наиболее значимым будет фактор, лимитирующий урожай (находящийся в минимуме). В Беларуси таким фактором может являться тепловой режим [16].

Приведенные в таблице значения максимальных урожайностей учитывают условия именно тех лет, в которые по результатам полевых исследований получены эмпирические формулы (1)–(5). Логично предположить, что осредненная за многолетие величина максимальной урожайности для конкретной культуры, как и другие опорные показатели в разработанной структурной модели, становятся более устойчивыми к изменениям при снижении вариабельности условий возделывания.

Значения оптимальных и минимально возможных (для формирования урожая) уровней питания и увлажнения растений в расчетных формулах (35) и (36) также соответствуют условиям, наблюдавшимся в годы исследований. Однако их изменчивость не столь велика, поскольку в большей степени зависит от почвенных условий, а не от погоды. Например, планируемые дозы внесения удобрений и их оптимальный уровень будут зависеть от содержания питательных веществ в почве. В свою очередь, задаваемый диапазон поддержания почвенных влагозапасов связан с почвенно-гидрологическими константами – наименьшей влагоемкостью и влажностью завядания.

Заметим, что весьма убедительным подтверждением справедливости предложенной структурной модели является расположение найденного показателя оптимального увлажнения (см. таблицу) в границах, рекомендуемых при расчете режимов орошения для всех сельскохозяйственных культур, а именно в пределах 70–100 % НВ. Более точное значение этого показателя

в формулах (35), (36) с помощью эмпирических зависимостей (1)–(5) установить невозможно, поскольку искомые опорные показатели располагаются на границе области определения эмпирических уравнений, где при расчете могут наблюдаться максимальные ошибки. Наилучшим способом идентификации оптимального уровня питания, а также оптимального и минимально возможного (для формирования урожая) уровней увлажнения растений в расчетных формулах (35) и (36) могут быть только результаты обработки реальных опытных данных по урожайностям конкретных культур.

Список использованных источников

1. *Образцов, А. С.* Системный подход: применение в земледелии / А. С. Образцов. – М.: ВО Агропромиздат, 1990. – 303 с.

2. *Вахонин, Н. К.* Методологические принципы формирования задач оптимизации растениеводства / Н. К. Вахонин // Мелиорация переувлажненных земель. – 2007. – № 2 (58). – С. 73–79.

3. *Вахонин, Н. К.* Концептуальные основы моделирования урожайности в системе принятия решений по регулированию водного режима / Н. К. Вахонин // Мелиорация. – 2014. – № 2 (72). – С. 7–15.

4. *Вахонин, Н. К.* Моделирование урожаев в системе точного земледелия / Н. К. Вахонин // Мелиорация. – 2015. – № 1 (73). – С. 131–136.

5. *Овчинников, А. С.* Урожайность сладкого перца при капельном орошении / А. С. Овчинников, О. В. Бочарникова, Т. В. Пантюшина // Мелиорация и водное хозяйство. – 2007. – № 2. – С. 45–47.

6. *Акулинина, М. А.* Капельное орошение огурца в сухостепной зоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.02 / М. А. Акулинина, Волгоград. гос. с.-х. акад., – Волгоград, 2010. – 23 с.

7. *Шенцева, Е. В.* Совершенствование агротехники выращивания баклажан при капельном орошении с использованием тоннельных укрытий для получения ранней продукции: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Е. В. Шенцева; Саратов. гос. аграр. ун-т. – Саратов, 2012. – 23 с.

8. *Богданенко, М. П.* Технология возделывания рассадного лука при капельном орошении в Нижнем Поволжье: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.02 / М. П. Богданенко; Саратов. гос. аграр. ун-т. – Саратов, 2012. – 24 с.

9. *Аверьянов, С. Ф.* Некоторые математические модели системы «растение – среда» / С. Ф. Аверьянов, В. В. Шабанов // Физическое и математическое моделирование в мелиорации. – М., 1973. – С. 293–295.

10. *Дмитренко, В. П.* Оценка влияния температуры воздуха и осадков на формирование урожая основных зерновых культур: метод. пособие. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 49 с.

11. *Афанасик, Г. И.* Моделирование процесса формирования урожая сельскохозяйственных культур / Г. И. Афанасик // Мелиорация торфяников и их сельскохозяйственное использование. – Вып. 3. – Минск: БелНИИМиВХ, 1977. – С. 122–127.

12. *Закржевский, П. И.* Модель урожая и динамика факторов внешней среды / П. И. Закржевский // Мелиорация переувлажненных земель. – 1977. – Т. XXV. – С. 95–105.

13. Механизация полива: справ. пособие / Б. Г. Штепа [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.

14. *Лихацевич, А. П.* Модель влияния регулируемых факторов окружающей среды на урожай сельскохозяйственных культур / А. П. Лихацевич // Мелиорация переувлажненных земель. – 2004. – № 2 (52). – С. 123–143.

15. *Лихацевич, А. П.* Модель динамики урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от изменчивости природно-климатическх факторов / А. П. Лихацевич, В. Н. Карнаухов // Мелиорация переувлажненных земель. – 2005. – № 2 (54). – С. 108–117.

16. *Лихацевич, А. П.* Влияние влаготеплообеспеченности на урожайность сельскохозяйственных культур (на примере многолетних трав и ярового тритикале) / А. П. Лихацевич, Е. И. Волкова // Мелиорация. – 2011. – № 2 (66). – С. 75–81.

17. *Попов, В. А.* Математическое выражение закона лимитирующего фактора и его приложение к задачам мелиоративного земледелия / В. А. Попов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1997. – № 2. – С. 30–34.

18. *Ромко, А. В.* Обоснование водного и питательного режима мелиорируемых земель гумидной зоны с использованием интегрированной модели агрогеосистемы: автореф. дис. … канд. техн. наук / А. В. Ромко; ГНУ ВНИИГиМ. – М., 2007. – 27 с.

19. *Пэнтл, Р. Г.* Методы системного анализа окружающей среды / Р. Г. Пэнтл. – М.: Мир. – 1979. – 214 с.

References

1. *Obraztsov, A. S.* (1990) Sistemnyi podkhod: primenenie v zemledelii [System approach: the use in agriculture], VO Agropromizdat, Moscow, RU

2. *Vakhonin, N. K.* (2007) “Methodological principles of crop optimization problems”, Melioratsiya pereuvlazhnennykh zemel’ [Melioration of wetlands], no. 2 (58), pp. 73–79.

3. *Vakhonin, N. K.* (2014) “Conceptual bases yield modeling in the decision-making on water regime Regulation”, Melioratsiya [Melioration], no. 2 (72), pp. 7–15.

4. *Vakhonin, N. K.* (2015) “Simulation yields in the system of precision agriculture”, Melioratsiya [Melioration], no. 1 (73), pp. 131–136.

5. *Ovchinnikov, A.S., Bocharnikova, O.V.* and *Pantyushina, T.V.* (2007) "The yield of sweet pepper under drip irrigation", Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo [Melioration and water Industry], no. 2, pp. 45–47.

6. *Akulinina, M.A.* (2010) "Drip irrigation of a cucumber in the dry steppe zone of light-brown soils of the Bottom Volga region", Abstract of Ph.D. dissertation, Land improvement, restoration and protection of land, Volgograd State Agricultural Academy, Volgograd, RU

7. *Shentseva, E.V.* (2012) "Improving farming techniques of cultivation Eggplant under drip irrigation using the tunnel shelters for early production", Abstract of Ph.D. dissertation, Land improvement, restoration and protection of land, Saratov State Agrarian University, Saratov, RU

8. *Bogdanenko, M.P.* (2012) "The technology of growing seedlings of onion under drip irrigation in the Lower Volga", Abstract of Ph.D. dissertation, Land improvement, restoration and protection of land, Saratov State Agrarian University, Saratov, RU

9. *Aver'yanov, S.F.* and *Shabanov, V.V.* (1973) "A mathematical model of "plant-environment" system", in Aver'yanov, S.F. (ed.) Fizicheskoe i matematicheskoe modelirovanie v melioratsii [Physical and mathematical modeling in land reclamation], Kolos, Moscow, RU, pp. 293–295/

10. *Dmitrenko, V.P.* (1976) Otsenka vliyaniya temperatury vozdukha i osadkov na formirovanie urozhaya osnovnykh zernovykh kul'tur: metodicheskoe posobie [Evaluation of the effect of air temperature and precipitation in the formation of the harvest of basic grains: method. Benefit], Gidrometeoizdat, Leningrad, RU

11. *Afanasik, G.I.* (1977) "Simulation of the formation of crop", Melioratsiya torfyanikov i ikh sel'skokhozyaistvennoe ispol'zovanie: sbornik. Vyp.3 [Melioration of peatlands and agricultural use, Vol. 3], BelNIIMiVKh, Minsk, BY, pp. 122–127.

12. *Zakrzhevskii, P.I.* (1977) "Model harvest and dynamics of environmental factors", Melioratsiya pereuvlazhnennykh zemel' [Melioration of wetlands], no. 25, pp. 95–105.

13. *Shtepa, B.G., Nosenko, V.F., Vinnikova, N.V., Danil'chenko, N.V., Ostapov, I.S., Fomin, G.E.* and *Afanas'ev, V.A.* (1990) Mekhanizatsiya poliva: spravochnik [Mechanization of irrigation: a guide], Agropromizdat, Moscow, RU

14. *Likhatsevich, A.P.* (2004) "The impact of environmental factors controlled model environment on crop yields", Melioratsiya pereuvlazhnennykh zemel' [Melioration of wetlands], no. 2 (52), pp. 123–143.

15. *Likhatsevich, A.P.* and *Karnaukhov, V.N.* (2005) "Model dynamics of crop yields, depending on the variability of natural factors climate", Melioratsiya pereuvlazhnennykh zemel' [Melioration of wetlands], no. 2 (54), pp. 108–117.

16. *Likhatsevich, A.P.* and *Volkova, E.I.* (2011) "Moisture heat supply Impact on crop yields (on an example of perennial grasses and spring triticale)", Melioratsiya [Melioration], no. 2 (66), pp. 75–81.

17. *Popov, V.A.* (1997) "The mathematical expression of the law limiting factor and its application to problems of reclamation of agriculture", Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo [Melioration and Water Industry], no. 2, pp. 30–34.

18. *Romko, A.V.* (2007) "Justification of the water and nutrient regime of reclaimed land humid zone using the integrated model agrogeosystems", Abstract of Ph.D. dissertation, Land improvement, restoration and protection of land, All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation. AN Kostyakov, Moscow, RU

19. *Pentl, R.G.* (1979) Metody sistemnogo analiza okruzhayushchei sredy [System analysis methods for the environment], Mir, Moscow, RU

Информация об авторах

Лихацевич Анатолий Павлович – член-корреспондент, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт мелиорации (ул. М. Богдановича, 153, Минск, Республика Беларусь). E-mail: niimel@mail.ru

Information about the author

Likhatsevich Anatoly P. – Corresponding Member, Doctor of Engineering Science, Professor, the Institute of Melioration (Minsk, Belarus). E-mail: niimel@mail.ru

Для цитирования

Лихацевич А.П. Моделирование влияния регулируемых факторов среды на урожайность сельскохозяйственных культур / А.П. Лихацевич // Вес. Нац. акад. навук. Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2016. – №4. – С. 65–78.

For citation

Likhatsevich A.P. Modeling the effect of controlled environmental factors on crop yield. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series,* 2016, no 4, pp. 65–78.

ISSN 1817-7204 (print.)
УДК 632.768.12:632.7.04/.08

Поступила в редакцию 18.03.2016
Received 18.03.2016

Е. В. Бречко[1], Д. С. Елисовецкая[2], Т. Н. Настас[2], Д. В. Войтка[1], Е. Н. Янковская[1]

[1]Институт защиты растений, Прилуки, Беларусь, e-mail:belizr@tut.by
[2]Институт генетики, физиологии и защиты растений АНМ, Кишинев, Молдова, e-mail: dina.elis.s@gmail.com

ФОРМИРОВАНИЕ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА (*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* SAY) В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СТРЕССОВ

Изучено распределение феноморф рисунка центральной части переднеспинки у имаго колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say), обитающего в Республике Беларусь и Республике Молдова. Установлена генотипическая разнокачественность белорусской и молдавской популяций фитофага. В популяциях колорадского жука в Беларуси доминировали феноморфы № 1, 3 и 6 по рисунку переднеспинки имаго (15,4–25,3 % всех особей), редкими являлись феноморфы № 7, 8 и 9 (частота встречаемости до 3,0 %). В популяции колорадского жука в Молдове доминировали феноморфы № 3 и 6 по рисунку переднеспинки имаго с частотой встречаемости 15,0–17,8 и 38,4–40,2 % от всех особей соответственно, редкими являлись феноморфы № 7 (1,8–2,1 %) и № 8 (1,8–2,3 %). Выявлена принадлежность белорусской популяции к северному и центральному экотипам, молдавской популяции – к юго-восточному экотипу. Показана изменчивость фенотипической структуры под влиянием экологических стрессов. Проведено диагностирование популяций по резистентности к инсектицидным препаратам из класса пиретроидов с помощью морфотипического метода. Выявлена частота встречаемости чувствительных, толерантных, резистентных и высокорезистентных популяций вредителя в различных географических регионах обитания фитофага. В Беларуси чувствительные популяции встречались в 17,1 % случаев, в Молдове – в 47,8 %, резистентные популяции – 43,9 и 21,7 % случаев соответственно. Высокорезистентные популяции были обнаружены в незначительном количестве и встречались на одинаковом уровне: в Беларуси – 4,9 %, Молдове – 4,3 %. Полученные результаты позволят обосновать разработку экологизированной системы защиты картофеля от колорадского жука с использованием энтомопатогенных микроорганизмов и биологически активных веществ растительного происхождения, что будет препятствовать формированию резистентности колорадского жука к химических инсектицидам. **Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № Б13МЛД-008.

Ключевые слова: колорадский жук, *Leptinotarsa decemlineata*, резистентность, феноморфы, фенотипическая структура популяции, маркер резистентности, пиретроиды, неоникотиноиды, экотип, реверсия резистентности.

A. V. Brechka[1], D. S. Elisovetskaya[2], T. N. Nastas[2], D. V. Voitka[1], A. N. Yankouskaya[1],

[1]Institute of Plant Protection, Priluki, Belarus, e-mail:biocontrol@tut.by
[2]Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection ASM, Chisinau, Moldova, e-mail: dina.elis.s@gmail.com

FORMATION OF PHENOTYPIC STRUCTUTE OF COLORADO POTATO BEETLE (*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* SAY) POPULATIONS UNDER ECOLOGICAL STRESS CONDITIONS

The phenomorphic distribution of pronotum cover spot pattern of Colorado potato beetle (*Lepinortarsa decemlineata* Say) imago in the Republic of Belarus and the Republic of Moldova is studied. The genetic heterogeneity of the Belarusian and Moldavian phytophage populations is determined. The dominance of No.1, 3 and 6 phenomorphs in the Colorado potato beetle populations based on the imago pronotum cover spot pattern (15.4–25.3 % of all individuals) is determined, the phenomorphs No.7, 8 and 9 are rare (the frequency of occurrence up to 3.0 %). It is determined that on the territory of Moldova in the population of Colorado potato beetle phenomorphs No. 3 and 6 dominate by imago front back figure, by frequency of occurrence 15.0–17.8 % and 38.4–40.2 % from all the individuals, respectively, the phenomorphs No.7 (1.8–2.1 %) and No.8 (1.8–2.3 %) are rare. It is determined that the Belarusian population belongs to the northern and central ecotypes, the Moldavian one – to the southeast ecotype. The phenotypic structure diversity under the ecological stress conditions is shown. The populations diagnosis according to pyrethroid chemical group preparations resistance is specified by the morphotypic method. The frequency of occurrence of sensitive, tolerant, resistant and highly resistant pest populations in different geographical regions of the phytophage habitat is revealed. In Belarus the sensitive populations were present in 17.1 %, in Moldova – in 47.8 %, the resistant populations – 43.9 and 21.7 %, respectively. Highly resistant populations were discovered in insignificant number and were met at the same level: in Belarus – 4.9 %, in Moldova – 4.3 %. The results obtained will allow to substantiate the development of ecologized potato protection system from the Colorado potato beetle using entomopathogenic microorganisms and biologically active substances of plant origin, that would prevent resistance of the Colorado potato beetle to chemical insecticides. **Acknowledgments.** The study

is performed with financial support of the Belarusian Republican Foundation of Fundamental Researches within the frameworks of project No. Б13МЛД-008.

Keywords: Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, resistance, phenomorphs, phenotypic structure of population, resistance marker, pyrethroids, neonicotinoids, ecotype, resistance reversion.

Введение. Колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) принадлежит к экологически пластичным видам сельскохозяйственных вредителей, которым благодаря широкому спектру внутривидового полиморфизма свойственны территориальные экспансии и способность к ускоренной адаптации в самых разнообразных экологических условиях зон инвазий [1–4]. Так, формирование ареала вредителя в агробиоценозах картофеля на территории Беларуси с умеренно-континентальным климатом и Молдовы с умеренно-континентальным климатом с недостаточным увлажнением началось с момента массовых инвазий в 1959–1960 гг. При этом вредитель быстро распространился за несколько десятилетий и к настоящему времени заселяет до 100 % площадей посадок картофеля, сохраняя высокую жизнеспособность, коэффициент размножения и вредоносность популяций. В связи с этим химический метод защиты картофеля от колорадского жука стал доминантным как на территории Беларуси, так и на территории Молдовы. Как известно, усиление антропогенного пресса на агробиоценозы, которое характеризуется дестабилизацией экологических условий, в том числе в связи с использованием химических средств защиты растений, повышает вероятность появления у вредоносных видов новых адаптивных форм, часто более агрессивных [4–7].

Поэтому анализ микроэволюционных процессов у насекомых важен с любой точки зрения, включая проблемы формирования у вредителей резистентности к инсектицидам. Данные процессы у колорадского жука наблюдаемы, так как они сопровождаются теми или иными изменениями фенотипической структуры его популяций (по долевому соотношению типовых морф имаго), благодаря взаимосвязи основных экологических адаптаций внутрипопуляционных форм вида с изменчивыми внешними признаками особей, одним из которых является тип рисунка переднеспинки жуков [8–10].

В Беларуси исследования по изучению фенотипической структуры популяций колорадского жука были начаты Ф. С. Кохманюком и Е. П. Климец более 35 лет назад для условий юго-запада Брестской области [11–13]. С 2007 г. исследования по изучению фенотипического состава популяций вредителя были продолжены Е. В. Бречко, М. И. Жуковой для условий северной, центральной и южной агроклиматических зон [14, 15]. Фенотипический анализ особей колорадского жука, проведенный по рисунку центральной части переднеспинки имаго, показал, что доминирующими являются феноморфы №1, 2 и 3. В популяциях отмечено превалирование феноморфы №1, частота встречаемости которой колебалась в пределах 12,9–29,8 %. Редкими являлись феноморфы №7, 8 и 9 – их доля составляла от 0,2 до 4,9 %. Было установлено разнообразие популяций вредителя по устойчивости к препаратам из химической группы пиретроидов во всех агроклиматических зонах республики.

Согласно результатам научных исследований, описано соотношение феноморф для популяций *L. decemlineata*, развивавшихся в условиях Молдовы более 20 лет назад. На примере молдавской популяции показано, что на формирование фенооблика популяций могут оказывать влияние пищевые и температурные условия развития личинок и куколок [16].

Изменение климатических условий, сортимента возделываемых сортов картофеля и ассортимента химических средств защиты растений обуславливает наличие экологического стресса для фитофага [17, 18]. В связи с этим целью работы являлось изучение и сравнительный анализ фенотипической структуры популяций колорадского жука в Беларуси и Молдове в зависимости от условий обитания с определением расового экотипа и установления закономерностей распределения резистентных и чувствительных популяций фитофага к широко применяемым инсектицидам. Полученные результаты позволят обосновать разработку экологизированной системы защиты картофеля от колорадского жука с использованием энтомопатогенных микроорганизмов и биологически активных веществ растительного происхождения, направленную на повышение чувствительности фитофага к инсектицидам, увеличение видового разнообразия энтомофагов в агробиоценозах, снижение инсектицидного пресса.

Материалы и методы исследований. Изучение популяции колорадского жука из северной, центральной и южной агроклиматических зон Беларуси и Молдовы проводили в 2013–2014 гг. в лаборатории защиты овощных культур и картофеля и лаборатории микробиологического метода защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси и лаборатории фитофармации и экотоксикологии Института генетики, физиологии и защиты растений АН Молдовы.

Климат Беларуси – умеренно-континентальный, формирующийся под влиянием воздушных масс Атлантики, с дождливым нежарким летом, мягкой зимой с частыми оттепелями и неустойчивой погодой осенью и зимой. Средняя годовая температура воздуха составляет от +5,7 до +8,2 °С. За год выпадает от 500 до 800 мм осадков, самыми дождливыми временами года являются лето и осень [19].

Климат Молдовы – умеренно-континентальный с недостаточным увлажнением. Температурный режим характеризуется положительными среднегодовыми температурами воздуха на всей территории: они колеблются от +7,5 °С на севере до +10 °С на юге. Отрицательные среднесуточные температуры наблюдаются только в зимний период. Территория Молдовы относится к зоне недостаточного увлажнения. Осадки выпадают неравномерно как по годам, так и по сезонам. Примерно 70 % годовых осадков приходится на период с апреля по октябрь [20].

Метеорологические условия, сложившиеся в течение вегетационных периодов 2013–2014 гг. в Беларуси и Молдове, способствовали заселению вредителем посадок картофеля выше экономического порога вредоносности (ЭПВ), что позволило провести репрезентативные сборы имаго. Серии выборок имаго разных поколений были собраны в сельскохозяйственных предприятиях, на приусадебных и фермерских участках, расположенных в различных агроклиматических зонах Беларуси и Молдовы [21, 22]. Сбор жуков осуществляли в период массового заселения растений в фазе «полные всходы – цветение». Всего в Беларуси была собрана и проанализирована 41 выборка имаго общим числом более 4250 особей, в Молдове, соответственно, 23 выборки с числом особей более 5200 шт.

Исследования проводили согласно рекомендациям, изложенным в следующих изданиях: «Методы мониторинга и прогноза развития вредных организмов» и «Колорадский жук: распространение, экологическая пластичность, вредоносность, методы контроля» [23, 24]. Принадлежность особей к внутрипопуляционным группам определяли методами феногенетики, адаптированными к колорадскому жуку С. Р. Фасулати и учитывающими 9 морфотипов имаго, различаемых по дискретным неметрическим признакам узора переднеспинки, не сцепленным с полом (рис. 1) [10, 16, 25–27].

Для диагностики резистентности популяций колорадского жука к инсектицидам из химической группы пиретроидов использовали морфотипический метод со следующей градацией: если доля морфы № 3 от общего количества морф составляет до 15 % – популяция чувствительная, до 20 % – толерантная, до 30 % – резистентная, до 50 % – высокорезистентная [28].

Математическую и статистическую обработку данных проводили на ПЭВМ с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel, Oda. Статистическую обработку результатов исследований проводили методом корреляционно-регрессионного и дисперсионного анализов.

Объемы применения инсектицидов, используемых для защиты картофеля от колорадского жука в 2010–2014 гг., предоставлены по данным ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» Республики Беларусь.

Результаты и их обсуждение. Преодоление колорадским жуком абиотических барьеров как факторов экологического стресса сопровождается микроэволюционными процессами адаптациогенеза к природно-климатическим условиям. При этом, благодаря преобладанию новых адаптивных норм, адекватных местным условиям, возможно формирование нового экотипа вида [3, 4, 12].

Так, потепление климата, которое началось в Беларуси с 1989 г. и длится до сих пор, характеризуется очень заметным повышением температуры в зимний и весенний периоды. Среднегодовая температура воздуха повысилась на 1,1 °С. Почти на две недели сместились вегетационные периоды: сход снежного покрова и переход температуры через 0 °С начинается на 10–15 дней раньше. На этот же срок уменьшилось количество дней со снежным покровом. Глубина промерзания земли уменьшилась на 6–10 см. Заморозки весной заканчиваются примерно на 5 дней раньше, а осенью начинаются позже. Средняя скорость ветров за последние 16 лет снизилась с 3,4 до 3,0 м/с [21].

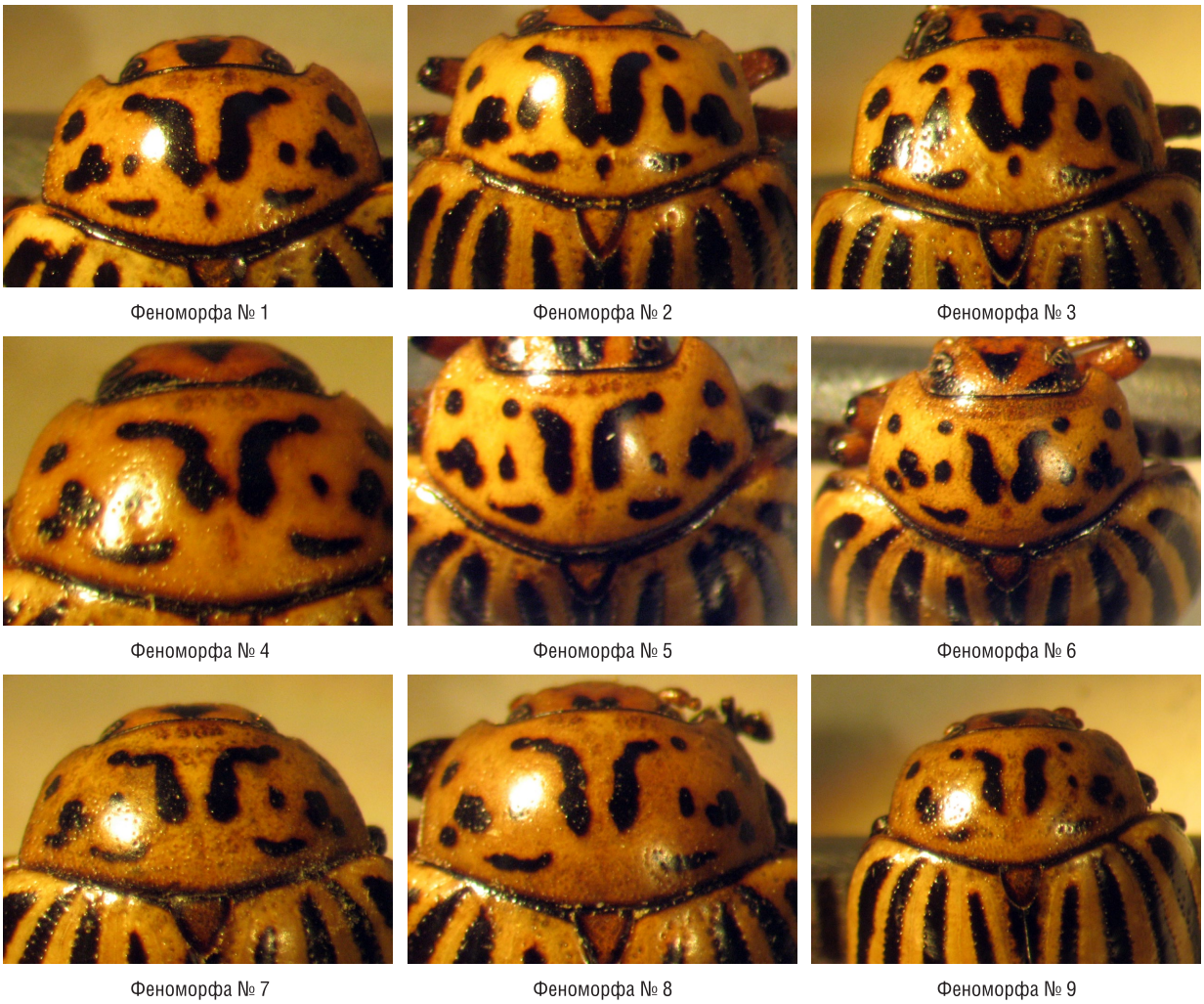


Рис. 1. Феноморфы рисунка центральной части переднеспинки имаго колорадского жука (по С. Р. Фасулати, 1985). Фото Е. В. Бречко

Fig. 1. The phenomorphs of Colorado potato beetle imago pronotum cover spot pattern (by S. R. Fasulati, 1985). Photo A. V. Brechka

Вместе с тем и молдавские синоптики констатируют, что климат в стране за последние 100 лет серьезно изменился. Одним из показателей является то, что частота и интенсивность природных катаклизмов существенно возросли в последние годы. Участились наводнения и засухи. Средняя годовая температура воздуха в стране повысилась на 0,8 °С [29, 30].

Сравнительный фенотипический анализ белорусской и молдавской популяций фитофага выявил внутривидовую гетерогенность популяций колорадского жука, что подтверждается наличием девяти фенов. Фены отражают генетическую конституцию данной особи, а своей частотой – генетическую структуру популяций, которые, как установлено, являются генотипически разнокачественными (рис. 2).

Математическая обработка результатов исследований по частоте встречаемости фенотипов колорадского жука в Беларуси в 2013–2014 гг. показала доминирование в популяциях феноморф №1, 3 и 6 по рисунку переднеспинки имаго – на их долю приходилось 15,4–25,3 % всех особей (рис. 2, *Беларусь*). Редкими являлись феноморфы №7, 8 и 9 – частота их встречаемости достигала 3,0 % от всех особей. Частота встречаемости феноморфы №2 колебалась в пределах 11,2–12,8 %, феноморфы №4 – 9,2–13,6 %, феноморфы №5 – 8,5–14,0 %.

В популяции колорадского жука Молдовы доминируют феноморфы №3 и 6 по рисунку переднеспинки имаго с частотой встречаемости по годам соответственно 15,0–17,8 и 38,4–40,2 % от всех особей (рис. 2, *Молдова*). Редко встречались феноморфы №7 (1,8–2,1 %) и №8 (1,8–2,3 %).

При определении фенотипической структуры белорусской и молдавской популяций колорадского жука выявлено, что представленное распределение феноморф в Беларуси характерно для северного и центрального экотипов (эколого-географических рас), в Молдове полученное соотношение феноморф характерно для юго-восточного экотипа (рис. 3).

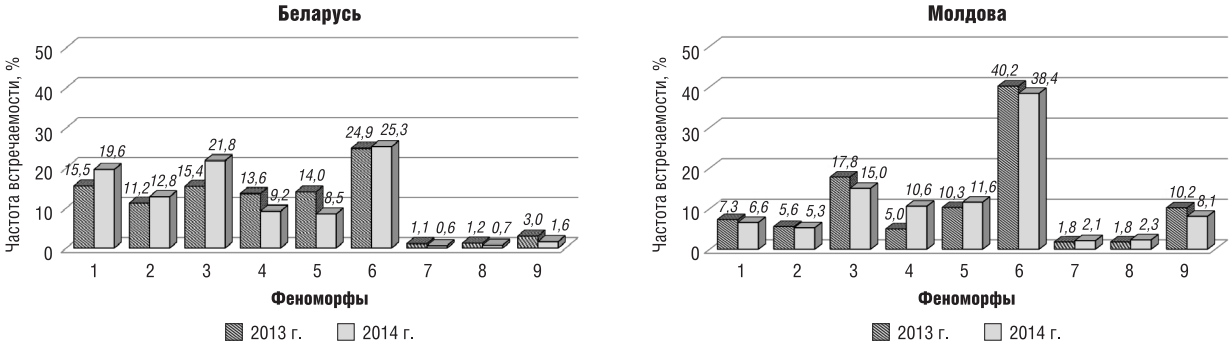


Рис. 2. Формирование фенотипической структуры популяций колорадского жука под влиянием различных климатических условий

Fig. 2. Formation of phenotypic structure of Colorado potato beetle populations under the influence of different climatic conditions

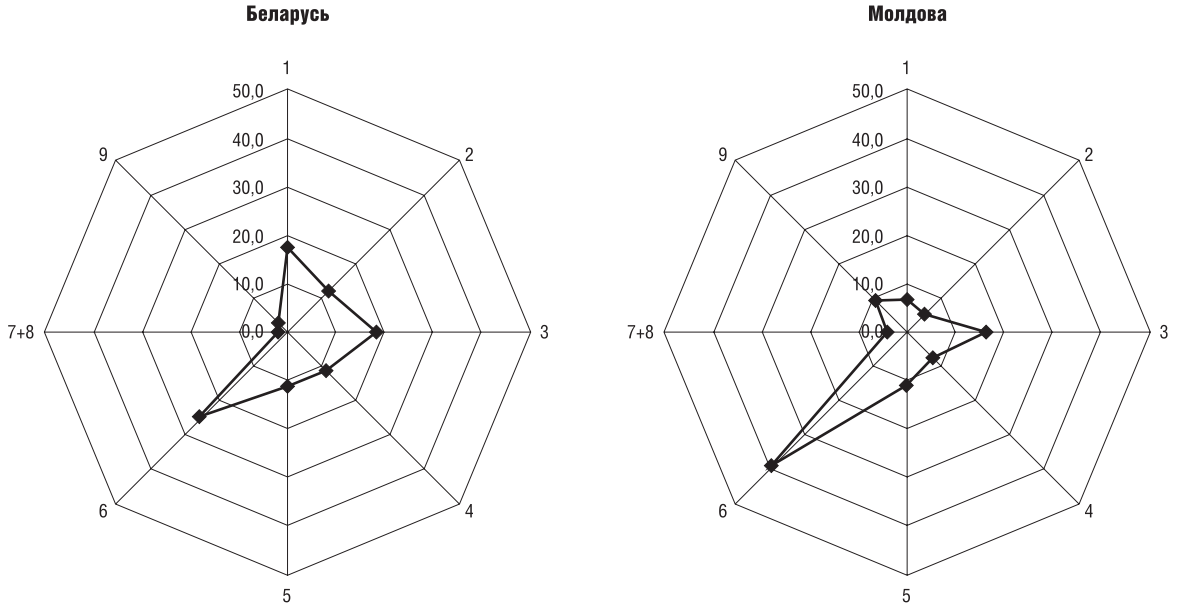


Рис. 3. Фенетическая структура популяций колорадского жука, 2013–2014 гг. Длина луча соответствует доли особей равной 50 % от общего числа особей

Fig. 3. The phenotypic structure of Colorado potato beetle populations, 2013–2014. Note – ray length equals 50 % of individuals proportion from the total individuals number

Экотипы колорадского жука различаются по эколого-физиологическим параметрам, что свидетельствует об индуцировании процессов внутривидовой дивергенции вредителя различными факторами экзогенного воздействия на его популяции.

Нами была проведена статистическая обработка экспериментальных данных с использованием двухвыборочного *F*-теста для дисперсии. Анализируя полученные данные, применяли следующие критерии: $F_{\text{факт}}$ – статистика для оценки значимости различия между дисперсиями, $F_{\text{теор}}$ (критическое одностороннее) – квантиль распределения Фишера, P ($F \leqslant f$) одностороннее – расчетный уровень значимости. При анализе учитывали равенство: если величина $F_{\text{факт}} \geqslant F_{\text{теор}}$ и $P < 0{,}05$, то между сравниваемыми дисперсиями имеются существенные различия.

Результаты статистической обработки показали, что в структуре белоруской популяции различия между частотой встречаемости феноморф №1 и 5, а также №4 и 5 статистически не достоверны, в то время как в молдавской популяции – достоверны (таблица). Частота встречаемости феноморфы №7 в Беларуси существенно отличается от частоты встречаемости всех остальных феноморф, в Молдове же – за исключением феноморфы №5. Что касается феноморфы №9, если в белорусской популяции различия достоверны с частотой встречаемости феноморф №1, 2, 3, 4 и 6, то в молдавской популяции – с частотой встречаемости феноморф №1, 2, 4, 5, 7 и 8.

Таким образом, статистическая обработка полученных результатов показала, что фенотипическая структура популяций колорадского жука в различных географических регионах существенно отличается по частоте встречаемости фенов. По нашему мнению, это связано как с биологическими особенностями колорадского жука, сложившимися климатическими, метеорологическими, экологическими условиями, так и с изменениями в ассортименте применяемых инсектицидов в защите картофеля от фитофага как одним из антропогенных стрессовых факторов.

Достоверность различий между частотами встречаемости феноморф имаго колорадского жука, 2013–2014 гг.

Фены	Феноморфы							
	2	3	4	5	6	7	8	9
Беларусь								
1	+	–	–	–	–	+	+	+
2		–	–	–	–	+	+	+
3			+	+	–	+	+	+
4				–	–	+	+	+
5					–	+	+	-
6						+	+	+
7							–	–
8								–
Молдова								
1	+	–	–	+	–	+	+	+
2		–	–	–	–	+	+	+
3			+	+	–	+	+	–
4				+	–	+	+	+
5					–	–	–	+
6						+	+	–
7							–	+
8								+

Примечание. Знак «+» – различия между фенами статистически достоверны; знак «–» – различия между фенами статистически не достоверны.

Note: "+" – differences between phenes are statistically reliable; "–" – differences between phenes are not statistically reliable.

В результате анализа ассортимента инсектицидов, применяемых в сельскохозяйственных предприятиях Беларуси в защите картофеля от колорадского жука способом опрыскивания вегетирующих растений, выявлено, что он увеличивается с каждым годом и характеризуется широким разнообразием. По состоянию на 2014 г. в Республике Беларусь для защиты картофеля от вредной энтомофауны зарегистрировано 47 наименований торговых марок химических препаратов [30]. Применяемые для контроля численности колорадского жука токсиканты относятся к 7 химическим группам: фосфорорганические инсектициды, пиретроиды, фенилпиразолы, неоникотиноиды, комбинированные препараты, антраниламиды, семикарбазоны. Согласно данным ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений», наблюдается увеличение доли использования неоникотиноидов, обладающих контактно-кишечным и системным действием, которые вытесняют пиретроиды. В центральном и южном регионах в 2013–2014 гг. неоникотиноиды применяли на площади 2,9–18,8 тыс. га, что составляло 25,8–82,4 %, в то время как пиретроидами было обработано 0,9–19,0 тыс. га, или 15,0–62,0 %

в структуре использованных препаратов. Вместе с тем, в северном регионе до 2012 г. отмечалось преимущественно стабильное опрыскивание посадок картофеля пиретроидами на площади 2,3–4,3 тыс. га (56,0–77,9 % в структуре используемых инсектицидов), однако в 2013 г. тенденция изменилась: наблюдалось резкое снижение использования препаратов из данного химического класса до 0,61 тыс. га (27,2 %). Препараты, зарегистрированные ранее, из таких химических классов, как фосфорорганические инсектициды, фенилпиразолы, во всех регионах применяли на незначительных площадях, что составляло 0,02–9,5 % в структуре используемых инсектицидов. На небольших площадях республики отмечалось использование препаратов из новых химических классов: антраниламиды, семикарбазоны, комбинированные инсектициды.

Анализ зарегистрированных инсектицидов в Молдове показал, что в защите картофеля от колорадского жука применяют препараты из 6 химических классов и препарат – регулятор роста насекомых [32]. Так, в порядке убывания препараты могут быть представлены следующим образом: более половины от общего количества зарегистрированных инсектицидов составляют неоникотиноиды – 58,8 %, пиретроиды – 20,6 %, комбинированные препараты – 8,8 %, фосфорорганические инсектициды, антраниламиды, семикарбазоны и регуляторы роста насекомых – по 2,9 %.

В связи в проблемой резистентности колорадского жука к применяемым в республиках пиретроидам был проведен фенотипический анализ популяций по долевому количеству феноморфы № 3, являющейся маркером резистентности [28].

Установлено, что и в Беларуси, и в Молдове имело место распространение как чувствительных и толерантных, так и резистентных и высокорезистентных к пиретроидам популяций колорадского жука, однако процентное соотношение их в республиках значительно отличалось (рис. 4).

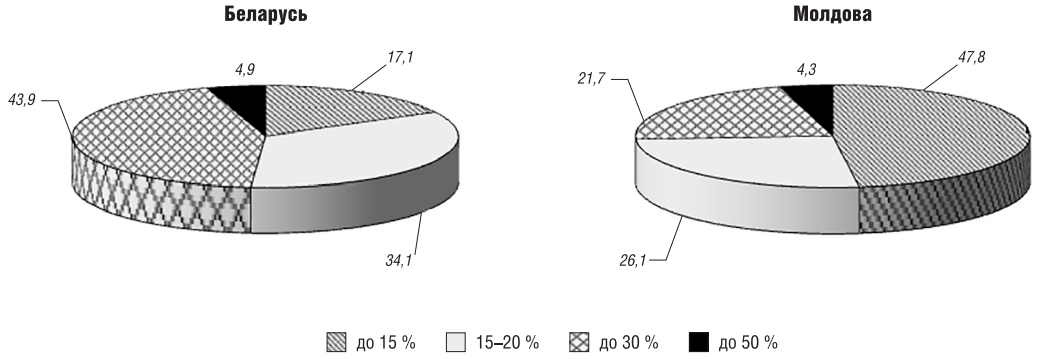


Рис. 4. Сравнительная характеристика популяций колорадского жука в Беларуси и Молдове по частоте встречаемости феноморфы № 3, среднее за 2013–2014 гг., %. Диагностические параметры устойчивости популяций колорадского жука к пиретроидам по частоте встречаемости морфы № 3: до 15 % – чувствительная популяция; до 20 % – толерантная; до 30 % – резистентная; до 50 % – высокорезистентная популяция

Fig. 4. Comparative characteristics of Colorado potato beetle populations in Belarus and Moldova by frequency of occurrence (%) phenomorph № 3 (average for 2013–2014). Diagnostic parameters of Colorado potato beetle resistance to pyrethroids by frequency of morph № 3 occurrence: up to 15 % – sensitive population; up to 20 % – tolerant; up to 30 % – resistant; up to 50 % – highly resistant

Так, если в Беларуси чувствительные популяции встречались в 17,1 % случаев, то в Молдове в 2,8 раза больше – 47,8 %. Вместе с тем, резистентные популяции в Беларуси встречались в 2 раза чаще, чем в Молдове, – на 43,9 и 21,7 % соответственно. Можно предположить, что широкое использование неоникотиноидов способствует постепенной реверсии (возврат чувствительности) к пиретроидам. Высокорезистентные популяции были обнаружены в незначительном количестве и встречались на одинаковом уровне: в Беларуси – 4,9 %, Молдове – 4,3 %.

Следует отметить, несмотря на то, что и в Беларуси, и в Молдове в последние годы в структуре применяемых инсектицидов отмечается доминирование неоникотиноидов, в агроценозах картофеля по-прежнему сохраняется присутствие устойчивых популяций колорадского жука к пиретроидам, о чем свидетельствует высокое содержание феноморфы № 3.

Заключение. Выявлена внутривидовая гетерогенность популяций колорадского жука на территории Республики Беларусь и Республики Молдова. Установлено, что фенотипическая структура популяций изменяется под влиянием экологических стрессов и зависит как от климатических

условий региона и погодных условий конкретного летнего сезона, а также варьирует в зависимости от такого антропогенного фактора, как применение химических инсектицидов.

Выявлена принадлежность белорусской популяции к северному и центральному экотипам, молдавской популяции – к юго-восточному экотипу.

В связи с различной степенью заселения посадок картофеля колорадским жуком и интенсивностью использования пиретроидов в географическом аспекте установлено варьирование частоты встречаемости феноморфы №3. Так, если в Беларуси чувствительные популяции встречались в 17,1 % случаев, то в Молдове в 2,8 раза чаще – 47,8 %. Вместе с тем резистентные популяции в Беларуси встречались в 2 раза чаще, чем в Молдове, – на 43,9 и 21,7 % соответственно. Можно предположить, что широкое использование неоникотиноидов способствует постепенной реверсии (возврату чувствительности) к пиретроидам. Высокорезистентные популяции были обнаружены в незначительном количестве и встречались на одинаковом уровне: в Беларуси – 4,9 %, Молдове – 4,3 %.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости разработки биологизированной системы защиты картофеля от колорадского жука с использованием энтомопатогенных микроорганизмов и веществ растительного происхождения, что будет препятствовать формированию резистентности колорадского жука к химическим инсектицидам.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № Б13МЛД-008.

Список использованных источников

1. *Быховец, С.Л.* Стратегия и тактика преодоления и предупреждения резистентности колорадского жука к инсектицидам / С.Л. Быховец // Сб. науч. тр. / Белорус. НИИ защиты растений. – Минск, 2000. – Вып. 25 : Защита растений. – С. 45–51.

2. *Вилкова, Н.А.* Стратегия защиты сельскохозяйственных растений от адвентивных видов насекомых-фитофагов на примере колорадского жука / Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко, С.Р. Фасулати // Вест. защиты растений. – 2005. – №3. – С. 2–15.

3. Колорадский картофельный жук, *Leptinotarsa decemlineata* Say. Филогения, морфология, физиология, экология, адаптация, естественные враги / Ин-т эволюц. морфол. и экол. животных им. А.Н. Северцова; сост.: В.Е. Соколов [и др.]; под ред. Р.С. Ушатинской. – М., 1981. – 376 с.

4. *Фасулати, С.Р.* Формирование внутривидовой структуры у насекомых в условиях агроэкосистем на примерах колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824 (*Coleoptera, Chrysomelidae*) и вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Puton, 1881 (*Heteroptera, Scutelleridae*) / С.Р. Фасулати // Наук. вісн. Ужгород. ун-ту. – Сер. Біологія. – 2010. – Вип. 29. – С. 13–27.

5. *Васютин, А.С.* Динамика распространения колорадского жука, состояние и перспективы борьбы с ним / А.С. Васютин, А.И. Сметник, Я.Б. Мордкович // Защита и карантин растений. – 2000. – №12. – С. 13–15.

6. *Рославцева, С.А.* Мониторинг резистентности колорадского жука к инсектицидам / С.А. Рославцева // Агрохимия. – 2005. – №2. – С. 61–66.

7. *Рославцева, С.А.* О резистентности колорадского жука к инсектицидам / С.А. Рославцева, И.Г. Михина // Защита и карантин растений. – 2001. – №5. – С. 27–28.

8. *Вилкова, Н.А.* Адаптивные процессы в популяциях как явления микроэволюции видов на примере колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say / Н.А. Вилкова, С.Р. Фасулати // Современное состояние проблемы резистентности вредителей к пестицидам: материалы 9-го совещания / РАСХН, ВИЗР. – СПб., 2000. – С. 16–18.

9. *Вилкова Н.А.* Индикация процессов микроэволюции и их направленность у колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (*Coleoptera, Chrysomelidae*) и вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Put. (*Heteroptera, Scutelleridae*) / Н.А. Вилкова, С.Р. Фасулати // Тез. докл. XII Съезда Рус. энтомолог. о-ва, г. Санкт-Петербург, 19–24 авг. 2002 г. – СПб., 2002. – С. 357–358.

10. *Фасулати, С.Р.* Полиморфизм и популяционная структура колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say в Европейской части СССР / С.Р. Фасулати // Экология. – 1985. – №6. – С. 50–56.

11. *Климец, Е.П.* Выявление чувствительности колорадского жука к действию инсектицидов с помощью фенов / Е.П. Климец // Фенетика природных популяций: сб. науч. тр. / Акад. наук СССР, Ин-т биологии развития им. Н.К. Кольцова ; отв. ред. А.В. Яблоков. – М., 1988. – С. 111–117.

12. *Кохманюк, Ф.С.* Изменчивость фенетической структуры популяций колорадского жука в пределах ареала / Ф.С. Кохманюк // Фенетика популяций. – М., 1982. – С. 233.

13. *Кохманюк, Ф.С.* Модель микроэволюции – колорадский жук / Ф.С. Кохманюк, Е.П. Климец // Тез. докл. III съезда БелОГиС. – Минск, 1976. – С. 103.

14. *Бречко, Е.В.* Изменчивость фенотипической структуры популяций колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) под влиянием инсектицидов / Е.В. Бречко, М.И. Жукова // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – №4. – С. 56–60.

15. *Brechko, E.* Variability of phenotypic structure of Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) populations under the anthropogenic factor influence / E. Brechko // Oltenia. Studii si comunicari. Stiintele Naturii. – 2012. – Vol. 28, N 1. – P. 101–104.

16. *Фасулати, С. Р.* Взаимосвязь внешнего и экологического полиморфизма колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) / С. Р. Фасулати // Тр. Всесоюз. энтомолог. о-ва. – Л., – 1986. – Т. 68. – С. 122–125.

17. *Бязырова, А. Т.* Фенотипические и биологические особенности популяций колорадского жука в связи с вертикальной зональностью / А. Т. Бязырова, С. Р. Фасулати // Экологич. аспекты интенсификации с.-х. пр-ва: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Т. 2. – Пенза, 2002. – С. 146–148.

18. Экологический словарь / Экологический стресс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog/7032/СТРЕСС – Дата доступа: 01.02.2015.

19. География Белоруссии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/ География_ Белоруссии. – Дата доступа: 27.10.2015.

20. География Молдавии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/ География_ Молдавии. – Дата доступа: 27.10.2015.

21. *Мельник, В. И.* / В Беларуси скоро будет климат, как в Украине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.belaruspartisan.org/life/182414/. – Дата доступа: 26.11.2014.

22. LEGEA privind dezvoltarea regională în Republica Moldova nr. 438-XVI din 28.12.2006. Monitorul Oficial nr.21–24/68 din 16.02.2007.

23. Колорадский жук: распространение, экологическая пластичность, вредоносность, методы контроля / В. А. Павлюшин [и др.] // Защита и карантин растений: прилож. – 2009. – № 3. – С. 69 (1) – 100 (32).

24. Методы мониторинга и прогноза развития вредных организмов : сб. ст. / Рос. акад. с.-х. наук, Отд-ние защиты растений ; ред.: В. А. Захаренко, И. Я. Гричанов. – М. ; СПб., 2002. – 96 с.

25. *Тимофеев-Ресовский, Н. В.* Фены, фенетика и эволюционная биология / Н. В. Тимофеев-Ресовский, А. В. Яблоков // Природа. – 1973. – № 5. – С. 40–51.

26. *Фасулати, С. Р.* Анализ структуры популяций колорадского жука и его значение для разработки зональных систем защиты картофеля / С. Р. Фасулати // Бюл. ВИЗР. – 1987. – № 63. – С. 38–43.

27. *Яблоков, А. В.* Фенетика / А. В. Яблоков. – М., 1980. – 132 с.

28. Изменение фенотипической структуры популяций колорадского жука под влиянием пиретроидов и других факторов / Т. И. Васильева [и др.]. // Химический метод защиты растений : состояние и перспектива повышения экол. безопасности: материалы междунар. науч.-практ. конф., 6–10 дек. 2004 г. / Рос. акад. с.-х. наук, Отд-ние защиты растений, Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений; редкол.: В. А. Павлюшин [и др.]. – СПб., 2004. – С. 43–45.

29. *Вронских, М. Д.* Некоторые риски сельскохозяйственного производства Молдовы и проблемы защиты растений / М. Д. Вронских // Защита растений – достижения и перспективы : материалы докл. междунар. симп., Кишинев, 19–22 окт. 2009 г. (Информ. бюлл. ВПРС МОББ № 40) / Акад. наук Молдовы, Ин-т защиты растений; редкол.: М. Батко [и др.]. – Кишинев, 2009. – С. 36–49.

30. Из-за изменения климата в Молдове сегодня можно встретить африканских бабочек и колибри [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ecocollaps.ru/zemlya/ – Дата доступа: 27.10.2015.

31. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь / Л. В. Плешко [и др.]. – Минск : ООО «Промкомплекс», 2014. – 628 с.

32. Registrul de stat al produselor de uz fitosanitar şi al fertilizanţilor. Supliment general (2014), Chişinău, 2014. – Regimul de acces: http://www.pesticide-md.com/registrul/ – Data de acces: 03.08.2015.

References

1. *Brechko, E. V.* and *Zhukova, M. I.* (2010) “The variability of phenotypic structure of populations of the Colorado potato beetle (Leptinotarsa decemlineata Say) under the influence of insecticides”, Zemlyarobstva i akhova raslin [Agriculture and plant protection], no. 4, pp. 56–60.

2. *Bykhovets, S. L.* (2000) “Strategy and tactics of overcoming and preventing resistance to the Colorado potato beetle insecticides”, Zashchita rastenii [Plant protection], no. 25, pp. 45–51.

3. *Byazyrova, A. T.* and *Fasulati, S. R.* (2002) “Phenotypic and biological characteristics of populations of the Colorado potato beetle in relation to vertical zonation”, Ekologicheskie aspekty intensifikatsii sel’skokhozyaistvennogo proizvodstva: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (12–14 marta 2002 goda), PGSKhA [Environmental aspects of the intensification of agricultural production: Proceedings of the International scientific-practical conference (12–14 March 2002), PSAA], RIO PGSKhA, Penza, RU, vol. 2, pp. 146–148.

4. *Vasyutin, A. S., Smetnik, A. I.* and *Mordkovich, Ya. B.* (2000) “Speaker spread the Colorado potato beetle, the state and prospects for the struggle against it”, Zashchita i karantin rastenii [Plant protection and quarantine], no. 12, pp. 13–15.

5. *Vilkova, N. A.* and *Fasulati, S. R.* (2000) “Adaptive processes in the population as a phenomenon of microevolution of species on the example of the Colorado potato beetle Leptinotarsa decemlineata Say”, Sovremennoe sostoyanie problemy rezistentnosti vreditelei, vozbuditelei boleznei i sornyakov k pestitsidam v Rossii i sopredel’nykh stranakh na rubezhe XXI veka: Materialy 9-go soveshchaniya, Sankt-Peterburg, 20–22 dek., 2000 [The current state of the problem of resistance of pests, pathogens and weed pesticide in Russia and neighboring countries at the turn of the XXI century: Proceedings of the 9th meeting, St. Petersburg, 20–22 December 2000], RASKhN, VIZR, St. Petersburg, RU, pp. 16–18.

6. *Vilkova, N. A.* and *Fasulati, S. R.* (2002) “Indikatsiya protsessov mikroevolyutsii i ikh napravlennost’ u koloradskogo zhuka Leptinotarsa decemlineata Say (Coleoptera, Chrysomelidae) i vrednoi cherepashki Eurygaster integriceps Put.

(Heteroptera, Scutelleridae)", XII S"ezd Russkogo entomologicheskogo obshchestva (19–24 avgusta 2002 g., g. Sankt-Peterburg): tezisy dokladov [XII Russian Entomological Society Congress (19–24 August 2002 in Saint-Petersburg): abstracts], Russkoe entomologicheskoe obshchestvo, St. Petersburg, RU, pp. 357–358.

7. *Vilkova, N.A., Sukhoruchenko, G.I.* and *Fasulati, S.R.* (2005) "Strategy for protection of crops from adventitious species of phytophagous insects on the example of the Colorado potato beetle", Vestnik zashchity rastenii [Plant Protection Bulletin], no. 3, pp. 2–15.

8. *Vronskikh, M.D.* (2009) "Some of the risks of agricultural production Moldova and plant protection problems", Zashchita rastenii – dostizheniya i perspektivy: materialy dokladov mezhdunarodnogo simpoziuma, Kishinev, 19–22 oktyabrya 2009 g. [Plant protection – achievements and prospects: Proceedings of the International Symposium, Chisinau, 19–22 October 2009], Chisinau, MD, pp. 36–49.

9. "Geography of Belarus", Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F_%D0%91%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D1%83%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8, (accessed 27.10.2015)

10. "Geography of Moldova", Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F_%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%B8, (accessed 27.10.2015)

11. *Pleshko, L.V., Gololob, T.I., Pesterev, S.A., Khvalei, O.A.* and *Boyarchuk, V.E.* (2014) Gosudarstvennyi reestr sredstv zashchity rastenii (pestitsidov) i udobrenii, razreshennykh k primeneniyu na territorii Respubliki Belarus' [The State Register of plant protection products (pesticides) and fertilizers permitted for use on the territory of the Republic of Belarus], Promkompleks, Minsk, BY

12. (2011) "Due to climate change in Moldova today can meet African butterflies and hummingbirds", Available at: http://oko-planet.su/pogoda/listpogoda/78477-iz-za-izmeneniya-klimata-v-moldove-segodnya-mozhno-vstretit-afrikanskih-babochek-i-kolibri.html, (accessed 27.10.2015)

13. *Vasil'eva, T.I., Ivanova, G.P., Sukhoruchenko, G.I., Ivanov, S.G.* and *Shevchenko, N.M.* (2004) "Changing of phenotypic structure of populations of the Colorado potato beetle under the influence of pyrethroids and other factors", in Pavlyushin, V.A. (ed.) Khimicheskii metod zashchity rastenii : sostoyanie i perspektiva povysheniya ekologicheskoi bezopasnosti : materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, 6–10 dekabrya 2004 g. [The chemical method of plant protection: state and prospect of increase of ecological safety: materials of the international scientific-practical conference, December 6–10, 2004], Innovatsionnyi tsentr zashchity rastenii, St. Petersburg, RU, pp. 43–45.

14. *Klimets, E.P.* (1988) "Detection sensitivity of the Colorado potato beetle to the action of insecticides using fen", Fenetika prirodnykh populyatsii : Sbornik nauchnykh trudov [Phenetics natural populations: Proceedings], Nauka, Moscow, RU, pp. 111–117.

15. *Pavlyushin, V.A., Sukhoruchenko, G.I., Fasulati, S.R.* and *Vilkova, N.A.* (2009) "Colorado potato beetle: distribution, ecological plasticity, harmfulness, control methods", Zashchita i karantin rastenii [Plant protection and quarantine], no. 3, pp. 69–100.

16. *Ushatinskaya R.S., Ivanchik E.P., Izhevskii S.S.* (1981) Koloradskii kartofel'nyi zhuk, Leptinotarsa decemlineata. Solorado potato beetle, Leptinotarsa decemlineata: Filogeniya, morfologiya, fiziologiya, ekologiya, adaptatsiya, estestvennye vragi [Colorado potato beetle, Leptinotarsa decemlineata. Colorado area potato beetle, Leptinotarsa decemlineata: Phylogeny, morphology, physiology, ecology, adaptation, natural enemies], Nauka, Moscow, RU

17. *Kokhmanyuk, F.S.* (1982) "The variability of the genetic structure of the Colorado potato beetle populations within the range", Fenetika populyatsii : [materialy 2-go vsesoyuznogo soveshchaniya, Moskva, 1979 g.] [Phenetics populations: [Materials of the 2nd All-Union Conference, Moscow, 1979]], Nauka, Moscow, RU, p. 233.

18. *Kokhmanyuk, F.S.* (1976) "Microevolution model – Colorado potato beetle", Tezisy dokladov III c'ezda Belorusskogo obshchestva genetikov i selektsionerov, (22–24 iyunya 1976 g., g. Gorki) [Abstracts of the III congress of the Belarusian Society of Geneticists and Breeders, (June 22–24, 1976, Gorki)], [AN BSSR], Minsk, BY, p.103.

19. *Mel'nik, V.I.* (2011) "Belarus will soon be a climate in Ukraine", Available at: http://www.kp.by/daily/25689/892943/, (accessed 26.11.2014)

20. *Zakharenko, V.A.* and *Grichanov, I.Ya.* (ed.) (2002) Metody monitoringa i prognoza razvitiya vrednykh organizmov : sbornik statei [Methods of monitoring and prognosis of harmful organisms: a collection of articles], RASKhN, St. Petersburg, RU

21. *Roslavtseva, S.A.* (2005) "Monitoring of the Colorado potato beetle resistance to insecticides", Agrokhimiya [Agrochemistry], no. 2, pp. 61–66.

22. *Roslavtseva, S.A.* and *Mikhina, I.G.* (2001) "About the Colorado potato beetle resistance to insecticides", Zashchita i karantin rastenii [Plant protection and quarantine], no. 5, pp. 27–28.

23. *Timofeev-Resovskii, N.V.* and *Yablokov, A.V.* (1973) "Hair dryers, genetics and evolutionary biology", Priroda [Nature], no. 5, pp. 40–51.

24. *Fasulati, S.R.* (1987) "Analysis of the Colorado potato beetle population structure and its significance for the development of zonal potato protection systems", Byulleten' Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rastenii [Bulletin of the National Research Institute of Plant Protection], no. 63, pp. 38–43.

25. *Fasulati, S.R.* (1986) "The relationship of external and environmental polymorphism of the Colorado potato beetle (Leptinotarsa decemlineata Say)", Trudy Vsesoyuznogo entomologicheskogo obshchestva [Proceedings of the All-Union Entomological Society], vol. 68, pp. 122–125.

26. *Fasulati, S.R.* (1985) "Polymorphism and population structure of the Colorado potato beetle Leptinotarsa decemlineata Say in the European part of the USSR", Ekologiya [Ecology], no. 6, pp. 50–56.

27. *Fasulati, S.R.* (2010) "Formation of intraspecific structure of insects in terms of agro-ecosystems by way of example the Colorado potato beetle Leptinotarsa decemlineata Say, 1824 (Coleoptera, Chrysomelidae) and harmful bugs Eurygaster

integriceps Puton, 1881 (Heteroptera, Scutelleridae)", Naukovii visnik Uzhgorods'kogo universitetu. Seriya Biologiya [Scientific Bulletin of the Uzhgorod University. Series Biology], vol. 29, pp. 13–27.

28. "Environmental Stress", Available at: http://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog/7032/%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%95%D0%A1%D0%A1, (accessed 01.02.2015)

29. *Yablokov, A. V.* (1980) Fenetika [Phenetics], Nauka, Moscow, RU

30. *Brechko, E.* (2012) "Variability of phenotypic structure of Colorado beetle (Leptinotarsa decemlineata Say) populations under the anthropogenic factor influence", Oltenia. Studii si comunicari. Stiintele Naturii, vol. 28, no. 1, pp. 101–104.

31. (2007) "LEGEA privind dezvoltarea regională în Republica Moldova nr. 438-XVI din 28.12.2006", Monitorul Oficial nr.21-24/68 din 16.02.2007

32. (2014) "Registrul de stat al produselor de uz fitosanitar şi al fertilizanţilor. Supliment general (2014), Chişinău, 2014", Available at: http://www.pesticide-md.com/registrul/, (accessed 03.08.2015)

Информация об авторах

Бречко Елена Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защиты овощных культур и картофеля, Институт защиты растений (ул. Мира, 2, 223001, Прилуки, Минский район, Минская область, Беларусь). E-mail: brechkoelena@tut.by

Елисовецкая Дина Степановна – доктор биологических наук, старший научный сотрудник ведущий научный сотрудник лаборатории «Интегрированная защита растений», Институт генетики, физиологии и защиты растений АНМ (ул. Пэдурий, 20, MD 2002, Кишинев, Молдова). E-mail: dina.elis.s@gmail.com

Настас Тудор Николаевич – доктор хабилитат (биолог.), старший научный сотрудник, зав. лаб. фитофармации и экотоксикологии, Институт генетики, физиологии и защиты растений АНМ (ул. Пэдурий, 20, MD 2002, Кишинев, Молдова). E-mail: tudor_nastas@mail.com

Войтка Дмитрий Владимирович – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией микробиологического метода защиты растений от вредителей и болезней, Институт защиты растений (ул. Мира, 2, 223001, Прилуки, Минский район, Минская область, Беларусь). E-mail: d.voitka@tut.by

Янковская Елена Николаевна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологического метода защиты растений от вредителей и болезней, Институт защиты растений (ул. Мира, 2, 223001, Прилуки, Минский район, Минская область, Беларусь). E-mail: helena_yan@yandex.ru

Information about the authors

Brechka Alena V. – Doctor of Philosophy (Agriculture), Institute of Plant Protection (Priluki, Belarus). E-mail: brechkoelena@tut.by

Elisovetskaya Dean S. – Doctor of Biological Science, Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection ASM (Chisinau, Moldova). E-mail: dina.elis.s@gmail.com

Nastas Tudor N. – Doctor habilitat (Biology), Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection ASM (Chisinau, Moldova). E-mail: tudor_nastas@mail.com

Voitka Dmitry V. – Doctor of Philosophy (Biological), Institute of Plant Protection (Priluki, Belarus). E-mail: d.voitka@tut.by

Yankouskaya Alena N. – Doctor of Philosophy (Biological), Institute of Plant Protection (Priluki, Belarus). E-mail: helena_yan@yandex.ru

Для цитирования

Формирование фенотипической структуры популяций колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) в условиях экологических стрессов / Е. В. Бречко [и др.] // Вес. Нац. акад. навук. Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2016. – № 4. – С. 79–89.

For citation

Brechko E. V., Elisovetskaya D. S., Nastas T. N., Voitko D. V., Yankovskaya E. N. Formation of phenotypic structure of populations of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) under environmental stresses. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series,* 2016, no 4, pp. 79–89.

ISSN 1817-7204 (print.)

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА

ANIMAL HUSBANDRY AND VETERENARY MEDICINE

УДК 636.08.03(476)

Поступила в редакцию 27.06.2016
Received 27.06.2016

Н. А. Попков, И. П. Шейко

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

ЭФФЕКТИВНОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО – СТРАТЕГИЯ АГРАРНОЙ ПОЛИТИКИ БЕЛАРУСИ

Животноводство – важнейшая отрасль сельского хозяйства и основной источник финансовых средств для развития производственной и социальной базы агропромышленного комплекса страны, которая обеспечивает продовольственную безопасность. Перед животноводством стоит несколько приоритетных задач. Первая - иметь конкурентоспособные породы сельскохозяйственных животных и птицы, вторая – внедрить эффективные технологии содержания, кормления и воспроизводства животных, третья – обеспечить биологическую безопасность отрасли. Осуществляемые в течение последних лет мероприятия по повышению эффективности ведения отраслей животноводства позволили обеспечить производство в 2015 г. всеми категориями хозяйств более 7,45 млн т молока, 1662 тыс. т мяса скота и птицы (в живом весе). В расчете на душу населения в целом по республике произведено 730 кг молока и 120 кг мяса. По этим показателям, а также по производству высокоценного пищевого белка животного происхождения (90–100 г на человека в сутки) Беларусь входит в число самых передовых стран, таких как Канада, США и др. Эти объемы производства животноводческой продукции обеспечивают внутренние потребности республики и экспортный потенциал. Более 56 % произведенного в стране молока и около 30 % мяса поставляется на внешний рынок. По мнению экспертов, около 60–65 % молочной продукции и 45 % мяса, производимых в стране, в ближайшем будущем будут отправляться на экспорт. В статье анализируется современное состояние, основные результаты, приоритетные направления развития и проблемы сдерживания повышения продуктивных качеств животных Беларуси. Приводятся пути повышения конкурентоспособности отрасли, а также темпы прироста производства продукции животноводства на перспективу.

Ключевые слова: молочное и мясное животноводство, племенное дело, селекция, свиноводство, породы.

N. A. Popkov, I. P. Sheyko

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

EFFICIENT LIVESTOCK BREEDING – STRATEGY FOR AGRARIAN POLICY IN BELARUS

Livestock breeding – is the most important branch of agriculture and the main source of funds for development of industrial and social base of agro-industrial complex of the country, which ensures food security. The animal husbandry is facing few priority tasks. The first – to have a competitive breeds of farm animals and poultry, the second – to implement efficient technologies for management, feeding and reproduction of animals, and the third – to ensure the biological safety of the branch. Measures in the resent years aimed at increase of efficiency of animal breeding branches provided more than 7.45 million tons of milk, 1662 thousand tons of meat of livestock and poultry (body weight) for production in 2015 from all the categories of farms. In the whole in the country 730 kg of milk and 120 kg of meat was produced, calculated per capita. According to these indicators, as well as according to the amount of high-value food protein of animal origin produced (90–100 g per person a day) Belarus is among the most advanced countries along with Canada, the US and other. These volumes of livestock production ensure domestic requirements and export potential of the republic. More than 56 % of milk and 30 % of meat produced in the country is exported to external market. According to experts opinion, about 60–65 % of dairy products and 45 % of meat produced in the country will be exported in the near future. The article analyzes the modern state, main re-

© Попков Н. А., Шейко И. П., 2016

sults, priorities and problems of containment of increase of productive traits of farm animals in Belarus. Ways to improve the competitiveness of the industry, as well as rates of livestock production growth in the future are presented.

Keywords: milk and meat livestock breeding, pedigree work, selection, pig breeding, breeds.

Мир вступил в XXI в. со множеством нерешенных проблем, среди которых продовольственная остается наиболее важной, острой и насущной. Отсюда основная задача животноводства – устранение дефицита продуктов питания путем интенсификации животноводства. Изучение состояния животноводства, играющего решающую роль в продовольственном обеспечении населения, приобретает особую значимость. Во многих странах существует продовольственный дефицит. По данным Всемирной организации продовольствия (ФАО), модель потребления пищи для развитых стран в коэффициентном соотношении составляет в среднем 800 кг зерна на человека в год (100–150 кг в виде хлеба, круп и т. д. и 650–700 кг в переводе на мясо, яйцо, молоко и пр.); для самых бедных – 200 кг на человека в год (в виде хлеба).

Значительные различия в производстве высокоценного пищевого белка животного происхождения в отдельных странах существенно разнятся. В России производится немногим более 40 г животного белка на человека в сутки, в Германии, Франции, Испании – 70–80, в Беларуси, Канаде, США – 90–100, в Австралии – 140, а в Новой Зеландии – более 500 г [1–4].

Проблема обеспечения населения разнообразными высококачественными и полноценными продуктами питания является интернациональной. Еще в 70-е гг. XX века на специальном заседании ФАО/ВОЗ ведущие эксперты мира сформулировали десять глобальных задач, которые человечеству предстоит решить в ближайшей перспективе. Одна из важнейших – проблема дефицита продуктов питания. Согласно научно обоснованным нормам, ежегодное потребление молока и молочных продуктов должно составлять 320–350 кг, мясных продуктов – не менее 85 кг на душу населения. Как свидетельствует практика развитых стран, интенсивное развитие отраслей животноводства позволяет в значительной мере выполнить поставленные задачи.

Для Беларуси высокоразвитое животноводство является основой обеспечения продовольственной безопасности страны, так как в этой отрасли производится более 63 % стоимости валовой продукции сельского хозяйства и от ее эффективной работы во многом зависит экономическое благополучие большинства сельскохозяйственных организаций республики.

Осуществляемые в течение последних лет мероприятия по выполнению Государственной программы возрождения и развития села на 2010–2015 годы и на период до 2020 года позволили обеспечить производство в 2015 г. всеми категориями хозяйств более 7,45 млн т молока, 1662 тыс. т мяса скота и птицы (в живом весе). В расчете на душу населения в целом по республике произведено 730 кг молока и 120 кг мяса. По этим показателям, а также по производству высокоценного пищевого белка животного происхождения (90–100 г на человека в сутки) Беларусь входит в число самых передовых стран, таких как Канада, США и др. Эти объемы производства животноводческой продукции обеспечивают внутренние потребности республики и экспортный потенциал. Как свидетельствует анализ, в последние 5–7 лет более 56 % произведенного в стране молока и около 30 % мяса поставляется на внешний рынок. По мнению экспертов, около 60–65 % молочной продукции и 45 % мяса, производимых в стране, в ближайшем будущем будет отправляться на экспорт [2, 5, 6].

От эффективной работы отрасли животноводства во многом зависит не только, продовольственная безопасность страны, но и экономическое состояние большинства сельскохозяйственных организаций республики. Перед животноводством стоит несколько приоритетных задач. Первая – иметь конкурентоспособные породы сельскохозяйственных животных и птицы, вторая – внедрить эффективные технологии содержания, кормления и воспроизводства животных, третья – обеспечить биологическую безопасность отрасли.

Для их успешной реализации животные должны быть высокопродуктивными, крепкими и соответствовать жестким технологическим требованиям, отличаться хорошей адаптационной способностью и устойчивостью к заболеваниям. Дальнейшая интенсификация животноводства республики и его конкурентоспособность во многом зависят от его обеспеченности не только достаточным количеством энергетических, белковых, минеральных, витаминных кормов, но и целым рядом биологически активных веществ, способствующих максимальному проявлению

генетически заложенной продуктивности животных, поддержанию высокой их жизнеспособности и производству высококачественной конкурентоспособной продукции (подкислители, ферменты, сорбенты, пробиотики, пребиотики, витамины, микроэлементы, аминокислоты, антиоксиданты и др.).

Племенное дело. Развитие племенного дела в животноводстве на основе биотехнологических приемов и методов, улучшение кормовой базы и создание прогрессивных технологий содержания является определяющим фактором в качественном преобразовании всего животноводства республики его конкурентоспособности.

В настоящее время племенные животные в стране располагают достаточно высоким генетическим потенциалом: удой на корову находится на уровне 8,5–9,5 тыс. кг молока за лактацию, среднесуточный прирост бычков на откорме – 1350–1500 г, свиней-гибридов – 850–950 г, что позволяет производить конкурентоспособную продукцию. Следует отметить, что только за последние 5 лет генетический потенциал в молочном скотоводстве возрос на 1–1,5 тыс. кг молока за лактацию. Это стало возможным благодаря использованию современных технологий, в том числе ДНК-маркеров.

Реализация селекционных проектов в рамках республиканских комплексных программ позволила завершить работу по выведению новых конкурентоспособных пород и типов сельскохозяйственных животных белорусской черно-пестрой породы, белорусской мясной породы свиней, крупного рогатого скота, белорусской упряжной породы лошадей, белорусской крупной белой породы свиней, ряда заводских типов [6, 7].

Новые селекционные достижения в животноводстве (породы, типы, линии) являются не только средством производства высококачественной продукции животноводства, но и достоянием отрасли. Подтверждение этого – животные белорусской мясной породы свиней, дважды вошедшие в Государственный реестр научных разработок и составляющие национальное достояние республики.

Уровень и темпы селекционно-племенной работы на ближайшую перспективу определены Республиканской комплексной программой по племенному делу в животноводстве до 2020 года, в которой предусмотрена система мер по улучшению племенных и продуктивных качеств разводимых и выведению новых заводских пород, типов, линий и кроссов, разработка и внедрение новых методик оценки племенных качеств животных, распространение высокого потенциала на товарное животноводство республики.

Главная цель селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве на нынешнюю и последующую пятилетку заключается в дальнейшем повышении генетического потенциала молочного скота белорусской черно-пестрой породы до уровня 10–11 тыс., кг молока с содержанием жира 3,6–3,9 % и белка 3,2–3,4 % и более. Решение этой задачи уже осуществляется в республике за счет формирования в активной части популяции белорусской черно-пестрой породы (племенного массива примерно 700 тыс. коров) с долей кровности более чем 50 % по голштино-фризской породе. К 2020 г. в Беларуси планируется создать новую белорусскую породу в молочном скотоводстве «Белголштин» с генетическим потенциалом 12–15 тыс. кг и более молока за лактацию [6–9].

Более полная реализация продуктивности будет осуществляться за счет использования выдающихся быков-производителей голштинской породы мирового уровня, а также на основе интенсивного выращивания ремонтного молодняка и полноценного кормления животных на всех этапах производственного процесса. Для достижения цели необходимо иметь живую массу полновозрастных коров на уровне 700 кг.

В настоящее время средняя живая масса коров по племзаводам находится на уровне 530–600 кг, а в товарных хозяйствах – 480–500 кг. Для высокопродуктивной коровы такой массы тела недостаточно.

Важнейшим звеном племенной работы является создание высокопродуктивных селекционных стад – источника получения матерей быков. Численность коров в них должна быть доведена к 2020 г. до уровня 10 000 гол. и более. Относительная величина селекционного индекса по

комплексу признаков не ниже 120 %. На всех «быкопроизводящих» коров должен быть заведен генетический паспорт, который выполняется специализированной лабораторией генэкспертизы.

Для получения высокопродуктивного специализированного в молочном направлении скота племенным заводам и сельскохозяйственным организациям, работающим по республиканской программе, необходимо обеспечить ежегодную реализацию на элеверы ремонтных бычков новых генераций в количестве не менее 850–1000 гол., для получения 170 быков-производителей с оценкой племенной ценности более 120 ед. комплексного племенного индекса.

В современных условиях максимальный селекционный прогресс достигается при использовании в племенной работе принципов крупномасштабной селекции, базирующихся на разработке и реализации оптимизированной селекционной программы, обеспечивающей максимальный генетико-экономический эффект на основе популяционной генетики.

В настоящее время племенным хозяйствам необходимо переходить на международную систему оценки племенной ценности быков-производителей и матерей будущих быков на основе геномного анализа с использованием современных, международнопризнанных методов по генетическим параметрам.

Следует проводить отбор быков-лидеров (индекс племенной ценности не ниже 120 ед. по качеству потомства и 130 ед. по геномному анализу) белорусской селекции и завоз по импорту лучшего селекционного материала для получения новых генераций племенных быков при целенаправленном подборе их к отобранным матерям быков [8–11].

Также нужно постоянно совершенствовать систему оценки основных селекционируемых признаков с учетом изменения их экономической значимости: удой, белок, жир, экстерьерные признаки, воспроизводство, здоровье вымени [10–12].

В настоящее время ученые Научно-практического центра НАН Беларуси по животноводству» освоили новую методику племенной ценности скота, ДНК-технологии и ряд биотехнологических приемов и методов, позволяющих в 1,5–2 раза ускорить темпы селекции.

Следует отметить, что в селекционном плане как в скотоводстве, так и в свиноводстве в Беларуси работа идет на достаточно высоком уровне. Уже более 10 лет подавляющее большинство хозяйств республики используют генетический материал самого высокого качества и класса. В лучших предприятиях республики достигнуты показатели продуктивности мирового уровня. Например, в ведущих странах ЕС (Германии, Англии, Франции, Голландии и др.) генетический потенциал по удою на корову находится на уровне 11–12 тыс. кг молока за лактацию при фактическом удое 9,0–10,0 тыс. кг молока. Реализация генетического составляет в этих странах 80 % и более. В Беларуси генетический потенциал в молочном скотоводстве реализуется только на 50–55 %. Генетический потенциал молодняка КРС и свиней на откорме в странах ЕС реализуется на 73–76 %, в Республике Беларусь – на 45–60 %. Такое положение сохраняется уже достаточно продолжительное время.

Кормление животных. Главный сдерживающий фактор интенсификации животноводства – неудовлетворительное качество кормов, низкая концентрация продуктивной энергии в сухом веществе. До последнего времени делался акцент на поддерживающийся корм, а не на продуктивный. Следует отметить, что с повышением генетического потенциала животных проблема совершенствования системы кормления становится все более актуальной.

В молочном скотоводстве высокопродуктивная корова должна иметь высокий генетический потенциал продуктивности, но одного этого недостаточно. Животное с суточным удоем 32 кг и более молока по сравнению с коровой, дающей 10 кг, должна потребить с кормами в 2 раза больше обменной энергии и в 1,7 раза больше сухого вещества. В этой связи у высокопродуктивной коровы объем желудочно-кишечного тракта, в том числе и рубца, должен быть намного больше, чем у низкопродуктивной, иначе она просто не сможет съесть то количество корма, которое ей необходимо. Это предполагает специальную технологию направленного выращивания телок и нетелей, способных потреблять большое количество кормов (табл. 1).

Таблица 1. **Предлагаемый уровень выращивания ремонтных телок**

Возраст, мес.	Среднесуточный прирост, г	Высота в холке, см	Живая масса, кг
До 2 мес.	700	80	77
4 мес.	800	90	125
6 мес.	900	95	179
8 мес.	900	102	233
10 мес.	900	108	287
12 мес.	800	114	335
14 мес.	650	119	374
16 мес.	700	122	416
18 мес.	650	125	455
20 мес.	650	128	494
22 мес.	650	130	525
24 мес.	700	133	571

Телки, выращиваемые на объемистых кормах и имеющие физиологические обоснованные среднесуточные приросты, рост и живую массу по периодам развития, впоследствии способны ежедневно потреблять их в большем количестве. Обязательное условие при выращивании ремонтных телок – это качество объемистых кормов, которое должно быть не ниже 1-го класса [13–15].

Нивелировать недостатки качества кормов с помощью балансирования рационов возможно только на 20–25 %, уменьшив какой-то некачественный корм и изменив структуру рационов. Например, если заготовлено кормов первого класса 65 ц к. ед. на 1 корову в год, то это обеспечивает уровень продуктивности 7,0–7,5 тыс. молока за лактацию. При таком же объеме кормов, но разной классности (первого – 30 %, второго – 70 %) получить продуктивность коров свыше 6000 кг практически невозможно (табл. 2).

Таблица 2. **Зависимость продуктивности от качества кормов (суточный удой 30 кг)**

Показатель	Класс объёмистых кормов		
	1-й	2-й	3-й
Обменная энергия, МДж	244	208	195
Сырой протеин, г	3880	3510	3360
Необходимо дополнительно, кг:			
шрота	–	1,0	1,5
жира	–	0,50	0,75

Кроме того, в таких стадах у животных будут проблемы со здоровьем, так как при низком качестве объемистых кормов используется много концентратов, что приводит к ацидозам, кетозам, жировому перерождению печени, гинекологическим заболеваниям, заболеваниям конечностей и др., что в конечном итоге снижает молочную продуктивность, приводит к большому выбытию животных из стада и снижению рентабельности молочного животноводства [16].

Например, если в хозяйстве при удое 6000 кг молока на корову в год затраты составляют больше 1 кормовой единицы на 1 кг молока, то сразу можно говорить о недостатках качества кормов и несбалансированности рационов [14]. Примером правильного кормления высокопродуктивных коров могут служить рационы, используемые в США (табл. 3).

В США обязательно используется в рационах люцерновое или бобовое сено, сенаж или провяленный силос, причем в провяленном силосе содержание сухого вещества составляет не менее 40 %. У нас, как правило, в сенажах имеется не более 30–35 % сухого вещества, который мы считаем высокого качества. В сенажах и провяленных силосах за рубежом концентрация сырого протеина в сухом веществе составляет 16–18 %, у нас – 11–12 %.

Сравнивая отечественные рационы с рекомендуемыми на Западе, видно, что там уделяется особое внимание высокому качеству объемистых кормов, в связи с этим они используют не бо-

Таблица 3. **Рационы для коров в основной цикл лактации (США)**

Показатель	Удой, кг, содержание жира 4 %		
	35	45	55
Сухое вещество корма, кг	24,5	28,1	31,7
Коэффициент обменной энергии, МДж	10,8	11,3	11,7
Сырой протеин/сухое вещество, %	16,0	16,8	17,5
Силос из бобовых	9,0	10,5	12,0
Силос кукурузный	20	23	26
Кукуруза плющеная	12,5	14,7	16,5
Соевый шрот, 48 %	3,3	3,7	4,2
Топленый жир	0,68	0,78	0,88
Рыбная мука	0,4	0,47	0,53
Минерально-витаминная смесь	0,5	0,6	0,7

лее 50 % концентратов в сухом веществе рационов. Чтобы довести наши рационы по питательности до уровня американских и западно-европейских и добиться таких величин коэффициентов обменной энергии в сухом веществе рационов, нужно включать 60 % концентратов и более. Однако при таком кормлении с высоким содержанием концентратов неизбежно происходит нарушение обмена веществ у коров, падение продуктивности и повышенный коэффициент выбытия коров из стада. В таких случаях кардинально изменить ситуацию невозможно из-за нарушений, которые были сделаны еще при заготовке кормов. Провалы при заготовке кормов нельзя компенсировать даже различными добавками для нормализации обмена веществ, поскольку кормовой дисбаланс является постоянно действующим фактором.

Свиноводство. В наносящее время в Республике Беларусь осуществляется ряд мер по переходу на новую систему племенной работы в свиноводстве. Несмотря на все успехи, достигнутые в производстве свинины, и преимущества крупнотоварного свиноводства, в отрасли назрел ряд проблем, требующих немедленного эффективного их решения.

В республике имеется 105 крупных промышленных комплексов по производству свинины, на которых содержится более 90 % животных, выращиваемых в сельскохозяйственных организациях республики, и производится 95 % свинины. Однако среднесуточные приросты на выращивании и откорме в ряде комплексов остаются низкими – 550–600 г, затраты корма на 1 кг прироста высокие – до 4,0 кг, выход мяса в туше – 59–60 %, что ниже среднемировых показателей на 15–20 %, в результате около четверти производимой свинины не конкурентно на внешнем и внутреннем рынках. Вышеперечисленное обусловило необходимость создания новой системы селекционно-племенной работы и норм кормления, включающей строительство высокотехнологичных племенных ферм и репродукторов и получение на них высокопродуктивных животных, приспособленных к условиям крупнотоварного промышленного производства [17–21].

Целями создания новой системы являются:

1) повышение эффективности производства свинины на основе создания современных систем селекции, кормления и содержания животных;

2) увеличение производства свинины в Республике Беларусь до 550–600 тыс. т и более;

3) получение конкурентоспособного высокопродуктивного многопородного белорусского гибрида «Белгибрид» с продуктивностью: среднесуточный прирост от рождения до 100 кг – 600 г, в том числе на откорме – 900 г, затраты корма на 1 кг прироста – 2,9 кг, толщина шпика – 14–16 мм, мясность туши –63–65 %.

При внедрении в производство разработанной учеными Научно-практического центра НАН Беларуси по животноводству системы племенной работы в свиноводстве предусматривается, что племзаводы первого порядка (нуклеусы) предназначаются для производства чистопородных элитных хряков и свинок с целью комплектования областных станций искусственного осеменения свиней, а также дальнейшего тиражирования племсвинок в племрепродукторах; получения родительских двухпородных свинок (F1) на селекционно-гибридных центрах и племенных фермах крупных промышленных комплексов, работающих по селекционным программам с целью

поставки их на товарные комплексы для производства гибридного молодняка и последующего его откорма.

Предлагаемые мероприятия позволят получать гибридный молодняк свиней, достигающий живой массы 100 кг в 160–170-дневном возрасте, существенно (на 5–6 %) повысить содержание мяса в тушах и тем самым достичь требований Европейских стандартов по мясности туш (63–65 %) [22–26].

Однако следует отметить, что в нынешних условиях, когда изменяются формы хозяйствования, и без того невысокая степень интенсивности основных отраслей животноводства в республике развивается довольно медленными темпами. В целом по стране за последние 5–7 лет среднесуточный прирост крупного рогатого скота и свиней составил не более 550–620 г, или 40–50 % генетического потенциала продуктивности. Средний годовой удой на корову не превышает 5000 кг, что составляет 60 % от генетического потенциала продуктивности и, к сожалению, это длится уже годами. При таких показателях отрасль не может быть эффективной и конкурентоспособной. Учеными разработаны технологии выращивания и откорма всех видов животных, обеспечивающие среднесуточный прирост живой массы 1200–1500 г у крупного рогатого скота и 800–900 г у свиней. Только при таких приростах мы сможем конкурировать на рынке продуктов животноводства. Для достижения этих показателей не требуется дополнительных фундаментальных и прикладных исследований, нужно активно внедрять имеющиеся наработки.

Дальнейшее наращивание объемов производства продукции животноводства и повышение качественных характеристик возможно только на основе передовых ресурсосберегающих технологий и оптимизации ресурсного обеспечения отрасли.

Учеными разработаны технологии выращивания и откорма всех видов животных, обеспечивающие среднесуточный прирост живой массы 1200–1500 г у крупного рогатого скота и 800–900 г у свиней. Только при таких приростах мы сможем конкурировать на рынке продуктов животноводства. Для достижения этих показателей не требуется дополнительных фундаментальных и прикладных исследований, нужно активно внедрять имеющиеся наработки.

В этих целях необходимо довести удельный вес производства товарной продукции животноводства до 70 % от общей стоимости реализованной продукции сельского хозяйства. При этом рекомендуем следующие темпы прироста производства продукции животноводства к достигнутому уровню (2015 г.): молока – 36 %, мяса – 25 %, в том числе свинины – 50, говядины – 10, птицы – 17 % (табл. 4).

Таблица 4. **Объемы производства продукции животноводства в общественном секторе**

Показатель	2015 г.	2020 г.
Молоко, млн т	6,6	8,0–9,0
Мясо, тыс т	1600	1900–2000
В т. ч. свинина	400	600
птица	600	650
говядина	600	700
Яйцо, млрд шт.	2,9	3,0

Для производства указанных объемов животноводческой продукции требуется 20 млн т кормовых единиц, в том числе 9 млн т комбикорма, для выработки которого необходимо не менее 6,5 млн т фуражного зерна.

Необходима разработка специальной комплексной программы дальнейшего развития комбикормовой промышленности, отвечающей современным технологическим требованиям и обеспечивающей потребности животноводства республики в соответствии с планируемыми объемами производства.

Заключение. Определение параметров развития отраслей животноводства позволит прогнозировать наличие поголовья и продуктивность животных. При конструировании структуры животноводства надо исходить из возможностей кормовой базы. Главная задача – определить оптимальное соотношение жвачных и моногастричных животных, основу рациона которых со-

ставляет зерно. Это одна из актуальнейших проблем науки и практики. Логическим продолжением является создание региональных систем животноводства, в полной мере отвечающих конкретным возможностям растениеводства. Но в любом регионе объемы животноводства должны планироваться только с учетом полного обеспечения питательными веществами, в особенности белком, исходя из разработанных наукой норм, рассчитанных на наиболее полную реализацию уже созданного генетического потенциала продуктивности. Все это потребует дополнительных усилий и затрат. Но эти затраты во много раз меньше по сравнению с теми, когда прогнозируемые объемы производства будут достигнуты традиционным для нас путем – за счет роста поголовья. Надо все строить на основе интенсификации, только так можно сделать отрасль рентабельной и конкурентоспособной, чтобы обеспечить население качественными продуктами животноводства по приемлемым ценам и иметь существенный экспортный потенциал мясо-молочной и племенной продукции.

Список использованных источников

1. *Шейко, И.П.* Концепция развития отраслей животноводства Беларуси / И.П. Шейко, И.В. Брило // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 1. – С. 62–66.
2. *Гусаков, В.Г.* Экологические условия и экономическая эффективность сельскохозяйственного производства в Белорусском Полесье / В.Г. Гусаков, П.П. Казакевич // Природные ресурсы Полесья: оценка, использование, охрана: материалы международ. науч.-практ. конф., Пинск, 8–11 июня 2015 г.: в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Полес. гос. ун-т [и др.]; редкол.: В.С. Хомич (отв. ред.) [и др.]. – Пинск, 2015. – Ч. 1. – С. 7–13.
3. *Мысик, А.Т.* Современные тенденции развития животноводства в странах мира / А.Т. Мысик// Зоотехния. – 2010. – № 1. – С. 2–8.
4. *Эрнст, Л.К.* Биологические проблемы животноводства в XX веке / Л.К. Эрнст, Н.А. Зиновьева. – М.: РАСХН, 2008. – 508 с.
5. *Шейко, И.П.* Животноводство – важная отрасль аграрного сектора Беларуси / И.П. Шейко // На печение инновационного развития животноводства: сб. науч. трудов по материалам международ, науч.-практ. конф., 24–25 окт. 2013 г. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2013. – С. 3–4.
6. *Шейко, И.П.* Задачи селекционно-племеной работы по повышению генетического потенциала сельскохозяйственных животных / И.П. Шейко, Н.А. Попков // Белорус. сел. хоз-во. – 2008. – № 1. – С. 38–44.
7. *Сакса, Е.* Создание высокопродуктивного скота чёрно-пёстрой породы в Ленинградской области / Е. Сакса, А. Кузин // Молочное и мясное скотоводство. 2001. – № 4. – С. 2–7.
8. Выращивание и продуктивность современного молочного скота / В.А. Иванов [и др.] // Труды ВИЖ, 2012. – С. 38–43.
9. *Кондрахин, В.М.* Зависимость продуктивности коров от возраста и живой массы при первом плодотворном осеменении / В.М. Кондрахин, Н.И. Стрекозов, Г.Н. Левина // Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Дубровицы, 2004. – С. 47–51.
10. *Иванов, В.А.* Технология производства молока / Технологические основы производства и переработки продукции животноводства: учеб. пособие / В.А. Иванов. – М., 2003. – С. 114–208.
11. *Сударев, Н.П.* Наследственная обусловленность лактационной деятельности коров / Н.П. Сударев // Зоотехния. – 2014. – № 2. – С. 10–12.
12. Разведение голштинского и черно-пестрого скота в хозяйствах России, центрального федерального округа РФ и Тверской области / Н.П. Сударев [и др.] // Зоотехния. – 2015. – № 2. – С. 7–8.
13. Органический микроэлементный комплекс в составе комбикормов для молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо / В.П. Цай [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино. – 1996. – Т. 49, ч. 2. – С. 204–215.
14. Комбикорма-концентраты в рационах высокопродуктивных сухостойных коров на зимне-стойловый период / А.И. Саханчук [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино. – 1996. – Т. 49, ч. 2. – С. 197–203.
15. *Яцко, Н.А.* Молочная продуктивность коров при включении в состав комбикормов энерго-протеиновой добавки / Н.А. Яцко, Е.В. Летунович // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино. – 1996. – Т. 49, ч. 2. – С. 224–234.
16. *Шейко, И.П.* Продуктивность бычков и качество мяса при повышенном уровне энергии в рационе / И.П. Шейко, И.Ф. Горлов, В.Ф. Радчиков // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино. – 1996. – Т. 49, ч. 2. – С. 216–223.
17. *Шейко, И.П.* Белорусское свиноводство должно быть конкурентоспособным / И.П. Шейко // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 10: Ветеринария и животноводство. – С. 60–66.
18. *Шейко, И.П.* Методы получения конкурентоспособной свинины на промышленных комплексах / И.П. Шейко, Н.В. Приступа // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2013. – Т. 48, ч. 1 – С. 187–194.
19. *Тимошенко, Т.Н.* Использование породы дюрок при скрещивании и гибридизации в Республике Беларусь / Т.Н. Тимошенко // Современные проблемы развития свиноводства. – Жодино, 2000. – Т. 19. – С. 34–35.

20. *Филатов, А.И.* Генетический потенциал племенных свиней и его использование / А.И. Филатов // Свиноводство. – 2002. – №1. – С. 2–4.

21. *Bruce, A.B.* The mendelian theory of heredity and the augmentation of viqour / A.B. Bruce // Science. – 1987. – Vol. 32. – P. 112.

22. *Шейко, И.П.* Репродуктивные, откормочные и мясные качества свиней породы дюрок при различных вариантах подбора родительских пар / И.П. Шейко, Т.Н. Тимошенко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2011. – №1. – С. 74–80.

23. *Anon, D.* Durocs deliver the goods / D. Anon // Pig Farming. – 1989. – Vol. 37, N1. – P. 53.

24. *Dziadek, K.* Swinie razy duroc w ZZD Pawolwice / K. Dziadek, B. Dziadek // Przegl. hodowl. – 1988. – T. 56, N4. – S. 25–29.

25. Resting of pigs and Hot-Fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve Pork Quality / S.D. Milligan [et al.] // J. Anim. Sci. – 1998. – Vol. 76. – P. 74–86.

26. *Kangasniemi, R.* Behovervi Duroc / R. Kangasniemi, M. Honkavaara // Lantman och Andelsfolk. – 1989. – Vol. 79, N9. – P. 381.

References

1. *Sheiko, I.P., Brilo, I.V.* (2014) "The concept of development of animal industries Belarus", Ves. Nats. akad. navuk Belarusi. Ser. agrar. Navuk [The weight. Nat. Acad. Belarusi Sciences. Ser. agrarian. Sciences], no. 1, pp.62–66.

2. *Gusakov, V.G., Kazakevich, P.P.* (2015) "Environmental conditions and the economic efficiency of agricultural production in the Belarusian Polesie", in Khomich, V.S. (ed.) Prirodnye resursy Poles'ya: otsenka, ispol'zovanie, okhrana: materialy mezhdunarod, nauch.-prakt. konf., Pinsk, 8-11 iyunya 2015 g.: v 2 ch. [Natural resources Polesie: evaluation, use, protection: materials of international, scientific and practical. Conf., Pinsk, June 8–11, 2015: 2 hours.], Pinsk, BY, Part 1, pp. 7–13.

3. *Mysik, A.T.* (2010) "Modern trends of development of animal husbandry in the world", Zootekhniya [Animal husbandry], no. 1, pp. 2–8.

4. *Ernst, L.K., Zinov'eva, N.A.* (2008) Biologicheskie problemy zhivotnovodstva v XX veke [Biological problems of livestock in the twentieth century], RASKhN, Moscow, RU

5. *Sheiko, I.P.* (2013) "Livestock – an important sector of the agricultural sector in Belarus", Ha pechenie innovatsionnogo razvitiya zhivotnovodstva: sb. nauch. trudov po materialam mezhdunarod, nauch.-prakt. konf., 24–25 okt. 2013 g. [Ha biscuits innovative livestock development: Sat. scientific. works based on international, scientific and practical. Conf., Oct. 24 25. 2013], Zhodino, BY, pp. 3–4.

6. *Sheiko, I.P., Popkov, N.A.* (2008) "Problems of selection and breeding work to improve the genetic potential of livestock", Belorus. sel. khoz-vo [Belarusian. I sat. households in], no. 1, pp. 38–44.

7. *Saksa, E., Kuzin, A.* (2001) "Creation of highly productive cattle of black-motley breed in the Leningrad region", Molochnoe i myasnoe skotovodstvo [Dairy and beef cattle], no. 4, pp. 2–7.

8. *Ivanov, V.A.* [i dr.] (2012) "Growth and productivity of modern dairy cattle", Trudy VIZh [Proceedings of the All-Russian Institute of Livestock], pp. 38–43.

9. *Kondrakhin, V.M., Strekozov, N.I., Levina, G.N.* (2004) "The dependence of productivity of cows on the age and body weight in the first fruitful insemination", Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Dubrovitsy [Materials Intern. scientific-practical. Conf., Dubrovitsy], pp. 47–51.

10. *Ivanov, V.A.* (2003) "Milk Production Technology", Tekhnologicheskie osnovy proizvodstva i pererabotki produktsii zhivotnovodstva: ucheb. Posobie [Technological bases of production and processing of animal products: Proc. Benefit], pp. 114–208.

11. *Sudarev, N.P.* (2014) "Hereditary lactation cows activity", Zootekhniya [Animal husbandry], no. 2, pp. 10–12.

12. *Sudarev, N.P.* [i dr.] (2015) "Breeding of Holstein and black-and-white cattle farms in Russia, Central Federal District of Russia and Tver region", Zootekhniya [Animal husbandry], no. 2, pp. 7–8.

13. *Tsai, V.P.* [i dr.] (1996) "Organic trace element complex consisting of feed for young cattle for growing meat", Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. [Zootechnical Sciences of Belarus: coll. scientific. tr.], Zhodino, BY, Vol. 49, p. 2., pp. 3–4.

14. *Sakhanchuk, A.I.* [i dr.] (1996) "Fodder concentrates in rations of highly productive dry cows in the winter-stall period", Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. [Zootechnical Sciences of Belarus: coll. scientific. tr.], Zhodino, BY, vol. 49, p. 2., pp. 197–203.

15. *Yatsko, N.A.* and *Letunovich E.V.* (1996) "The milk yield of cows for inclusion in the composition of animal feed energy and protein supplements", Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. [Zootechnical Sciences of Belarus: coll. scientific. tr.], Zhodino, BY, vol. 49, p. 2, pp. 224–234.

16. *Sheiko, I.P., Gorlov, I.F.* and *Radchikov V.F.* (1996) "The productivity of calves and quality of the meat at an elevated level of energy in the diet", Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. [Zootechnical Sciences of Belarus: coll. scientific. tr.], Zhodino, BY, vol. 49, p. 2, pp. 216–223.

17. *Sheiko, I.P.* (2013) "Belarusian pig should be competitive", Nashe sel'skoe khozyaistvo [Our agriculture], no. 10, pp. 60–66.

18. *Sheiko, I.P., Pristupa, N.V.* (2013) "Methods of obtaining competitive pork on industrial complexes", Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. [Zootechnical Sciences of Belarus: coll. scientific. tr.], Zhodino, BY, vol. 48, p. 1., pp. 187–194.

19. *Timoshenko, T.N.* (2000) "Using the Duroc breed by crossing and hybridization in Belarus", Sovremennye problemy razvitiya svinovodstva [Modern problems of development of pig breeding], Zhodino, BY, vol. 19, pp. 34–35.

20. *Filatov, A.I.* (2002) "The genetic potential of breeding pigs and its use", Svinovodstvo [Pig-breeding], no. 1, pp. 2–4.

21. *Bruce, A.B.* (1987) "The mendelian theory of heredity and the augmentation of viqour", Science, vol. 32, pp. 112.

22. *Sheiko, I.P., Timoshenko, T.N.* (2011) "Reproductive, fattening and meat quality of pigs Duroc breed in different variants of selection of parental pairs", Ves. Nats. akad. navuk Belarusi. Ser. agrar. navuk. [Weight. Nat. Acad. Sciences of Belarus. Ser. agrarian. Sciences.], no. 1, pp. 74–80.

23. *Anon, D.* (1989) "Durocs deliver the goods", Pig Farming, Vol. 37, no. 1, p. 53.

24. *Dziadek, K.* and *Dziadek, B.* (1988) "Swinie razy duroc w ZZD Pawolwice", Przegl. hodowl., vol. 56, no. 4, pp. 25–29.

25. *Milligan, S.D.* [et al.] (1998) "Resting of pigs and Hot-Fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve Pork Quality", J. Anim. Sci., vol. 76, pp. 74–86.

26. *Kangasniemi, R.* and *Honkavaara, M.* (1989) "Behovervi Duroc", Lantman och Andelsfolk, vol. 79, no. 9, p. 381.

Информация об авторах

Попков Николай Андреевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор, Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: belniig@tut.by

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

Information about the author

Popkov Nikolai A. – Doctor of Philosophy (Agricultural), Assistant Professor, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (Zhodino, Belarus). E-mail: belniig@tut.by

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

Для цитирования

Попков, Н.А. Эффективное животноводство – стратегия аграрной политики Беларуси / Н.А. Попков, И.П. Шейко // Вес. Нац. акад. навук. Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2016. – №4. – С. 90–99.

For citation

Popkov N.A., Sheyko I.P. Efficient livestock breeding – strategy for agrarian policy in Belarus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series,* 2016, no 4, pp. 90–99.

ISSN 1817-7204 (print.)
УДК 636.4.084.1

Поступила в редакцию 09.06.2016
Received 09.06.2016

В. М. Голушко, В. А. Рощин, С. А. Линкевич, А. В. Голушко

Научно практический центр НАН Беларуси по животноводству, Жодино, Беларусь, e-mail: varos66@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПРОТЕИНОВЫХ РАЦИОНОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ И ОТКОРМЕ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ

Проводимая селекционно-племенная работа по повышению мясных качеств разводимых пород и типов свиней в хозяйствах республике не всегда дает желаемые результаты и затягивается на годы. Причиной этого явления, на наш взгляд, является неадекватное обеспечение потребностей селекционируемых животных в энергии и аминокислотах, идущих на синтез мяса. Задача заключается в том, чтобы найти оптимальное сочетание в рационах незаменимых аминокислот и энергии, обеспечивающей их максимальное использование на синтез мяса в теле животных. Решение этой задачи осложняется тем, что аминокислотный состав тела животных различных генотипов различается, а следовательно, и количество аминокислот, которые они должны получать с кормом, также разное, т. е. состав, так называемого «идеального протеина» для каждого генотипа должен быть свой. Цель работы – установить возможности снижения уровня сырого протеина в рационах молодняка свиней на основе физиологически обоснованной оптимизации количества потребляемых ими незаменимых и заменимых аминокислот. Эксперименты подтвердили возможность снижения уровня сырого протеина в рационах молодняка свиней за счет нормирования потребляемых ими незаменимых аминокислот и соотношения их с обменной энергией. Для поросят на доращивании в 1 кг комбикорма на 1 МДж обменной энергии необходимо 0,85 г лизина, в I период откорма – 0,73 г, во II период – 0,62 г. Количество остальных (в т. ч. и доступных) незаменимых аминокислот нормируется по отношению к лизину: метионин с цистином – 60 %, треонин – 66 %, триптофан – 19 %. Данная модель нормирования обменной энергии и незаменимых аминокислот позволяет снизить уровень сырого протеина в комбикормах до 10 % при увеличении среднесуточных приростов живой массы на доращивании на 24 г ($P < 0,05$), в I период откорма – на 29 г и во II период – на 11 г.

Ключевые слова: молодняк свиней, незаменимые аминокислоты, обменная энергия, сырой протеин.

V. M. Golushko, V. A. Roshchin, S. A. Linkevich, A. V. Golushko

The Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry, Zhodino, Belarus, e-mail: varos66@mail.ru

USE OF LOW-PROTEIN DIETS FOR YOUNG PIGS AT GROWING AND FATTENING

The selection and breeding work aimed on improvement of meat traits of reared breeds and types of pig at farms of the republic does not always give the desired results and is delayed for years quite often. The reason for this phenomenon, in our opinion, is inadequate meeting of the requirements of selected animals for energy and amino acids taking part in synthesis of meat. The objective is to find the perfect combination of essential amino acids and energy in the diets, ensuring the maximum utilization for synthesis of meat in the body of animals. This task is complicated by the fact that the amino acid composition of animals' body of different genotypes vary, and consequently, the amount of amino acids that they should receive in the diet is also different, i.e. the content of the so-called "ideal protein" for each genotype is to be individual. The aim of the study – is to establish the possibility of reducing of the crude protein level in diets for young pigs based on physiologically substantiated optimization of the amount of consumed essential and nonessential amino acids. The experiments confirmed the possibility of reducing the crude protein level in the diets for young pigs due to control of consumed essential amino acids and their correlation with metabolizable energy. For piglets at growing in 1 kg of compound feed per 1 MJ of metabolizable energy 0.85 g of lysine is required, during the I fattening period – 0.73 g, during the II period – 0.62 g. The amount of remaining (including available) essential amino acids is controlled with respect to lysine: methionine with cystine – 60 %, threonine – 66 % and tryptophan – 19 %. This model for control of metabolizable energy and essential amino acids allows to reduce the level of crude protein in compound feeds by up to 10 % at increase of average daily weight gain at growing by 24 g ($P < 0.05$), during the I fattening period – by 29 g, and during the II period – by 11 g.

Keywords: young pigs, essential amino acids, metabolizable energy, crude protein.

Введение. Обменная энергия и сырой протеин (аминокислоты) являются важнейшими факторами, определяющими уровень продуктивности животных, поэтому вопросы их энергетического и аминокислотного питания находятся в центре внимания ученых и практиков уже много лет.

Эффективность использования протеина корма свиньями зависит от его биологической ценности, т. е. от наличия и соотношения в нем незаменимых аминокислот: лизина, метионина, треонина, триптофана, валина, лейцина, изолейцина, гистидина, аргинина, фенилаланина [1]. Эти аминокислоты не синтезируются в организме свиней, их отсутствие в рационе приводит к гибели животных, а дефицит какой-либо из них нарушает обменные процессы и снижает продуктивность [2, 3].

Белки тела – генетически контролируемые структуры, поэтому изменять их состав в процессе синтеза организм не может. Из этого следует, что количественный синтез главных структурных элементов в организме – белков – определяется достатком каждой конкретной аминокислоты, участвующей в этом синтезе. Если хотя бы одной незаменимой аминокислоты будет недоставать, процесс синтеза белка прекращается до момента нового поступления необходимой аминокислоты [4].

Завозимые в хозяйства республики из стран Европы и Северной Америки свиньи с высокими мясными качествами в наших условиях их частично теряют. Так, толщина хребтового шпика увеличивается в процессе акклиматизации в поколениях от 8–10 до 18–20 мм. Снижается выход постного мяса, увеличиваются затраты кормов в расчете на 1 кг прироста живой массы. Проводимая селекционно-племенная работа по повышению мясных качеств разводимых пород и типов свиней в хозяйствах республике не всегда дает желаемые результаты и затягивается на годы. Причиной этого явления, на наш взгляд, является неадекватное обеспечение потребностей селекционируемых животных в энергии и аминокислотах, идущих на синтез мяса. Задача заключается в том, чтобы найти оптимальное сочетание в рационах незаменимых аминокислот и энергии, обеспечивающей их максимальное использование на синтез мяса в теле животных. Решение этой задачи осложняется тем, что аминокислотный состав тела животных различных генотипов различается, следовательно, и количество аминокислот, необходимых им получать с кормом, также разное. То есть состав, так называемого «идеального протеина» для каждого генотипа должен быть свой.

В сравнительном испытании с участием 13 пород и типов свиней были установлены существенные различия между ними по переваримости протеина, жира и клетчатки, а также по использованию и отложению азота. Среднесуточные отложение азота колебалось от 13,72 г у кемеровской породы до 20,33–20,55 г у породы ландрас и белорусского мясного типа [5].

Физиология питания свиней призвана выявлять факторы, лимитирующие повышение эффективности трансформации корма в продукцию. Так, по данным В. Г. Рядчикова [6], конверсия кормового белка в белок мяса свиней составляет 20–25 %. Значительный перерасход белка обусловлен потерями неутилизированных аминокислот по причине их избытка относительно уровня наиболее лимитирующей аминокислоты, чаще всего лизина. Данный постулат был сформулирован немецким химиком Ю. Либихом еще в 1840 г. и носит название «закон минимума».

Различные аминокислоты из-за своей пространственной конфигурации имеют разную скорость всасывания в тонком отделе кишечника. Так, быстрее поступают в кровь метионин, изолейцин, валин, триптофан и фенилаланин, медленнее всасываются глутаминовая, аспарагиновая кислоты и аргинин. Тем не менее, для нормального синтеза белков в организме животного все незаменимые аминокислоты должны находиться одновременно и постоянно [7–9].

Снижение уровня сырого протеина в рационе до определенных границ приводит к сокращению выведения азота из организма. По данным T. T. Canh et al. [10], снижение на один процент количества сырого протеина в рационе приводит к сокращению на 10 % экскреции азота у свиней. Уменьшение выделения азота приводит к снижению выбросов аммиака и запахов амбры и способствует повышению продуктивности животного. Они также установили, что при снижении в рационе свиней уровня сырого протеина уменьшается потребление воды животными, что приводит к сокращению объемов жидких выделений.

Цель исследований – установить возможности снижения уровня сырого протеина в рационах молодняка свиней на основе физиологически обоснованной оптимизации количества потребляемых ими незаменимых и заменимых аминокислот.

Материалы и методы исследований. Для определения влияния комбикормов с оптимизированным содержанием аминокислот и минимальным уровнем протеина на переваримость и использования питательных веществ и мясную продуктивность молодняка свиней в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» и СПК «Первомайский» ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-

ХОЛДИНГ» Смолевичского района Минской области проведена серия балансовых и научно-хозяйственных опытов по методикам А. И. Овсянникова [11].

В ходе физиологических опытов у подсвинков породы йоркшир определяли отложение азота в теле подопытных животных, его выделение в окружающую среду и, следовательно, особенности использования его на синтез мышечной ткани при использовании низкопротеиновых рационов. Рецепты комбикормов для животных контрольной группы рассчитывали в соответствии с рекомендациями [12]. Животные опытных групп получали комбикорма, которые рассчитаны по тем же нормам, но уровень сырого протеина в них был снижен на 3 и 6 % соответственно при обеспечении количества и соотношения незаменимых аминокислот в соответствии с существующими нормами.

С учетом полученных в балансовом опыте результатов был проведен научно-хозяйственный опыт на помесных свиньях (КБ×БМП). При формировании опытных групп животных отбирали с учетом происхождения, пола и живой массы. Было сформировано две группы, по 50 гол. в каждой. Живая масса подопытных животных на начало опыта составила 16–17 кг. Разработано по два рецепта комбикормов для поросят на доращивании и для I и II периодов откорма свиней (табл. 1). Рецепты комбикормов для животных опытных групп рассчитаны в соответствии с рекомендациями [12] по общему количеству незаменимых аминокислот, а уровень сырого протеина был снижен до минимума (на 5–8 %), при котором обеспечивалась возможность сохранить количество и соотношение незаменимых и заменимых аминокислот в соответствии с концепцией «идеального протеина». Опытные партии комбикормов выработаны на ОАО «Лошницкий КЗ».

В ходе опытов проводили учет потребленных комбикормов по группам, темпы роста животных (среднесуточный прирост) и их сохранность. Образцы опытных комбикормов были проанализированы в лаборатории ГУ «ЦНИИЛхлебопродукт». В кормах и продуктах обмена определяли: влагу – ГОСТ 13496.3; сырой протеин – ГОСТ 13496.4; сырую клетчатку – ГОСТ 13496.2; сырой жир – ГОСТ 13496.15; сырую золу – ГОСТ 26226. Содержание аминокислот в кормах определяли на аминокислотном анализаторе ProStar. Цифровой материал обработан методом биометрической статистики по П. Ф. Рокицкому [13].

Результаты и их обсуждение. Содержание питательных веществ в комбикормах при проведении физиологического опыта представлено в табл. 1.

Таблица 1. **Содержание основных элементов питания в 1 кг комбикорма**

Показатель	Контрольная группа	I опытная группа	II опытная группа	Требуется по норме
Сухое вещество, г	883,9	882,4	881,2	860,0
Обменная энергия, МДж	12,51	12,53	12,50	12,50
Сырой протеин, г	165,2	160,7	155,3	165,0
Сырой жир, г	73,1	78,0	79,6	70,0
Сырая клетчатка, г	72,2	74,0	74,7	5,0
Лизин, г	8,83	8,86	8,83	8,80
Метионин + цистин, г	5,36	5,35	5,35	5,30
Триптофан, г	1,98	1,90	1,81	1,70
Треонин, г	5,89	5,85	5,83	5,80
Валин, г	6,04	6,06	6,03	6,00

Опытные комбикорма были выравнены по сравнению с контрольным комбикормом по содержанию обменной энергии, незаменимых аминокислот за счет кормовых препаратов аминокислот. Снижение содержания протеина в опытных комбикормах на 3 и 6 % было осуществлено за счет частичного или полного исключения сухого обезжиренного молока и регулирования содержания рапсового жмыха, подсолнечного и соевого шротов. Соотношение лизин/обменная энергия составило 0,704–0,707 г/МДж.

Установлено, что снижение уровня сырого протеина на 3 % для животных I опытной группы привело к увеличению переваримости органического вещества на 1,5 %, протеина – на 1,5 % и клетчатки – на 1,7 % (табл. 2). Понижение уровня протеина на 6 % способствовало повышению его переваримости на 3,1 %, в то время как усвоение других питательных веществ осталось практически на одном уровне с контролем.

Таблица 2. **Коэффициенты переваримости основных питательных веществ комбикормов с различным уровнем сырого протеина, % (*n* = 4)**

Вариант опыта	Органическое вещество	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Контрольная группа	78,2 ± 1,0	79,1 ± 1,5	82,0 ± 1,2	22,4 ± 1,6	84,3 ± 0,6
I опытная группа	79,6 ± 0,3	80,6 ± 0,3	82,7 ± 0,5	23,2 ± 1,1	84,5 ± 0,4
II опытная группа	79,3 ± 0,7	82,2 ± 0,8	80,3 ± 0,7	21,5 ± 0,8	82,8 ± 0,8

Переваримость питательных веществ корма (в т. ч. аминокислот) находится в тесной взаимосвязи с количеством поступления их в организм, соотношения между отдельными компонентами рациона и уровнем их выделения в продуктах обмена. Баланс азота характеризует белковую питательную ценность изучаемых рационов. Данные по использованию азота комбикормов с различным содержанием сырого протеина представлены в табл. 3.

Таблица 3. **Использование подсвинками азота корма на 1 голову в сутки (*n* = 4)**

Показатель	Контрольная группа	I опытная группа	II опытная группа
Потреблено комбикорма, г	1995,9 ± 0,58	1997,0 ± 0,46	2042,9 ± 2,66***
Потреблено азота с кормом, г	52,69 ± 0,11	51,35 ± 0,16	50,74 ± 0,45
Выделено азота с калом, г	9,89 ± 0,70	8,83 ± 0,14	9,79 ± 0,55
Переварено, г	42,80 ± 0,69	42,52 ± 0,14	40,95 ± 1,03
Выделено с мочой, г	19,82 ± 0,26	19,92 ± 1,22	18,05 ± 1,10
Отложено в теле, г	22,98 ± 0,92	22,60 ± 1,26	22,89 ± 1,38
Отложено, %:			
от принятого	43,61 ± 1,95	44,05 ± 2,69	45,13 ± 2,62
от переваренного	53,72 ± 1,57	53,24 ± 2,95	54,62 ± 2,10

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

Различный уровень сырого протеина в комбикормах для свиней опытных групп отразился на количестве потребленного ими азота. Так, снижение этого показателя на 3 % в комбикормах I опытной группы привело к уменьшению потребления общего количества азота на 2,6 %. Дальнейшее снижение уровня сырого протеина в комбикормах повысило потребление животными комбикормов на 2,4 %, однако общее количество поступившего с кормом азота при этом уменьшилось на 3,7 % по сравнению с контролем. Снижение уровня протеина в комбикормах при балансе незаменимых аминокислот привело к уменьшению выведения азота с мочой у подопытных животных II опытной группы на 1,77 г и способствовало повышению эффективности использования организмом свиней принятого с кормом азота на 1,48 п.п., переваренного – на 0,9 п.п.

Были оценены ростовые показатели развития свиней при использовании комбикормов с различным уровнем сырого протеина и балансе незаменимых аминокислот. Следует отметить увеличение во II опытной группе подсвинков среднесуточных приростов на 34 г, или 3,2 % по сравнению с контролем ($P < 0,01$). Продуктивность животных I опытной группы сохранилась на уровне животных контрольной группы (табл. 4).

Таблица 4. **Показатели развития подопытных животных (*n* = 4)**

Вариант опыта	Живая масса, кг		Среднесуточный прирост, г
	начало опыта	по окончании опыта	
Контрольная группа	66,1 ± 1,9	80,8 ± 2,4	1050 ± 8,2
I опытная группа	67,0 ± 2,5	81,2 ± 1,2	1014 ± 7,9
II опытная группа	67,0 ± 2,1	82,2 ± 2,2	1084 ± 3,4**

В научно-хозяйственном опыте изучали влияние комбикормов с пониженным на 5–10 % по сравнению с действующими нормами уровнем сырого протеина и нормативным соотношением лизина и обменной энергии. Питательная ценность комбикормов приведена в табл. 5.

Таблица 5. **Питательность опытных комбикормов**

Показатель	Для поросят на доращивании		Для I периода откорма		Для II периода откорма	
	I опытная группа	II опытная группа	I опытная группа	II опытная группа	I опытная группа	II опытная группа
Обменная энергия, МДж	12,98	12,99	12,99	12,98	13,01	13,04
Сырой протеин, г	177,7	162,7	155,2	150,6	152,1	145,6
Лизин, г	11,07	11,05	9,47	9,48	8,03	8,07
Лизин доступный, г	9,56	9,53	8,14	8,16	6,88	6,90
Метионин + цистин, г	6,60	6,62	5,80	5,76	4,76	4,79
Треонин, г	7,33	7,39	6,36	6,38	5,33	5,32
Триптофан, г	2,10	2,13	1,80	1,81	1,51	1,51
Валин, г	8,03	7,56	6,44	6,59	6,34	6,48
Лизин/обменная энергия, г/МДж	0,85	0,85	0,73	0,73	0,62	0,62

В период доращивания выявлены различия в показателях живой массы поросят между опытными группами. Так, живая масса животных I опытной группы в конце периода составила 46,1 кг, поросята II опытной группы, получавшие комбикорма с содержанием сырого протеина 162,7 г, имели живую массу на 1,6 кг, или на 3,4 %, выше. Наиболее высокими среднесуточными приростами живой массы отличались животные II опытной группы – 506 г ($P < 0,05$).

Несмотря на примерно равное потребление комбикормов за период доращивания, животные II опытной группы более эффективно использовали питательные вещества корма на наращивание собственной живой массы (табл. 6). Так, ими было затрачено на 0,30 МДж меньше обменной энергии, а сырого протеина – на 42,7 г, или на 9,9 %. Сохранность поросят в группах находилась на одном уровне.

Таблица 6. **Продуктивность молодняка свиней на доращивании (n = 50)**

Показатель	I опытная группа	II опытная группа
Средняя живая масса одной головы, кг:		
при постановке	16,7 ± 0,42	16,8 ± 0,50
при снятии	46,1 ± 1,46	47,7 ± 1,32
Прирост живой массы, г/сут	482 ± 8,40	506 ± 6,30*
Затраты на 1 кг прироста:		
комбикорма, кг	2,581	2,556
обменной энергии, МДж	33,50	33,20
сырого протеина, г	458,6	415,9
Сохранность, %	98,1	98,1

Далее оценивали продуктивность молодняка свиней на откорме (табл. 7). В течение первого периода откорма установлены различия в группах по показателям живой массы. По окончании первого периода откорма животные I опытной группы в среднем весили 68,6 кг, а II опытной, получавшие комбикорма с содержанием 150,6 г сырого протеина в 1 кг корма, имели живую массу выше на 1,2 кг, или на 1,7 %. Среднесуточный прирост в этой группе составил 697 г, или на 29 г выше, чем в I опытной ($P > 0,05$).

Таблица 7. **Продуктивность молодняка свиней на откорме (n = 50)**

Показатель	I опытная группа	II опытная группа
Средняя живая масса одной головы, кг:		
при постановке	39,2 ± 0,36	39,1 ± 0,28
в конце I периода откорма	68,6 ± 1,16	69,8 ± 8,04
при снятии с откорма	100,9 ± 1,26	102,6 ± 2,32
Прирост живой массы, г/сут:		
за I период откорма	668 ± 13,40	697 ± 15,24
за II период откорма	702 ± 10,20	713 ± 12,71
всего за опыт	685 ± 14,58	705 ± 19,62

Во второй период откорма сохранилась та же динамика роста, что и в первый период откорма. При скармливании комбикормов с содержанием сырого протеина 152,1 г/кг корма живая масса животных I опытной группы в среднем составила 100,9 кг, а во II опытной, где содержание сырого протеина равнялось 145,6 г/кг корма, имели живую массу на 1,7 кг, или на 1,7 % выше ($P < 0,05$), при этом среднесуточный прирост откормочников составил 713 г. В целом за период опыта в I опытной группе получено 685 г среднесуточного привеса живой массы, а во II группе – 705 г, или на 2,9 % выше.

Снижение в комбикормах для откорма свиней концентрации сырого протеина при обеспечении уровня обменной энергии, а также количества и соотношения незаменимых аминокислот незначительно повлияло на потребление корма и затраты энергии на прирост живой массы животных (табл. 8). Так, за I период откорма на 1 кг прироста живой массы было затрачено в I опытной группе 3,384 кг комбикорма и 43,96 МДж обменной энергии, а во II опытной 3,331 кг комбикорма и 43,23 МДж соответственно. Экономия сырого протеина у откормочников II опытной группы составила 23,6 г на 1 кг прироста. Данная тенденция сохранилась и при переходе на комбикорм для II периода откорма. Превосходство животных II опытной группы по потреблению сырого протеина составило 12,3 г на 1 кг прироста, или 6,1 %.

Таблица 8. **Затраты корма на 1 кг прироста живой массы за период откорма**

Показатель	I период откорма		II период откорма	
	I опытная группа	II опытная группа	I опытная группа	II опытная группа
Расход на 1 кг прироста:				
комбикорма, кг	3,384	3,331	3,281	3,343
обменной энергии, МДж	43,96	43,23	42,68	43,59
сырого протеина, г	525,2	501,6	499,0	486,7

Экономическая эффективность применения комбикормов со сниженным на 5–10 % уровнем сырого протеина складывается из стоимости дополнительно полученного прироста живой массы и стоимости сэкономленных комбикормов. Дополнительная прибыль по группе в 50 гол. на доращивании составила 3933,7 тыс. руб., или 225 у.е. (1 у.е. = 17500 руб.) и на откорме – 2289 тыс. руб., или 136,5 у.е. в ценах на 20.10.2015 г.

Заключение. Показана возможность снижения уровня сырого протеина в рационах молодняка свиней за счет физиологически обоснованной оптимизации количества и усвояемости потребляемых ими незаменимых аминокислот. При этом обязательным условием является нормирование количества лизина на 1 МДж обменной энергии рационов при соблюдении соотношений между незаменимыми и заменимыми аминокислотами. В 1 кг комбикорма (влажностью 14 %) для поросят на доращивании на 1 МДж обменной энергии необходимо 0,85 г, в I период откорма – 0,73 г, во II период – 0,62 г лизина. Нормирование остальных (в т. ч. и доступных) незаменимых аминокислот рассчитывается в процентах по отношению к лизину: метионин с цистином – 60 %, треонин – 66 %, триптофан – 19 %. Такой принцип обеспечивает потребность организма в незаменимых аминокислотах без их избытка и позволяет снизить уровень сырого протеина в комбикормах до 10 % при увеличении среднесуточных приростов живой массы на доращивании на 24 г, или на 4,9 % ($P < 0,05$), в I период откорма – на 29 г и во II период – на 11 г. Снижение уровня сырого протеина при оптимизации соотношений энергии, незаменимых и заменимых аминокислот в комбикормах для молодняка свиней способствует экономии потребляемого с кормом сырого протеина при доращивании и откорме на 0,8–6,1 %, при этом повышается переваримость питательных веществ корма: органического вещества – на 1,5 %, протеина – на 3,1 % и клетчатки – на 1,7 %.

Список использованных источников

1. Оптимизация рационов с учетом концепции идеального протеина» / А. А. Казанцев [и др.] // Свиноводство. – 2012. – № 2. – С. 52–54.

2. *Каширина, М. В.* «Идеальный протеин» для свиней / М. В. Каширина, Е. Н. Головко, М. О. Омаров // Животноводство России. – 2005. – № 9. – С. 29–30.

3. *Кулинцев, В.В.* Потребность в лизине молодняка свиней / В.В. Кулинцев, С.О. Османова, М.О. Омаров // Аграрная наука. – 2011. – №9. – С. 25–27.

4. *Подобед, Л.И.* Протеиновое и аминокислотное питание сельскохозяйственной птицы: структура, источники, оптимизация / Л.И. Подобед, Ю.Н. Вовкотруб, В.В. Боровик. – Одесса, 2006. – С. 62.

5. *Голушко, В.М.* Сравнительная оценка различных пород и типов свиней по переваримости и эффективности использования кормов / В.М. Голушко, Г.Л. Папковский, Л.Н. Винник // Зоотехническая наука Беларуси: сб. тр. – Т. 26. – Минск, 1985. – С. 27–32.

6. *Рядчиков, В.Г.* Производство и рациональное использование белка / В.Г. Рядчиков, С.Л. Полежаев // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 22–23 апр. 2008 г. / СКНИИЖ. – Краснодар, 2008. – С. 55–65.

7. *Гринштейн, Дж.* Химия аминокислот и пептидов / Дж. Гринштейн, М. Винниц. – М.: Иностранная лит., 1966. – 832 с.

8. *Майстер, А.* Биохимия аминокислот / А. Майстер. – М., 1961. – 530 с.

9. *Almquist, H.J.* Proteins and amino acid in animal nutrition / H.J. Almquist // Arch. Biochem. – New York: Raven press, 1944. – 117 p.

10. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing – finishing pigs / T.T. Canh [et al] // Langhout, and M.W. A. 1998. 16 Livest. Prod. Sci. – 1998. – Vol. 56. – P. 181–191.

11. *Овсянников, А.И.* Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников. – М., 1976. – С. 136–144.

12. Нормированное кормление свиней: рекомендации / В.М. Голушко [и др.]. – Жодино, 2011. – С. 46.

13. *Рокицкий, П.Ф.* Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – Минск: Вышейшая школа, 1973. – 327 с.

References

1. *Kazantsev, A.A., Osmanova, S.O., Slesareva, O.A., Omarov M.O.* (2012) “Optimization of diets, taking into account the “ideal protein” concept”, Svinovodstvo [Pig-breeding], no. 2, pp. 52–54.

2. *Kashirina, M.V., Golovko, E.N., Omarov M.O.* (2005) ““Ideal Protein” for pigs”, Zhivotnovodstvo Rossii [Livestock Russia], no. 9, pp. 29–30.

3. *Kulintsev, V.V., Osmanova, S.O., Omarov M.O.* (2011) “The demand for lysine young pigs”, Agrarnaya nauka [Agricultural science], no. 9, pp. 25–27.

4. *Podobed, L.I., Vovkotrub, Yu.N., Borovik V.V.* (2006) Proteinovoe i aminokislotnoe pitanie sel’skokhozyaistvennoi ptitsy: struktura, istochniki, optimizatsiya [Keratin and amino acid nutrition of poultry: the structure, sources, optimization], Pechatnyi dom, Odessa, UK

5. *Golushko, V.M., Papkovskii, G.L., Vinnik L.N.* (1985) “Comparative evaluation of various breeds and types of pigs on digestibility and feed efficiency”, Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sb. tr., T. 26. [Zootechnical Sciences of Belarus: coll. tr., vol. 26.], Uradzhai, Minsk, By, pp. 27–32.

6. *Ryadchikov, V.G., Polezhaev S.L.* (2008) “Production and rational utilization of protein”, Nauchnye osnovy povysheniya produktivnosti sel’skokhozyaistvennykh zhivotnykh: sb. dokl. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., SKNIIZh, 22–23 apr. 2008 g. [Scientific bases of increase of efficiency of agricultural animals: Sat. rep. Intern. scientific-practical. Conf., SKNIIZH, 22–23 April. 2008], Krasnodar, RU, pp. 55–65.

7. *Grinshtein, Dzh., Vinnits M.* (1966) Khimiya aminokislot i peptidov [Chemistry of amino acids and peptides], Inostrannaya literature, Moscow, RU

8. *Maister, A.* (1961) Biokhimiya aminokislot [Amino acids biochemistry], Moscow, RU

9. *Almquist, H.J.* (1944) “Proteins and amino acid in animal nutrition”, Arch. Biochem., Raven press, New York, US

10. *Canh, T.T., Aarnink, A.J.A., Schutte, J.B., Sutton, A., Langhout D.J.,* and *Verstegen M.W.A.* (1998) “16 Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing – finishing pigs”, Livest. Prod. Sci. vol. 56, pp. 181–191.

11. *Ovsyannikov, A.I.* (1976) Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve [Basics of experimental work in animal husbandry], Kolos, Moscow, RU

12. *Golushko V.M., Linkevich, S.A., Roshchin V.A.* i dr. (2011) Normirovannoe kormlenie svinei: rekomendatsii [Normalized feeding hogs: recommendations], Zhodino, BY

13. *Rokitskii, P.F.* (1973) Biologicheskaya statistika [Biological statistics], Vysheishaya shkola, Minsk, BY

Информация об авторах

Голушко Василий Михайлович – член-корреспондент, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: belniig@tut.by

Рощин Василий Антонович – кандидат сельскохозяйственных наук, Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: varos66@mail.ru

Information about the author

Golushko Vasily M. – Corresponding Member, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (Zhodino, Belarus). E-mail: belniig@tut.by

Roshchin Vasily A. – Doctor of Philosophy (Agricultural), the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (Zhodino, Belarus). E-mail: varos66@mail.ru

Линкевич Сергей Александрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: belniig@tut.by

Голушко Александр Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: belniig@tut.by

Для цитирования

Использование низкопротеиновых рационов при выращивании и откорме молодняка свиней / В.М. Голушко [и др.] // Вес. Нац. акад. навук. Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2016. – №4. – С. 100–107.

Linkevich Sergey A. – Doctor of Philosophy (Agricultural), Assistant Professor, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (Zhodino, Belarus). E-mail: belniig@tut.by

Golushko Alexander V. – Doctor of Agricultural Sciences, Philosophy, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (Zhodino, Belarus). E-mail: belniig@tut.by

For citation

Golushko V.M., Roshchin V.A., Linkevich S.A., Golushko A.V. Use of low-protein diets for young pigs at growing and fattening. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series,* 2016, no 4, pp. 100–107.

ISSN 1817-7204 (print.)

МЕХАНІЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

УДК 629.3.014.2:631.43

Поступила в редакцию 22.06.2016
Received 22.06.2016

И. Н. Шило[1], Н. Н. Романюк[1], А. Н. Орда[1], В. А. Шкляревич[1], А. С. Воробей[2]

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

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СЛЕДООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПОЧВОЙ МНОГООСНОЙ ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Научно-технический прогресс в сельском хозяйстве сопровождается не только благоприятными, рациональными изменениями, но и отрицательными: возникает и усиливается эрозия почв, почва чрезмерно уплотняется, уменьшается содержание гумуса, идет засоление почв и т. д. В период интенсификации сельскохозяйственного производства необходимо требовательно оценивать конструкцию ходовых систем сельскохозяйственных машин, работающих в растениеводстве, так как создается ситуация, когда новые машины, призванные повысить урожай, снижают плодородие почвы. Почва, являясь средой для выращивания сельскохозяйственных культур, все большей мере начинает выполнять функцию несущего основания для движителей сельскохозяйственных машин, которые оказывают на нее механическое воздействие. Наибольшее воздействие осуществляется движителями тракторов, мощность и масса которых неуклонно растет. Так, урожайность зерновых в следах тракторов снижается на 10–15 %, а корнеклубнеплодов – на 20–30 %. В статье приведены исследования, позволяющие определить закономерности накопления повторных осадок. Получены зависимости для определения деформации почвы с различными физико-механическими свойствами при различных режимах нагружения и компоновке ходовых систем машинно-тракторных агрегатов. Установлено, как влияет на глубину следа соотношение величины давления движителя на почву с пределом ее несущей способности. Полученные данные могут быть применены в качестве исходных данных для определения рациональных параметров ходовых систем.

Ключевые слова: деформация почвы, многоосная ходовая система, повторное нагружение, напряжение, глубина следа, осадка почвы, режим работы.

I. N. Shilo[1], N. N. Romanyuk[1], A. N. Orda[1], V. A. Shkliarevich[1], A. S. Vorobei[2]

[1]The Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus, e-mail: ordaan@tut.by
[2]The Scientific and Practical Center of the NAS of Belarus on Agriculture Mechanization, Minsk, Belarus

RULES OF TRACE FORMATION AT CONTACT OF MULTIAXIS RUNNING SYSTEM OF MACHINE AND TRACTOR UNITS WITH SOIL

The scientific and technological progress in agriculture is accompanied by not only favorable and rational changes, but also by negative ones: soil erosion is enhanced, soil is excessively compacted, humus content decreases, soil is salinized, etc. During the period of intensification of agricultural production, one has to evaluate the design of running systems of agricultural machinery working at plant breeding, as a situation arises when new machines designed to increase yields, reduce the soil fertility. The soil as a medium for growing agricultural crops more often performs the function of a support base for propelling units of agricultural machines, which impact the soil mechanically. The greatest impact is carried out by tractors' propelling units, with constantly growing power and weight. Thus, the yield of grain in tractors' tracks is reduced by 10–15 %, and of tuberous roots – by 20–30 %. The article presents the studies allowing to determine the patterns of accumulation of repeated compactions. The dependences for determination of soil deformation with different physical and mechanical properties under various loading conditions and arrangement of running systems of machine and tractor units are obtained. It was determined how correlation of propeller unit pressure on soil affects the depth of track with the limit of its bearing capacity. The data obtained can be used as initial data to determine rational parameters of running systems.

Keywords: soil deformation, multiaxis running system, repeated loading, pressure, track depth, soil compaction, work mode.

Уплотнение почвы из-за воздействия ходовых систем МТА ведет к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Так, урожайность зерновых в следах тракторов снижается на 10–15 %, а корнеклубнеплодов – на 20–30 % [1, 2]. Повышение плотности почвы, вызванное воздействием движителей тракторов и сельскохозяйственных машин, привело к увеличению твердости почвы в 2–3 раза. Между твердостью, плотностью и удельным сопротивлением почвы при вспашке существует тесная корреляционная связь. Удельное сопротивление при обработке пахотного слоя после прохода тракторов повышается на 15–65 %, а транспортных средств и комбайнов – на 60–90 % [3–5].

Происходящий в результате воздействия ходовых систем машинно-тракторных агрегатов (МТА) на почву процесс «деформирование – уплотнение – разуплотнение – накопление уплотнения почвы» зависит как от режимов эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники, так и от изменяющихся свойств почвы в зависимости от ее типа, агрофона и периодов года. Поэтому прогнозирование показателей воздействия на почву ходовых систем МТА, учитывающих тип и состояние почвенного агрофона, позволит определить перспективные пути улучшения конструкций ходовых систем с повышенными агроэкологическими свойствами.

На основании зависимости Больцмана, которая отражает связь между энтропией процесса и вероятностью данного состояния, получены закономерности накопления повторных осадок сильно упрочняющихся связных и слабо упрочняющихся почв в зависимости от режимов нагружения и компоновки ходовых систем машинно-тракторных агрегатов.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований установлено, что у сильно упрочняющихся почв след формируется и стабилизируется после первого прохода колеса. При последующих проходах колес по следу приращение осадки незначительное, поэтому на таких почвах рекомендуется применять многоосные ходовые системы, так как сопротивление качению при последующих проходах будет снижаться.

У слабо упрочняющихся почв период стабилизации осадки больше, чем у сильно упрочняющихся почв, при последующих проходах колес по следу нарастание осадки весьма ощутимо. Поэтому для таких почв рекомендуется применять движители, у которых колеса не перемещаются по следу предыдущих опор.

В общем случае у почв накопление повторных деформаций при небольших удельных нагрузках происходит в основном за счет составляющей от повышения напряжений. При увеличении отношения давления к несущей способности почвы доля этой составляющей падает и накопление повторных деформаций осуществляется за счет составляющей осадки, происходящей без повышения напряжения.

Цель работы – обоснование закономерностей накопления повторных осадок почвы при воздействии на нее многоосных ходовых систем машинно-тракторных агрегатов.

На процесс следообразования многоосными ходовыми системами влияют как реологические факторы, так и явления, связанные с переукладкой частиц почвы при повторных нагружениях. Определим закономерность нарастания осадки деформатора при повторных нагружениях почвы. Для этого случая применим зависимость Больцмана, применявшуюся при исследовании деформации почв и грунтов Г. И. Покровским, Н. А. Наседкиным и Ю. Л. Мотылевым [6–8].

Согласно зависимости Больцмана, энтропия процесса S пропорциональна логарифму вероятности данного состояния W (статистическая интерпретация второго начала термодинамики). При повторных деформациях вероятность W данного состояния увеличивается с ростом числа нагружений n. Тогда зависимость Больцмана примет такой вид:

$$S = c_1 \cdot \ln n + c_2, \tag{1}$$

где c_1 и c_2 – постоянные величины.

С другой стороны, энтропия процесса деформации почвы пропорциональна совершаемой при этом работе A_n [6]:

$$S = cA_n$$

(c – коэффициент пропорциональности).

Работа деформации почвы состоит из работы упругой деформации и работы необратимой деформации. Работа внешних сил, затраченная на упругую деформацию почвы, накапливается

в ней за счет преобразования кинетической энергии в потенциальную. Эта энергия возвращается при восстановлении упругой деформации.

Энергия, затрачиваемая на необратимую деформацию почвы, не накапливается в ней, а полностью рассеивается, превращаясь во внутреннюю энергию хаотического (теплового) движения частиц. Внутренняя энергия почвы Е может быть представлена в следующем виде [9]:

$$E = F + \Theta S,$$

где F – свободная энергия, Дж; Θ – абсолютная температура, К; S – энтропия, Дж/К.

Свободная энергия F может быть превращена во внешнюю работу при обратимом изотермическом процессе. Связанная энергия ΘS может быть получена лишь в виде тепла. Энтропия системы является мерой связанной энергии и возрастает только в результате необратимых процессов.

Для определения удельной работы A_n, найдем значение определенного интеграла:

$$A_n = \int_0^{h_n} \sigma(h)dh, \qquad (2)$$

где h_n – деформация почвы после n нагружений, м; σ(h) – функциональная зависимость между напряжением σ и деформацией почвы h.

Из исследований [6, 10, 11] известно, что зависимость σ(h) при повторных нагружениях непрерывной является только для упрочняющихся почв. Особенностью упрочняющихся почв является то, что деформация их при каждом последующем нагружении сопровождается повышением напряжения в зоне контакта по сравнению с предыдущим. Это объясняется увеличением интенсивности нагружения при повторных деформациях, в частности из-за уменьшения площади контакта колес с почвой при повторных проходах по следу. На рис. 1 показан график зависимости напряжения от деформации при повторных нагружениях связных упрочняющихся почв с одинаковыми по глубине физико-механическими свойствами.

Для связных почв с одинаковыми по глубине свойствами зависимость σ(h) подчиняется функции гиперболического тангенса [12]:

$$\sigma = p_0 th\left(\frac{k}{p_0}h\right), \qquad (3)$$

где p_0 – предел несущей способности почвы, Па; k – коэффициент объемного смятия почвы, Н/м^3.

Подставив зависимость (3) в подинтегральное выражение (2) и решив его, получим

$$A_n = \frac{p_0^2}{k}\ln ch\left(\frac{k}{p_0}h\right).$$

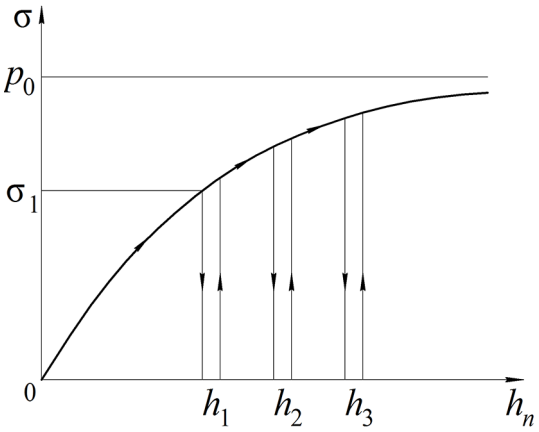


Рис. 1. Закономерности накопления повторных осадок для упрочняющихся связных почв под воздействием многоосной ходовой системы

Fig. 1. Regularities of accumulation repeated a deposit for the strengthened coherent soils under the influence of multiaxis running system

Тогда энтропия процесса деформации почвы выразится уравнением

$$S = c\frac{p_0^2}{k}\ln ch\left(\frac{k}{p_0}h\right). \qquad (4)$$

После приравнивания правых частей формул (1) и (4) и некоторых преобразований получим, что

$$c_1 \ln n + \ln c_3 = c\frac{p_0^2}{k}\ln ch\left(\frac{k}{p_0}h\right)$$

($\ln c_3 = c_2$).

Потенцируем правую и левую части последнего уравнения и приравняем выражения, стоящие под знаками логарифмов:

$$c_3 n^{c_1} = \left(ch\left(\frac{k}{p_0}h\right)\right)^{cp_0^2/k}.$$

Отсюда

$$ch\left(\frac{k}{p_0}h\right) = c_3^{k/(cp_0^2)} n^{(c_1/c)(k/p_0^2)}. \quad (5)$$

Обозначив

$$c_3^{k/(cp_0^2)} = a;\ \frac{c_1}{c} = b;$$

уравнение (5) запишем в следующем виде:

$$ch\left(\frac{k}{p_0}h\right) = an^{b\frac{k}{p_0^2}},$$

Откуда

$$h = \frac{p_0}{k}\mathrm{Arch}\left(an^{b\frac{k}{p_o^2}}\right). \quad (6)$$

Коэффициент a найдем из условия, что величина деформации при первом нагружении определится из зависимости (3):

$$h_1 = \frac{p_0}{k}\mathrm{Arth}\left(\frac{\sigma_1}{p_0}\right), \quad (7)$$

где σ_1 – напряжение в контакте деформатора с почвой при первом нагружении.

При первом нагружении ($n = 1$) формула (6) примет такой вид:

$$h_1 = \frac{p_0}{k}\mathrm{Arch}(a). \quad (8)$$

Приравняв правые части формул (7) и (8), находим

$$\mathrm{Arch}(a) = \mathrm{Arth}\left(\frac{\sigma_1}{p_0}\right). \quad (9)$$

Из преобразований обратных гиперболических функций известно, что

$$\mathrm{Arch}(a) = \mathrm{Arth}\left(\frac{\sqrt{a^2-1}}{a}\right). \quad (10)$$

Из зависимостей (9) и (10) находим

$$\frac{\sqrt{a^2-1}}{a} = \frac{\sigma_1}{p_0}.$$

Отсюда

$$a = \frac{1}{\sqrt{1-\sigma_1^2/p_0^2}}.$$

Подставив значение a в формулу (6), найдем зависимость накопления повторных осадок для связных почв с одинаковыми по глубине свойствами:

$$h_n = \frac{p_0}{k}\mathrm{Arch}\left(\frac{n^{b\frac{k}{p_0^2}}}{\sqrt{1-\sigma_1^2/p_0^2}}\right). \quad (11)$$

Найдем зависимость между сопротивлением и осадкой слабо упрочняющихся почв. К таким почвам относятся суглинистые и глинистые почвы высокой влажности. Характер процесса деформации слабо упрочняющихся почв показан на рис. 2.

При повторных нагружениях слабо упрочняющихся почв с одинаковой по глубине плотностью рост напряжения от цикла к циклу незначительный, а нарастание осадки штампа весьма ощутимо (рис. 2). Нарастание осадки деформатора на таких почвах при повторных нагружениях подчиняется следующей зависимости [13, 14]:

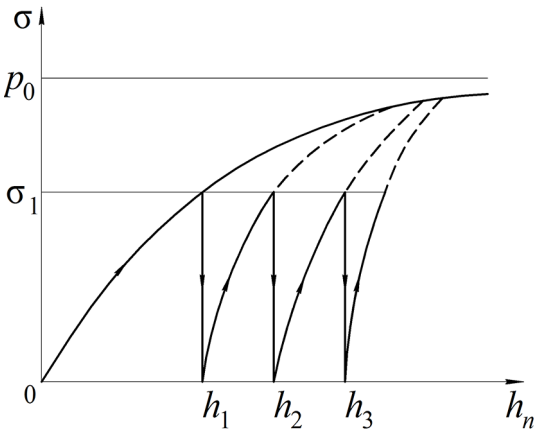


Рис. 2. Закономерности накопления повторных осадок для слабо упрочняющихся почв под воздействием многоосной ходовой системы

Fig. 2. Regularities of accumulation repeated a deposit for poorly strengthened soils under the influence of multiaxis running system

$$hn = h1(1 + k_u \lg n), \quad (12)$$

где *ku* – коэффициент интенсивности накопления необратимой деформации.

Подставив вместо h_1 значение этой величины (7), получим такую зависимость:

$$h_n = \frac{p_0}{k}\left(1 + k_u \lg n\right) \mathrm{Arth}\left(\frac{\sigma}{p_0}\right). \quad (13)$$

Зависимость между напряжением и повторными деформациями описывается кусочно-непрерывной функцией. Функция $\sigma = f(h)$ при каждом повторном нагружении подчиняется зависимости гиперболического тангенса. Рассмотрим, чему равны при этом константы p_0 и k. Сопротивление почвы при повторных нагружениях может уменьшаться или увеличиваться по сравнению с первым приложением нагрузки в зависимости от физико-механических свойств почвы и величины давления на нее. В соответствии с этим будут изменяться коэффициенты p_0 и k. Снижение сопротивления происходит в том случае, если при первом нагружении структура почвы разрушается (особенно, когда верхние слои почвогрунта прочнее нижележащих). Несущая способность и коэффициент объемного смятия при этом уменьшаются [15].

Сопротивление повторным деформациям влажных почв возрастает лишь в начале процесса каждого последующего нагружения. Когда давление будет приближаться к величине несущей способности, различие между сопротивлениями почвы при первом приложении нагрузки и последующих нагружениях исчезнет. Поэтому можно принять, что несущая способность слабо упрочняющихся почв не зависит от количества нагружений. Увеличение сопротивления в начальный период каждого повторного нагружения будем учитывать изменением коэффициента объемного смятия, который зависит от характера протекания процесса деформации в начальный период. Назовем его условным коэффициентом объемного смятия при *n*-м нагружении – $k_{\text{уп}}$. Тогда зависимость между напряжением и деформацией при *n*-м нагружении запишется следующим образом:

$$\sigma_n = p_0 th\left(\frac{k_{\text{уп}}}{p_0}\Delta h_n\right),$$

где Δh_{n} – приращение осадки при *n*-м цикле, м.

Условный коэффициент объемного смятия равен

$$k_{\text{уп}} = \frac{k}{k_u \lg\left(n/(n-1)\right)}. \quad (14)$$

Зависимость между напряжением и деформацией при *n*-м нагружении имеет такой вид:

$$\sigma_n = p_0 th\left(\frac{k}{p_0}\frac{1}{k_u \lg\left(n/(n-1)\right)}\Delta h_n\right). \quad (15)$$

С целью исследования влияния свойств почвы и характера нагружения колес были проведены экспериментальные исследования в почвенном канале. Экспериментальная установка состояла из четырех колес 5.00–10, движущихся по следу друг за другом (рис. 3). При проведении экспериментальных исследований на модели многоосной ходовой системы напряжения и осадку почвы определяли с помощью месдоз и индукционного следомера (рис. 4).

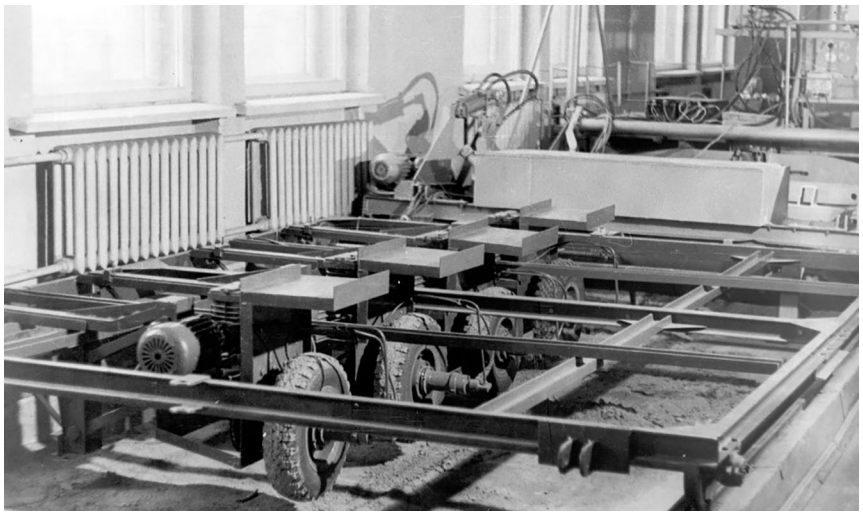


Рис. 3. Физическая модель многоосной ходовой системы
Fig. 3. Physical model of multiaxis running system

При проведении опытов на дерново-подзолистой супесчаной почве малой влажности (W = 7,1 %) установлено, что нарастание глубины следа сопровождается увеличением контактных напряжений (рис. 5).

Для описания процесса следообразования на таких почвах хорошо подходит зависимость (11). Расчеты, проведенные на основании нее, показывают, что осадка колес при повторных проходах осуществляется лишь за счет повышения контактных напряжений.

Таким образом, у сильно упрочняющихся почв след формируется и стабилизируется после первого прохода колеса. При последующих проходах колес по следу приращение осадки незначительное. На таких почвах рекомендуется применять многоосные ходовые системы, так как сопротивление качению при последующих проходах будет снижаться.

На суглинистой почве с влажностью W = 17,2 % повторные деформации происходили без повышения напряжений в контакте колес с почвой (рис. 6). Для таких почв зависимость (13) накопления повторных деформаций хорошо согласуется с опытными данными.

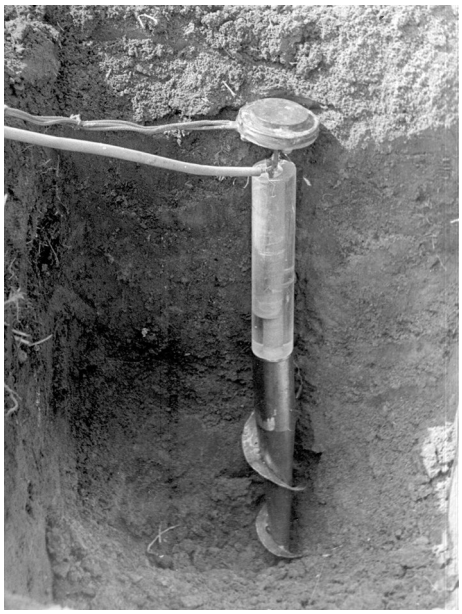
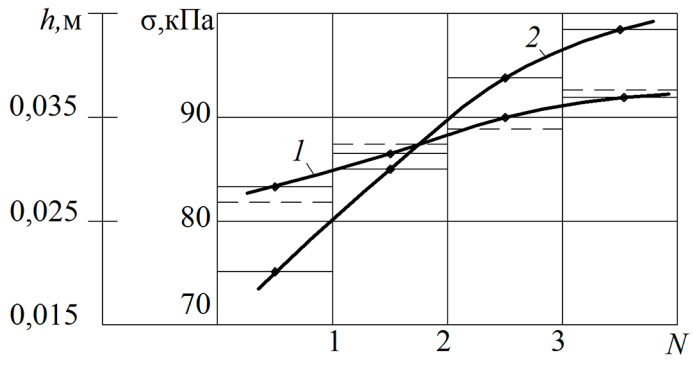


Рис. 4. Прибор для одновременного замера напряжений и осадки почвы под воздействием многоосной ходовой системы
Fig. 4. The device for simultaneous measurement of tension and rainfall of the soil under influence of multiaxis running system

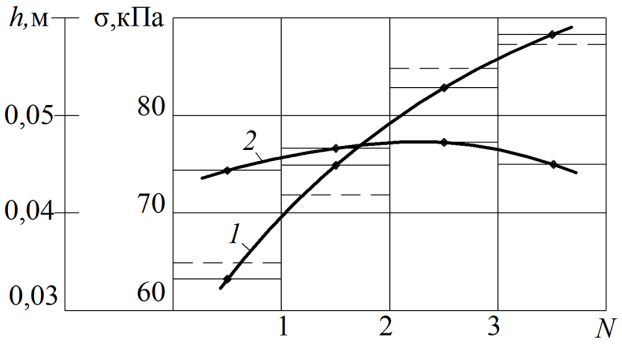


––––– – теоретическая зависимость; – – – – – – экспериментальная зависимость

Рис. 5. Нарастание глубины следа (кривая *1*) и контактных напряжений (кривая *2*) для сильно упрочняющейся почвы под воздействием многоосной ходовой системы

––––– – theoretical dependence; – – – – – – experimental dependence

Fig. 5. Increase of depth of a trace (curve *1*) and contact tension (curve *2*) for strongly strengthened soil under the influence of multiaxis running system



––––– – теоретическая зависимость;
– – – – – – экспериментальная зависимость

Рис. 6. Нарастание глубины следа (кривая *1*) и контактных напряжений (кривая *2*) для слабо упрочняющейся почвы под воздействием многоосной ходовой системы

––––– – theoretical dependence;
– – – – – – experimental dependence

Fig. 6. Increase of depth of a trace (curve 1) and contact tension (curve 2) for poorly strengthened soil under the influence of multiaxis running system

У слабо упрочняющихся почв период стабилизации осадки больше, чем у сильно упрочняющихся почв. При последующих проходах колес по следу нарастание осадки весьма ощутимо, поэтому для таких почв рекомендуется применять движители, у которых колеса не перемещаются по следу предыдущих опор.

Экспериментальные исследования показали, что предложенные зависимости накопления повторных осадок (11) и (13) не отражают всего многообразия почвенных условий.

Рассмотрим, происходит ли осадка колеса при последующих проходах лишь от повышения напряжения в контакте колеса с почвой или имеет место и деформация, которую нельзя объяснить повышением напряжения. На рис. 7 приведены экспериментальные данные давления колес и осадка при каждом проходе. Осадка колеса, осуществленная за счет повышения контактного напряжения, находилась из зависимости (11). Предел несущей способности и коэффициент объемного смятия определяли по результатам опытов от прохода единичного колеса: $p_0 = 500$ кПа, $k = 2700$ кН/м^3.

Из результатов эксперимента видно, что не вся глубина следа осуществлялась за счет повышения контактных напряжений. Анализ показал, что в общем случае деформация почвы равна

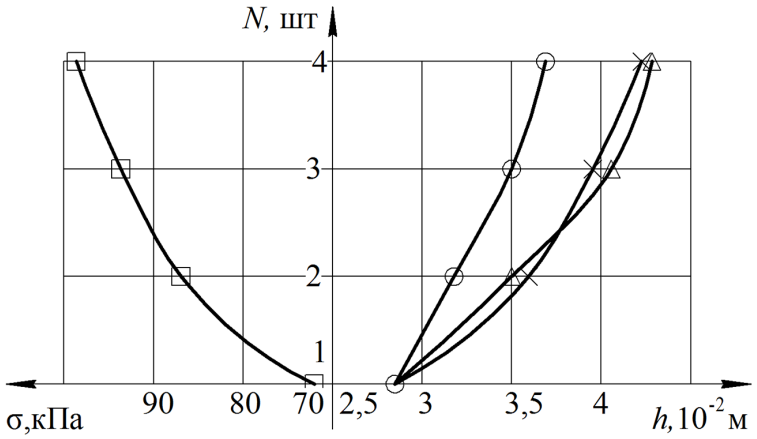
$$h_n = \frac{p_0}{k}\left[\operatorname{Arch}\left(\frac{n^{b\frac{k}{p_0^2}}}{\sqrt{1-\sigma_1^2/p_0^2}}\right)+\operatorname{Arth}\left(\frac{\sigma_1}{p_0}\right)k_u \lg n\right]. \qquad (16)$$

В данном уравнении первое слагаемое правой части представляет собой осадку, развиваемую за счет повышения напряжения; второе – осадку без повышения напряжения.

Для определения коэффициентов b и k_u уравнение (16) представим в таком виде:

$$h_n = \frac{p_0}{k}\left[\operatorname{Arth}\left(\frac{\sigma_n}{p_0}\right)+\operatorname{Arth}\left(\frac{\sigma_1}{p_0}\right)k_u \lg n\right], \qquad (17)$$

где σ_n – напряжение после n циклов, Па.



□ – развиваемые напряжения; ○ – осадка от повышения напряжений; × – полная осадка; Δ – теоретическая зависимость

□ – the developed tension; ○ – draft from increase in tension; × – full draft; Δ – theoretical dependence

Рис. 7. Нарастание напряжений и осадки при повторных деформациях почвы под воздействием многоосной ходовой системы

Fig. 7. Increase of tension and draft at repeated deformations of the soil under the influence of multiaxis running system

Из анализа уравнений (16) и (17) следует:

$$\mathrm{Arth}\left(\frac{\sigma_n}{p_0}\right) = \mathrm{Arch}\left(\frac{n^{b\frac{k}{p_0^2}}}{\sqrt{1-\sigma_1^2/p_0^2}}\right). \quad (18)$$

Выражение (18) представим следующим образом:

$$\left(\frac{n^{b\frac{k}{p_0^2}}}{\sqrt{1-\sigma_1^2/p_0^2}}\right) = \mathrm{ch}\left(\mathrm{Arth}\frac{\sigma_n}{p_0}\right). \quad (19)$$

Прологарифмируем выражение (19):

$$b\frac{k}{p_o^2}\lg n - \frac{1}{2}\lg\left(1-\frac{\sigma_1^2}{p_0^2}\right) = \lg\mathrm{ch}\left(\mathrm{Arth}\frac{\sigma_n}{p_0}\right).$$

Отсюда

$$b = \frac{p_0^2}{k\lg n}\left[\lg\mathrm{ch}\left(\mathrm{Arth}\frac{\sigma_n}{p_0}\right) + \frac{1}{2}\lg\left(1-\frac{\sigma_1^2}{p_0^2}\right)\right]. \quad (20)$$

Из уравнения (16):

$$k_u = \frac{\left(\frac{k}{p_0}\right)h_n - \mathrm{Arth}\left(\frac{\sigma_n}{p_0}\right)}{\lg n\,\mathrm{Arth}\left(\frac{\sigma_1}{p_0}\right)}. \quad (21)$$

Для случая деформирования почвы, проиллюстрированного на рис. 7, $b = 0{,}57$; $k_u = 0{,}36$.

Проанализируем, как происходит накопление повторных деформаций в зависимости от величины давления колес на почву. Из рис. 8, построенного на основании зависимости (11), видно, что у сильно упрочняющихся почв интенсивность накопления повторных деформаций снижается с увеличением отношения давления к пределу несущей способности почвы.

В общем случае у почв накопление повторных деформаций при небольших удельных нагрузках происходит в основном за счет составляющей от повышения напряжений. При увеличении отношения давления к несущей способности почвы доля этой составляющей падает и накопление повторных деформаций осуществляется за счет составляющей осадки, происходящей без повышения напряжения (рис. 9). Этот анализ сделан на основании зависимости (16).

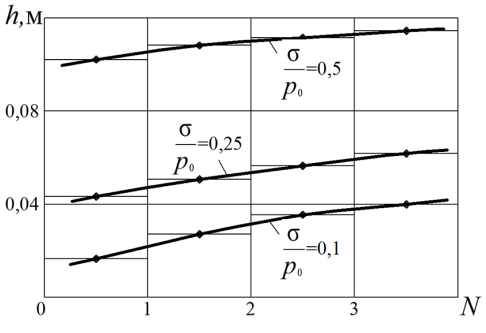
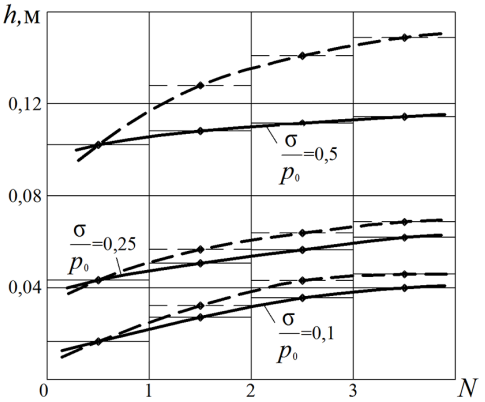


Рис. 8. Накопление повторных деформаций сильно упрочняющейся почвы под воздействием многоосной ходовой системы

Fig. 8. Accumulation of repeated deformations of strongly strengthened soil under the influence of multiaxis running system



––––– – составляющая осадки от повышения напряжения; – – – – – составляющая осадки, происходящей без повышения напряжения

Рис. 9. Накопление повторных деформаций почвы под воздействием многоосной ходовой системы

––––– – the making draft from increase in tension; – – – – – the making draft, occurring without increase in tension

Fig. 9. Accumulation of repeated deformations of the soil under the influence of multiaxis running system

Выводы

1. Для определения закономерностей накопления повторных осадок применена зависимость Больцмана, связывающая энтропию процесса и вероятность данного состояния (статистическая интерпретация второго начала термодинамики). Полученные закономерности (11), (17), (19) и (22) позволяют определить деформацию почвы в зависимости от различных режимов работы и параметров ходовых систем МТА, а также физико-механических свойств почвы.

2. У сильно упрочняющихся почв интенсивность накопления повторных деформаций снижается с увеличением отношения давления к пределу несущей способности почвы.

3. В общем случае у почв накопление повторных деформаций при небольших удельных нагрузках происходит в основном за счет составляющей от повышения напряжений. При увеличении отношения давления к несущей способности почвы доля этой составляющей падает и накопление повторных деформаций осуществляется за счет составляющей осадки, происходящей без повышения напряжения.

Список использованных источников

1. *Русанов, В.А.* Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения / В.А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.

2. *Романюк, Н.Н.* Снижение уплотняющего воздействия на почву вертикальными вибродинамическими нагрузками пневмоколесных движителей: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Н.Н. Романюк. – Минск, 2008. – 206 л.

3. Влияние почвенных условий на формирование машинно-тракторных агрегатов / И.Н. Шило [и др.] // Агропанорама. – 2006. – №1. – С. 7–11.

4. *Афанасьев, Н.И.* Влияние уплотнения машинно-тракторными агрегатами на свойства, режимы почвы и урожай сельскохозяйственных культур: дерново-подзолистые почвы Белоруссии / Н.И. Афанасьев, И.И. Подобедов, А.Н. Орда // Переуплотнение пахотных почв: причины, следствия, пути уменьшения. – М., 1987. – С. 46–59.

5. *Кушнарев, А.С.* Проблемы повышения плодородия почв / А.С. Кушнарев // Техника в сел. хоз-ве. – 1989. – №1. – С. 4–7.

6. *Орда, А.Н.* Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис. … д-ра техн. наук: 05.20.03 / А.Н. Орда. – Минск, 1997. – 269 л.

7. Закономерности уплотнения почвы под воздействием колес сельскохозяйственных машин / И.Н. Шило [и др.] // Агропанорама. – 2016. – №2. – С. 2–8.

8. Влияние количества осей ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники на глубину следа / И.Н. Шило [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – №4. – С. 37–42.

9. *Вядов, С.С.* Реологические основы механики грунтов / С.С. Вядов. – Минск : Высшая школа, 1978. – 448 с.

10. *Беккер, М.Г.* Введение в теорию систем местность – машина / М.Г. Беккер. – М.: Машиностроение, 1973. – 520 с.

11. *Агейкин, Я.С.* Проходимость автомобилей / Я.С. Агейкин. – М.: Машиностроение, 1981. – 232 с.

12. *Кацыгин, В.В.* Основы теории выбора оптимальных параметров мобильных сельскохозяйственных машин и орудий / В.В. Кацыгин // Вопросы с.-х. механики. – Минск: Ураджай, 1964. – Т. 13. – С. 5–147.

13. Закономерности накопления повторных осадок почвы при воздействии ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники / И.Н. Шило [и др.] // Агропанорама. – 2014. – №6. – С. 2–7.

14. Перспективные мобильные энергетические средства для сельскохозяйственного производства / В.В. Кацыгин [и др.]; под общ. ред. В.В. Кацыгина. – Минск: Наука и техника, 1982. – 272 с.

15. *Агейкин, Я.С.* Вездеходные колесные и комбинированные движители / Я.С. Агейкин. – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.

References

1. *Rusanov, V.A.* (1998) *Problema pereuplotneniya pochv dvizhitelyami i effektivnye puti ee resheniya* [Soil compaction problem propellers and efficient ways to solve], VIM, Moscow, RU

2. *Romanyuk, N.N.* (2008) “Reducing the impact on soil sealing vertical loads vibrodynamic pneumatic wheel propulsion”, Abstract of Ph.D. dissertation, Technologies and means of mechanization of agriculture, Minsk, BY

3. *Shilo, I. N., Orda, A.N., Gireiko, N.A., Seleshi, A.B.* (2006) “Influence of soil conditions on the formation of the machine and tractor units”, *Agropanorama* [Agropanorama], no. 1, pp. 7–11.

4. *Afanas’ev, N. I., Podobedov, I.I., Orda, A.N.* (1987) “Effect of sealing machine and tractor units on the property regimes of the soil and agricultural crops: Sod-podzolic soils of Belarus”, *Pereuplotnenie pakhotnykh pochv: Prichiny, sledstviya, puti umen’sheniya* [Compaction of arable soils: causes, consequences, ways of reducing the], Nauka, Moscow, RU, pp. 46–59.

5. *Kushnarev, A.S.* (1989) “Problems of improving soil fertility”, *Tekhnika v sel’skom khozyaistve* [Technology in Agriculture], no. 1, pp. 4–7.

6. *Orda, A.N.* (1997) “Environmental and energy bases of formation of the machine and tractor units”, Abstract of D. Sc. Dissertation, Technologies and maintenance service means in agriculture, Minsk, BY

7. *Shilo, I. N., Romanyuk, N. N., Orda, A. N., Shklyarevich, V. A., Vorobei, A. S.* (2016) "Patterns of soil compaction under the influence of agricultural machinery wheels", *Agropanorama* [Agropanorama], no. 2, pp. 2–8.

8. *Shilo, I. N., Orda, A. N., Romanyuk, N. N., Nukeshev, S. O., Kushnir, V. G.* (2016) "Influence of the number of axes running mobile agricultural machinery systems on the track depth", *Traktory i sel'khozmashiny* [Tractors and farm machinery], no. 4, pp. 37–42.

9. *Vyadov, S. S.* (1978) *Reologicheskie osnovy mekhaniki gruntov* [Rheological basics of soil mechanics], Vysshaya shkola, Minsk, BY

10. *Bekker, M. G.* (1973) *Vvedenie v teoriyu sistem mestnost' – mashina* [Introduction to the area of systems – car], Mashinostroenie, Moscow, RU

11. *Ageikin, Ya. S.* (1981) *Prokhodimost' avtomobilei* [Car patency], Mashinostroenie, Moscow, RU

12. *Katsygin, V. V.* (1964) "Basic theory of selecting optimal parameters of mobile agricultural machinery and implements", *Voprosy sel'skokhozyaistvennoi mekhaniki mekhaniki* [Questions agricultural mechanics Mechanics], Uradzhai, Minsk, By, vol. 13, pp. 5–147.

13. *Shilo, I. N., Romanyuk, N. N., Orda, A. N., Shklyarevich, V. A., Vorobei, A. S.* (2014) "Laws of accumulation of sediment re-running of the soil under the influence of mobile agricultural machinery systems", *Agropanorama* [Agropanorama], no. 6, pp. 2–7.

14. *Katsygin, V. V.* [i dr.] (1982) *Perspektivnye mobil'nye energeticheskie sredstva dlya sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva* [Future mobile energy means for agricultural production], in V. V. Katsygin (ed.), Nauka i tekhnika, Minsk, BY

15. *Ageikin, Ya. S.* (1972) *Vezdekhodnye kolesnye i kombinirovannye dvizhiteli* [ATV wheels and dual propellers], Mashinostroenie, Moscow, RU

Информация об авторах

Шило Иван Николаевич – доктор технических наук, профессор, ректор университета, Белорусский государственный аграрный технический университет (пр. Независимости, 99, 220023, Минск, Республика Беларусь). E-mail: bgatu@gmail.com

Романюк Николай Николаевич – кандидат технических наук, доцент, первый проректор, Белорусский государственный аграрный технический университет (пр. Независимости, 99, 220023, Минск, Республика Беларусь). E-mail: bgatu@gmail.com

Орда Александр Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой, Белорусский государственный аграрный технический университет (пр. Независимости, 99, 220023, Минск, Республика Беларусь). E-mail: ordaan@tut.by

Шкляревич Виктор Александрович – магистрант, старший преподаватель, Белорусский государственный аграрный технический университет (пр. Независимости, 99, 220023, Минск, Республика Беларусь). E-mail: bgatu@gmail.com

Воробей Александр Сергеевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства (ул. Кнорина, 1, 200007, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belagromech@tut.by

Information about the author

Shilo Ivan N. – Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Belarusian State Agrarian Technical University (Minsk, Belarus). E-mail: bgatu@gmail.com

Romanyuk Nikolai N. – Doctor of Philosophy (Engineering), Assistant Professor, the Belarusian State Agrarian Technical Universty (Minsk, Belarus). E-mail: bgatu@gmail.com

Orda Alexander N. – Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Belarusian State Agrarian Technical University (Minsk, Belarus). E-mail: ordaan@tut.by

Shkliarevich Victor A. – Postgraduate student, the Belarusian State Agrarian Technical University (Minsk, Belarus). E-mail: bgatu@gmail.com

Vorobei Alexander S. – Doctor of Philosophy (Engineering), the Scientific and Practical Center of the NAS of Belarus on Agriculture Mechanization (Minsk, Belarus). E-mail: belagromech@tut.by

Для цитирования

Закономерности следообразования при взаимодействии с почвой многоосной ходовой системы машинно-тракторных агрегатов / И. Н. Шило [и др.] // Вес. Нац. акад. навук. Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2016. – № 4. – С. 108–117.

For citation

Shilo I. N., Romanyuk N. N., Orda A. N., Shkliarevich V. A., Vorobei A. S. Rules of trace formation at contact of multi-axis running system of machine and tractor units with soil. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series,* 2016, no 4, pp. 108–117.

ISSN 1817-7204 (print.)

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ВЫТВОРЧАСЦІ

PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTION

УДК 664.769

Поступила в редакцию 05.07.2016
Received 05.07.2016

В. А. Шаршунов, Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, М. Н. Галдова

Могилевский государственный университет продовольствия Республика Беларусь, e-mail: urbanchik@tut.by

ПОЛУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО ЗЕРНОВОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ СМЕСЕЙ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И ОВСА ГОЛОЗЕРНОГО

Наиболее популярной зерновой культурой среди потребителей является пшеница и продукты на ее основе, а наиболее полезными являются продукты переработки овса. Проращивание зерновых культур – один из инновационных способов повышения их биологической ценности. Цель работы – получение нового зернового продукта на основе смесей пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного. Анализ качества зерна и продуктов его переработки проводили по общепринятым методикам. Изучены физико-химические показатели качества, химический состав и семенные свойства сортового зерна овса голозерного и продовольственного зерна пшеницы. Установлено соответствие сырья требованиям ТУ BY 700036606.104–2013 «Зерно злаковых культур для проращивания». Проведена оценка содержания витаминов и аминокислот в зерновом сырье. Изучен процесс проращивания смеси пшеницы и овса голозерного в различных соотношениях. Получены оптимальные режимы проращивания зерна пшеницы и овса голозерного в смеси. Установлено, что с увеличением содержания в зерновой смеси овса голозерного уменьшается общее время проращивания вследствие уменьшения длительности воздушно-водяных пауз. Проведены опытно-промышленные испытания получения овсяно-пшеничной смеси пророщенного зерна. Установлено ее соответствие требованиям к качеству и безопасности пищевой продукции, также отмечены высокие пищевые достоинства: наличие пищевых волокон, высокое содержание витаминно-минерального комплекса и аминокислот. Разработанная технология позволит расширить ассортимент пищевых продуктов функционального назначения.

Ключевые слова: овес голозерный, пшеница, семенные свойства, пророщенное зерно, биологически активный продукт, смесь.

V. A. Sharshunov, E. N. Urbanchik, A. E. Shalyuta, M. N. Galdova

Mogilev State University for Foodstuffs, Mogilev, Belarus, e-mail: urbanchik@tut.by

OBTAINING BIOLOGICALLY ACTIVE CEREAL PRODUCT BASED ON MIXTURES OF SPROUTED WHEAT GRAIN AND HULLESS OAT

The most popular grain crop among consumers is wheat and products based on wheat, and the most useful and good for health are the oats processed products. Sprouting of grains – is one of innovative ways to improve their biological value. The aim of research – to obtain a new grain product based on mixes of sprouted wheat and hulless oat. The analysis of grain quality and processing products was carried out by conventional methods. Physical and chemical parameters of quality, chemical composition and seed properties of high-quality hulless oat grain and food wheat grain were determined. Correspondence of the raw materials to requirements of TU 700 036 606.104–2013 "Cereals grain for sprouting" was confirmed. Evaluation of vitamins and amino acids levels in the grain raw materials was carried out. The process of wheat and hulless oats mixture sprouting in different ratios was studied. The perfect variants of wheat and hulless oats mixture sprouting are obtained. It was determined that with the increase of hulless oat content in the grain mixture, the total sprouting time decreases due to reduction of time for air-water breaks. Pilot tests for producing oat-wheat mixture of sprouted grains were performed. Its compliance with the requirements for quality and food safety was determined, and also high nutritional advantages were determined: presence of dietary fiber, high level of vitamin and mineral complex and amino acids. The developed technology will allow to widen the assortment of functional purpose food products.

Keywords: hulless oat, wheat, seed properties, sprouted grain, biologically active product, mixture.

В последние годы в различных странах, в том числе и в Республике Беларусь, большое внимание уделяется разработке функциональных продуктов питания [1–3]. Вместе с тем, увеличивается интерес потребителей к натуральным и полезным продуктам. Экономически выгодным сырьем для производства продуктов, обладающих перечисленными свойствами, являются зерновые культуры, произрастающие на всей территории страны. Наиболее популярной зерновой культурой среди потребителей является пшеница и продукты на ее основе, а наиболее полезными являются продукты переработки овса. Менее энергозатратной является технология переработки овса голозерного. По сравнению с пленчатым овсом у его зерновок отсутствуют цветковые пленки, в связи с этим технологический процесс переработки значительно сокращается [4–8].

Особенно следует отметить наличие в пророщенном зерне повышенного количества витаминов и микроэлементов, омолаживающих ткани организма на клеточном уровне [9, 10].

По сравнению с цельным зерном пророщенное зерно содержат в 50 раз больше витамина Е (токоферола) – основного антиоксиданта, который замедляет процессы старения организма; более чем в 5 раз больше витамина B_6; в 1,5 раза больше витамина B_1; увеличено содержание фолиевой кислоты в 4 раза, витамина B_2 – в 13,5 раза; повышены концентрации природных антибиотиков, антиоксидантов, стимуляторов роста; в 3–4 раза больше витаминов F и P; в 2–3 раза больше белковых соединений; в 4–5 раз больше жиров [11–13].

Установлено, что проращивание зерна сопровождается увеличением относительного количества пищевых волокон, содержащихся главным образом в плодовой и семенной оболочках зерновки, за счет деструкции полисахаридов (главным образом, крахмала) [14, 15]. В результате проращивания увеличивается доля небелкового остатка и возрастает содержание лизина, треонина, лейцина, валина, изолейцина и метионина, что свидетельствует о повышении биологической ценности продуктов из пророщенного зерна [16–18].

В процессе проращивания проростки поглощают микроэлементы и другие минеральные вещества из воды, которая используется для проращивания. Более того, минеральные вещества в проростках хелатированы, т.е. находятся в естественном состоянии – связаны с аминокислотами и поэтому хорошо усваиваются человеческим организмом [14]. Таким образом, создание биологически активного зернового продукта повышенной пищевой ценности является перспективным и актуальным.

Цель работы – получение зернового продукта, уникальность которого заключается в инновационном способе повышения его биологической ценности. Одним из таких способов является проращивание зерновых культур, их использование позволит разнообразить ассортимент продукции, а также придать продуктам оригинальную вкусовую гамму и обогатить биологически активными веществами.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на базе кафедры хлебопродуктов Могилёвского государственного университета продовольствия в 2015 г. Объектами исследования являлись 10 образцов сортового зерна овса голозерного 2014 и 2015 гг. урожая, выращенные на сортоиспытательных участках РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», и 10 образцов продовольственного зерна пшеницы 2014 и 2015 гг. урожая, заготовляемого на ЧПТУП «Горецкий элеватор» Могилевской области.

Проращивание зерна проводили при температуре 20 °С, влажности 85 % в течение 48 ч до образования ростка 1,5–2,0 мм. Качество зерна и продуктов его переработки анализировали по общепринятым методикам. Содержание аминокислот определяли с помощью высокоэффективной жидкостной храмотографии. Содержание витаминов – в соответствии с ГОСТ 7047–55. Энергию прорастания и жизнеспособности – в соответствии с ГОСТ 11912039–82 и ГОСТ 10968–88. Амилолитическую (декстринирующую) активность определяли методом В. И. Родзевич и Д. Н. Климовского, осахаривающую способность – с использованием калориметрического метода для определения восстанавливающих сахаров, протеолитическую активность – по модифицирующему методу Ансона.

Результаты и их обсуждение. От качества зерна зависят качество и потребительские свойства вырабатываемой из него продукции. Исследование технологических свойств сырья

облегчает определение требуемых технологических режимов и делает возможным максимальное использование производственного оборудования, снижение потерь в ходе производства и улучшение качества вырабатываемой продукции.

Этап I. Исследование физико-химических свойств и химического состава исследуемых образцов зерна пшеницы и овса голозерного (табл. 1) показало, что исследуемые показатели натуры, массы 1000 зерен, плотности зерна, объема зерновки, а также химический состав лежат в пределах среднестатистических значений. Однако наиболее высокими значениями данных показателей обладает пшеница ввиду особенностей своего анатомического строения.

Таблица 1. **Физико-химические показатели и химический состав зерна**

Наименование показателя	Пшеница	Овёс голозерный
Массовая доля влаги, %	6,90±0,12	9,0±0,12
Массовая доля белка, %	13,50±0,15	19,8±0,15
Массовая доля крахмала, %	50,0±0,11	56,3±0,11
Массовая доля клетчатка, %	7,71±0,13	1,85±0,13
Зольность, %	2,99±0,11	2,04±0,11
Массовая доля жира, %	1,50±0,10	4,30±0,10
Жизнеспособность, %	86±3	91±3
Энергия прорастания, %	84±2	88±2
Натура, г/л	790±2,0	653±2,0
Масса 1000 зерен, г	38,69±0,5	21,60±0,5
Плотность, г/см^3	1,35±0,15	1,29±0,15
Объем зерновки, мм^3	33,5±0,5	16,2±0,3

Натура изученных образцов колеблется в пределах 653–790 г/л. Масса 1000 зерен изменяется в пределах 21,60–38,69 г. Плотность исследуемого зерна колеблется от 1,29 до 1,35 г/см^3. Объем зерновки исследуемых культур – от 16,2 до 33,5 мм^3.

Жизнеспособность и энергия прорастания исследуемых образцов находится в пределах 84–91, что соответствует нормативным требованиям [19]. Только в этом случае при последующем замачивании происходит достаточная активизация ферментного комплекса и начинается процесс прорастания, что позволяет в дальнейшем получать продукты высокой пищевой и биологической ценности.

Важной характеристикой перерабатываемого зерна является оценка содержания витаминов и аминокислот с целью дальнейшего сохранения их при переработке. Содержание витаминов и аминокислот исследуемых образцов представлено в табл. 2.

Анализ полученных данных показал, что зерно овса голозерного характеризуется более богатым содержанием витаминов и аминокислот, содержание витамина B_1 больше в 2,5 раза, B_6 и B_c – в 1,5 раза. Содержание аминокислот – треонина, аланина, валина, лейцина, изолейцина, фенилаланина, гистидина, тирозина – больше в 1,2–1,7 раза, аспарагиновой кислоты – в 2 раза.

Этап II. Оптимизация процесса проращивания зерна пшеницы и овса голозерного. С целью итентификации процесса и снижения производственных затрат на проращивание отдельных культур – пшеницы и овса голозерного – замачивание и проращивание проводили в смеси.

Согласно разработанной ранее технологии [20], проращивание зерна осуществляли воздушно-водяным способом с использованием водопроводной воды температурой 8–12 °С. Режимы замачивания и проращивания зерна и зерновой смеси представлены на рис. 1.

Таблица 2. **Содержание витаминов и аминокислот, мг/100 г**

Содержание	Пшеница	Овёс голозерный
B_1	0,141 ± 0,11	0,352 ± 0,134
B_2	0,108 ± 0,008	0,078 ± 0,04
B_6	0,127 ± 0,112	0,199 ± 0,125
B_c	26,50 ± 5,87	40,20 ± 5,67
Д3	Не обнаружено	Не обнаружено
С	Не обнаружено	Не обнаружено
РР	1,39 ± 1,04	1,60 ± 0,07
β-каротин	0,20 ± 0,09	0,07 ± 0,02
Е	6,60 ± 3,20	6,10 ± 2,07
Аспарагиновая кислота	533,6 ± 125,3	1052,6 ± 247,3
Глютаминовая кислота	3525,1 ± 807,9	3648,3 ± 836,2
Серин	733,1 ± 169,8	741,6 ± 171,8
Треонин	354,4 ± 79,9	501,0 ± 113,0
Глицин	515,9 ± 115,1	564,1 ± 125,8
Аланин	410,8 ± 93,0	680,1 ± 153,9
Аргинин	592,5 ± 134,9	470,0 ± 107,0
Пролин	1258,8 ± 278,4	1351,8 ± 299,0
Валин	479,2 ± 106,1	641,5 ± 142,0
Метионин	50,0 ± 23,5	50,0 ± 15,6
Лейцин	1086,0 ± 221,1	1412,2 ± 287,5
Изолейцин	649,1 ± 132,2	790,7 ± 161,0
Фенилаланин	858,9 ± 188,8	1146,1 ± 251,9
Цистеин	202,3 ± 44,8	217,3 ± 48,1
Лизин	447,8 ± 99,1	467,3 ± 103,4
Гистидин	419,8 ± 92,7	599,2 ± 132,4
Тирозин	345,3 ± 76,3	453,0 ± 100,1

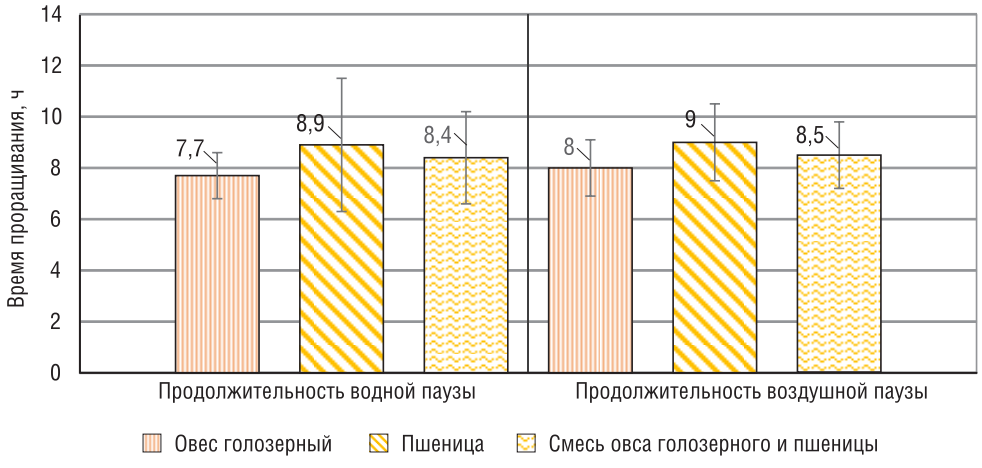


Рис. 1. Оптимальные режимы проращивания зерна и зерновой смеси

Согласно полученным оптимальным режимам проведены исследования процесса проращивания зерна пшеницы и овса голозерного в смеси (50 : 50) при условиях минимальной продолжительности пауз проращивания (водная пауза составила 6,6 ч, воздушная – 7,2 ч), максимальной продолжительности (водная пауза – 10,1 ч, воздушная – 9,8 ч), а также средних значениях

длительности пауз (водная пауза – 8,3 ч, воздушная – 8,5 ч). Во всех проведенных экспериментах при условиях минимальных и максимальных пауз воздушно-водяного проращивания количество пророщенных зерен с длинной ростка 1,5–2 мм составило менее 75 %. Процесс проращивания по средним значениям характеризовался высокой степенью прорастания зерна пшеницы (более 80 %) и низкой степенью прорастания зерна овса голозерного (менее 50 %) вследствие пересыхания зерна овса голозерного и недостаточной активацией ферментов зерна.

Этап III. Изучение процесса проращивания смесей данных культур в соотношениях от 10 до 90 %. Критерием оценки окончания проращивания являлось содержание проросших зерен не менее 75 % с длинной ростка не более 2 мм. По окончании воздушной паузы проводили доувлажнение зерна каждые 2 ч до достижения требуемых показателей. Результаты исследований представлены на рис. 2.

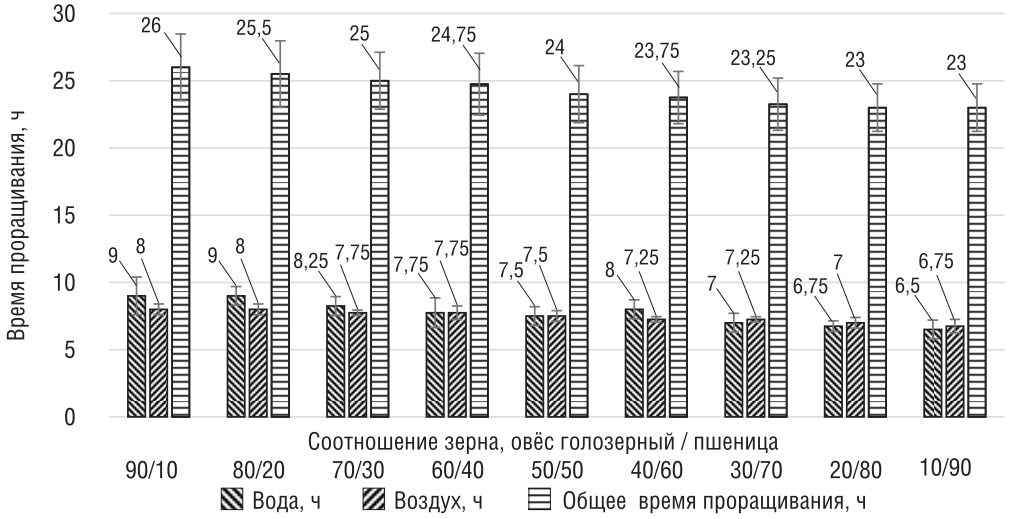


Рис. 2. Режимы проращивания овсяно-пшеничных смесей

Установлено, что с увеличением содержания в смеси зерна овса голозерного общее время проращивания уменьшается, как и длительности воздушно-водяных пауз. При проращивании зерна, согласно полученным оптимальным режимам, все образцы зерновой смеси соответствовали требованиям – количество проросших зерен более 75 % с длиной ростка не более 2 мм. Таким образом, представленные на рис. 2 режимы можно рекомендовать для получения пшенично-овсяных смесей пророщенного зерна.

Этап IV. По установленным режимам (водная пауза – 8 ч, воздушная пауза – 7,25 ч, общее время проращивания – 23,75 ч) проводили проращивание зерна в производственных условиях на базе солодовенной линии Горецкого филиала ОАО «Булочно-кондитерской компании «Домочай» в г. Горки, Могилевская область. Для дальнейших исследований была выбрана зерновая смесь с содержанием пшеницы 60 % и содержанием овса голозерного 40 %, как наиболее соответствующая критериям оценки окончания эксперимента при наименьшем общем времени проращивания. В результате опытно-промышленных испытаний установлено, что общее количество проросших зерен в пшенично-овсяной смеси составило 87 % с длинной ростка до 2 мм, что соответствует требованиям [19].

Одна из особенностей биохимических изменений, происходящих в прорастающем зерне, это увеличение содержания ферментов, в первую очередь амилолитического комплекса.

Анализ изменений активности ферментов при прорастании зерна и зерновой смеси (табл. 3) показал, что декстринирующая способность амилаз возросла почти в 1000 раз, осахаривающая способность – в 50 раз, активность протеаз увеличивается в 1,5–1,8 раза.

Таким образом, полученный новый продукт – пшенично-овсяная смесь пророщенного зерна – является биологически активным продуктом, обладает высокими пищевыми достоинствами, что обусловлено наличием пищевых волокн, высокой витаминной и ферментной активностью.

Таблица 3. **Изменения активности ферментов при прорастании зерна и зерновой смеси**

Вид продукта	Амилолитическая (декстринирующая) активность, ед. акт/ч	Осахаривающая способность, ед. акт/ч	Протеолитическая активность, ед. акт/ч
Сухое зерно пшеницы	80	12	0,5
Пророщенное зерно пшеницы	82000	600	0,75
Сухое зерно овса голозерного	72	5	0,3
Пророщенное зерно овса голозерного	75000	230	0,45
Сухая пшенично-овсяная смесь (60 : 40)	76	9	0,4
Пророщенная пшенично-овсяная смесь	79000	750	0,65

Выводы

Получен новый биологически активный пшенично-овсяный продукт, обладающий высокими пищевыми достоинствами. Установлено его соответствие требованиям к качеству и безопасности пищевой продукции. Разработанная технология дает возможность расширить ассортимент пищевых продуктов функционального назначения.

Список использованной литературы

1. *Тихомирова, Н. А.* Технология продуктов функционального питания / Н. А. Тихомирова. – М.: ООО «Франтэра», 2002 – 213 с.

2. *Чеботарев, О. Н.* Технология муки, крупы и комбикормов / О. Н. Чеботарев, А. Ю. Шаззо, Я. Ф. Мартыненко. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов-н/Д: Изд. центр «МарТ», 2004. – 688 с.

3. *Драгомирецкий, Ю. А.* Живая сила проростков / Ю. А. Драгомирецкий. – СПб.: Изд-во «Невский проспект», 1999. – 117 с.

4. *Павелзик, Е.* Характеристика овса голозерного и возможности его переработки в пищевых целях / Е. Павелзик // Mlunsko-Pekarensku prumusi. – 1987. – N 2. – P. 166–168.

5. *Дубина, Т. А.* Технология производства муки из овса голозерного: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Т. А. Дубина. – Могилёв, 2013. – 233 л.

6. *Баитова, С. Н.* Технология крупы и хлопьев из овса голозерного: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / С. Н. Баитова. – Могилёв, 2012. – 198 л.

7. *Лоскутов, И.* Овес – прошлое, настоящее и будущее / И. Лоскутов // Хлебопродукты. – 2007. – № 5. – С. 6.

8. *Митрофанов, А. С.* Овес / А. С. Митрофанов, К. С. Митрофанова. – М.: Колос, 1967. – 287 с.

9. Биотехнологические приемы повышения эффективности использования зерновых ресурсов Беларуси / В. А. Шаршунов [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2008. – № 1. – С. 101–106.

10. *Шаталова, Г. С.* Целебное питание / Г. С. Шаталова. – Екатеринбург: ЛИТУР, 2004. – 320 с.

11. *Majewska, K.* Correlation between some technological quality factors of wheat grain and its geometrical features / K. Majewska, W. Gudaczewski // Natur. Sci. – 2001. – N 6. – P. 67–79.

12. *Вигмор, Э.* Проростки – пища жизни / Э. Вигмор; пер. с англ. Е. Смирнова. – СПб.: ИД «ВЕСЬ», 2001. – 208 с.

13. *Ioannou, I.* Biological Activities and Effects of Food Processing on Flavonoids as Phenolic Antioxidants, Advances in Applied Biotechnology / I. Ioannou, M. Ghoul. – 2012. – N 3. – P. 56–61.

14. *Raven, P. H.* Germination. Biology of Plants / R. F. Evert, S. E. Eichhorn. – 7th Edition. – New York, 2005. – P. 70.

15. *Скурихин, И. М.* Химический состав пищевых продуктов / И. М. Скурихин. – М.: Агропромиздат, 1987. – Т. 2. – 360 с.

16. *Брэгг, П.* Система питания / П. Брэгг. – М.: ЭКСМО-Пресс, 2001. – С. 46.

17. *Казаков, Е. Д.* Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович. – М.: Агропромиздат, 1989. – 368 с.

18. *Егоров, Г. А.* Управление технологическими свойствами зерна / Г. А. Егоров. – 2-е изд. – М.: Изд. комплекс МГУПП, 2005. – 292 с.

19. Зерно злаковых культур для проращивания: ТУ BY 700036606.104–2013 / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта : утв. УО «Могилевский государственный университет продовольствия». – Могилёв, 2013. – 18 с. № гос. рег. 038560 от 17.07.2013 г.

20. Способ оптимизации проращивания зерна и семян : а 20130033 Респ. Беларусь, МПК (2006.01) A 23L 1/00 / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта; дата публ.: 30.06.13.

References

1. *Tikhomirova, N.A.* Tekhnologiya produktov funktsional'nogo pitaniya [Technology functional food], M. "Frantera" LLC, 2002 213 p.

2. *Chebotarev O.N., Shazzo A.Yu., Martynenko Ya. F.* Tekhnologiya muki, krupy i kombikormov [The technology of flour, cereals and animal feed], M.: IKTs «MarT», Rostov-n/D: Izd. tsentr «MarT», 2004, 688 p.

3. *Dragomiretskii, Yu.A.* Zhivaya sila prorostkov [Manpower seedlings], SPb.: Izd-vo «Nevskii prospekt», 1999, 117 p.

4. *Pavelzik, E.* Kharakteristika ovsa golozernogo i vozmozhnosti ego pererabotki v pishchevykh tselyakh [Golozernogo oats characteristics and possibilities of its processing for food], Mlunsko-Pekarensku prumusi, 1987, N2, P. 166–168.

5. *Dubina, T.A.* Tekhnologiya proizvodstva muki iz ovsa golozernogo: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.01 [Technology of production of flour from oats golozernogo: dis. ... cand. tehn. sciences], Mogilev, 2013, 233 l.

6. *Baitova, S.N.* Tekhnologiya krupy i khlop'ev iz ovsa golozernogo: dis. ... kand. tekhn. nayк: 05.18.01 [Technology cereals and cereal made from oats golozernogo: dis. ... cand. tehn. sciences] Mogilev, 2012. 198 l.

7. *Loskutov, I.* Oves – proshloe, nastoyashchee i budushchee [Oats – the past, present and future], Khleboprodukty, 2007, N5, P. 6.

8. *Mitrofanov A.S., Mitrofanova K.S.* Oves [Oats] M.: Kolos, 1967, 287 p.

9. *Sharshunov V.A.* Biotekhnologicheskie priemy povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya zernovykh resursov Belarusi [Biotechnological methods of increasing the efficiency of using grain resources in Belarus], Ves. Nats. akad. navuk Belarusi. Ser. agrar. Navuk, 2008, N1, P. 101–106.

10. *Shatalova, G.S.* Tselebnoe pitanie [Healing power], Ekaterinburg: LITUR, 2004, 320 p.

11. *Majewska, K., Gudaczewski W.* Correlation between some technological quality factors of wheat grain and its geometrical features, Natur. Sci., 2001, N6, P. 67–79.

12. *Vigmor, E.* Prorostki – pishcha zhizni [Sprouts – Food for Life], per. s angl. E. Smirnova, SPb.: ID «VES'», 2001, 208 p.

13. *Ioannou, I., Ghoul M.* Biological activities and effects of food processing on flavonoids as phenolic antioxidants, advances in applied biotechnology, 2012, N3, P. 56–61.

14. *Raven, P.H., Eichhorn S.E.,* Germination. Biology of Plants, 7th Edition, New York.: W.H. Freeman and Company Publishers, 2005, P. 70.

15. *Skurikhin, I.M.* Khimicheskii sostav pishchevykh produktov [The chemical composition of foods], M.: Agropromizdat, 1987, T.2, 360 p.

16. *Bregg, P.* Sistema pitaniya [Supply system], M.: EKSMO-Press, 2001, P. 46.

17. *Kazakov E.D., Kretovich V.L.* Biokhimiya zerna i produktov ego pererabotki [Biochemistry of grain and products of its processing], M.: Agropromizdat, 1989, 368 p.

18. *Egorov, G.A.* Upravlenie tekhnologicheskimi svoistvami zerna [Managing technological properties of grain], 2-e izd., M.: Izd. kompleks MGUPP, 2005, 292 p.

19. *Urbanchik E.N., Shalyuta A.E.* Zerno zlakovykh kul'tur dlya prorashchivaniya [Grain cereals germination]: TU VY 700036606.104–2013: utv. UO «Mogilevskii gosudarstvennyi universitet prodovol'stviya», Mogilev, 2013, 18 s. № gos. reg. 038560 ot 17.07.2013 g.

20. *Urbanchik E.N., Shalyuta A.E.* Sposob optimizatsii prorashchivaniya zerna i semyan [A method of optimizing the germination of grain and seeds]: a 20130033 Resp. Belarus', MPK (2006.01) A 23L 1/00; data publ.: 30.06.13.

Информация об авторах

Шаршунов Вячеслав Алексеевич – член-корреспондент, доктор технических наук, профессор, ректор университета, Могилевский государственный университет продовольствия (пр. Шмидта, 3, 212027, Могилев, Республика Беларусь). E-mail: mgup@mogilev.by

Урбанчик Елена Николаевна – кандидат технических наук, доцент, директор, Институт повышения квалификации и переподготовки кадров Могилевского государственного университета продовольствия (пр. Шмидта, 3, 212027, Могилев, Республика Беларусь). E-mail: urbanchik@tut.by.

Шалюта Анна Евгеньевна – кандидат технических наук, заместитель директора по учебной работе, Институт повышения квалификации и переподготовки кадров Могилевского государственного университета продовольствия (пр. Шмидта, 3, 212027, Могилев, Республика Беларусь). E-mail: shaluta@tut.by

Галдова Марина Николаевна – аспирант, Могилевский государственный университет продовольствия (пр. Шмидта, 3, 212027, Могилев, Республика Беларусь). E-mail: galdova@tut.by.

Information about the author

Sharshunov Vyacheslav A. – Corresponding Member, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Mogilev State University of Food Technologies (Mogilev, Belarus). E-mail: mgup@mogilev.by

Urbanchik Elena N. – Doctor of Philosophy (Engineering), Assistant Professor, Mogilev State University of Food Technologies, Institute for Advanced Atudies and Retraining (Mogilev, Belarus). E-mail: urbanchik@tut.by

Shalyuta Anna E. – Doctor of Philosophy (Engineering), Mogilev State University of Food Technologies, Institute for Advanced Atudies and Retraining (Mogilev, Belarus). E-mail: shaluta@tut.by

Galdova Marina N. – Postgraduate student, Mogilev State University of Food Technologies (Mogilev, Belarus). E-mail: galdova@tut.by.

Для цитирования

Получение биологически активного зернового продукта на основе смесей пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного / В. А. Шаршунов [и др.] // Вес. Нац. акад. навук. Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2016. – № 4. – С. 118–125.

For citation

Sharshunov V. A., Urbanchik E. N., Shalyuta A. E., Galdova M. N. Obtaining biologically active cereal product based on mixtures of sprouted wheat grain and hulless oat. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series,* 2016, no 4, pp. 118–125.

ВУЧОНЫЯ БЕЛАРУСІ

SCIENTISTS OF BELARUS

ЗЕНОН ВАЛЕНТИНОВИЧ ЛОВКИС

(К 70-летию со дня рождения)



Известный ученый в области теории гидравлики и гидропривода, техники и технологии процессов возделывания, уборки и переработки растительного сырья агропромышленного комплекса, заслуженный деятель науки Беларуси, член-корреспондент НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор Зенон Валентинович Ловкис 5 октября отметил свой юбилей.

З. В. Ловкис родился в 1946 г. в деревне Можейки Поставского района Витебской области. В 1961 г. поступил учиться в Городкский техникум механизации и электрификации сельского хозяйства (г. Городок Витебской Области). После окончания техникума был направлен по распределению в колхоз им. Мичурина Поставского района, где проработал до августа 1966 г. в должности инженера-механика хозяйства.

В 1966 г. З. В. Ловкис поступил в Московский институт инженеров сельского хозяйственного производства им. В. П. Горячкина. Здесь молодой учёный начал заниматься научно-исследовательской деятельностью, активно участвовал в общественной жизни института, занимаясь комсомольской и партийной работой. Окончив институт в 1971 г., З. В. Ловкис по рекомендации совета факультета был направлен для продолжения учебы в аспирантуру. Будучи аспирантом кафедры «Гидравлика и гидравлические машины» он с интересом занимался научными исследованиями, общественно-организационной и педагогической работой. В 1975 г. защитив кандидатскую диссертацию, посвященную изучению гидравлических систем регулирования, получил ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.20.01.

В 1974–1982 гг. Зенон Валентинович работал в Московском институте инженеров сельскохозяйственного производства им. В. П. Горячкина ассистентом, старшим преподавателем, доцентом. Продолжая заниматься наукой в области гидравлических приводов, он начал работу по созданию лаборатории, руководил исследованиями молодых аспирантов. За годы, проведенные здесь – в школе великих ученых В. П. Горячкина. В. А. Желиговского. В. Н. Болтинского и др., была заложена основа научных и образовательных принципов, создана серьезная теоретическая база, столь необходимая каждому исследователю.

Переехав в 1982 г. в Минск, З. В. Ловкис продолжил работу в Белорусском институте механизации сельского хозяйства, впоследствии переименованном в Белорусский аграрный технический университет, на протяжении 16 лет занимал разные должности: доцента, заведующего кафедрами «Теория механики и механизмов» и «Гидравлика и гидравлические машины».

За время работы в университете Зенон Валентинович организовал отраслевую научно-исследовательскую лабораторию «Гидроприводы сельскохозяйственной техники». На основе научных исследований по изучению технологий и процессов взаимодействия активных рабочих органов с сельскохозяйственными средами, по исследованию гидропривода рабочих органов и созданию шлейфа машин, проводимых под руководством Зенона Валентиновича, были разработаны новые машины и механизмы с гидроприводом активных рабочих органов. Среди них кар-

тофелеуборочные комбайны КПК-2–01, КПК-3, внедренные в серийное производство в 1987 г.; серия машин для обработки почв, приспособления для интенсификации рыхления клубненосного пласта, локального внесения удобрения, сепараторов и др. За разработку и освоение серийного производства картофелеуборочных комбайнов КПК-3 (КПК-2–01) З. В. Ловкис в числе других авторов был удостоен специальной премии Совета Министров СССР за высокоэффективную разработку.

В 1990 г. по инициативе и под руководством З. В. Ловкиса была создана кафедра «Гидравлики и гидравлических машин», разработана вся учебная документация, рабочие программы, учебные пособия, подготовлена лабораторная база. В этом же году З. В. Ловкис защитил докторскую диссертацию по проблеме интенсификации процессов взаимодействия регулируемых рабочих органов с сельскохозяйственной средой, в том же году ему было присвоено ученое звание профессора.

В 1997 г. З. В. Ловкис, имеющий большой опыт научно-педагогической и организационной работы, был переведен для дальнейшей работы в Министерство сельского хозяйства и продовольствия на должность начальника Главного управления образования и кадров. Курируя работу 4 вузов, 30 техникумов и колледжей, Института управления АПК, Центрального и областных учебных центров, он внес существенный вклад в совершенствование системы аграрного образования и подготовки кадров в Республике Беларусь. В этот период институты открывали новые специализации и становились университетами, совхозы-техникумы – колледжами, совершенствовалась учебная база, организовывались опытные производства, мини-фермы.

В 2000 г. З. В. Ловкис был приглашен на работу во вновь созданный концерн «Белгоспищепром». Являясь начальником Главного управления науки, образования, кадров и сертификации продукции концерна «Белгоспищепром», он за короткий период времени организовал открытие ряда специализаций, ранее отсутствующих в вузах Республики Беларусь, а также подготовку кадров в Москве, создал научно-исследовательский институт, который сам впоследствии и возглавил. Инициативный, настойчивый, целеустремленный и трудолюбивый Зенон Валентинович активно включился в новую для себя сферу деятельности, начав создавать новый институт с ремонта отведенного здания и помещений, оснащения исследовательских лабораторий современными приборами и оборудованием, внедрения новых технологий проектирования и организации научного обеспечения.

В 2001 г. З. В. Ловкис был назначен генеральным директором РУП «Белорусский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт пищевых продуктов», а 2006 г. – генеральным директором РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию», созданным во исполнение Указа Президента Республики Беларусь от 18 апреля 2006 г. № 242 о создании научно-практических центров.

Во многом благодаря личным и профессиональным качествам Зенона Валентиновича за время своего существования РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» стал ведущим научно-исследовательским учреждением пищевой индустрии республики. За это время объем произведенной научной продукций увеличился в 10 раз, разработаны и внедрены 150 проектов на новые производства, более 250 стандартов, создано свыше 8000 новых видов продуктов питания. Зенону Валентиновичу удалось сформировать коллектив специалистов способный успешно решать поставленные задачи. Этому во многом способствовало открытие аспирантуры по пяти специальностям, а также создание совета по защите диссертаций.

Рост показателей предприятия сопровождался развитием материально-технической базы, внедрением компьютерных технологий. Под руководством З. В. Ловкиса на базе Центра создан Республиканский контрольно-испытательный комплекс по качеству и безопасности продуктов питания. Национальный технический комитет по стандартизации, система ЦДК по оценке качества продуктов питания. Под его научным руководством подготовлены и успешно выполнены ГППИ «Рациональное питание», ОНТП «Картофельный крахмал», ОНТП «Продукты питания для людей пожилого возраста», ГПНИ «Инновационные технологии в АПК», НТП СГ «Отходы» и др. Он создал и организовал издание научно-технического журнала «Пищевая промышленность: наука и технологии».

Сотни учеников Зенона Валентиновича трудятся по всей Беларуси и за рубежом. Он подготовил 29 кандидатов и 1 доктора технических наук, которые сейчас самостоятельно и уверенно продвигаются в науке.

Зенон Валентинович является автором более 470 научных трудов, среди которых 14 книг и учебников, 103 патента на изобретения. Общее количество публикаций – 586.

В 2006 г. за успешное выполнение заданий по развитию народного хозяйства З. В. Ловкис награжден медалью «За трудовые заслуги», а в 2012 г. ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Республики Беларусь».

Зенону Валентиновичу присущи лучшие человеческие качества: высокая работоспособность и компетентность руководителя, организованность и самодисциплина, внимание и уважение к людям. Большое внимание он уделяет повышению профессионального уровня, как своего, так и подчиненных. Основательно изучает и вводит в практику лучший зарубежный и отечественный опыт работы по научному обеспечению развития пищевой промышленности, подбору, расстановке и воспитанию кадров. Умело сочетает в себе требовательность, дисциплинированность с доверием и умением организовать работу подчиненных.

Зенон Валентинович полон творческих задумок и новых планов по развитию РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию». Рядом с ним растет новое поколение представителей науки. Ученики и коллеги Зенона Валентиновича поддерживают высокий авторитет своего учителя и созданной им школы. Семья Зенона Валентиновича – супруга, дети и внуки – обеспечивает надежный тыл и создает условия для творческой работы.

Поздравляем Зенона Валентиновича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, счастья, благополучия, дальнейших творческих успехов на благо белорусской науки!

П. П. КАЗАКЕВИЧ, В. В. АЗАРЕНКО,
Н. А. ПОПКОВ, Ф. И. ПРИВАЛОВ,
С. А. ТУРКО, С. Г. ЯКОВЧИК