

Достижения науки и техники

АПК

Ежемесячный
теоретический
и научно-практический
журнал

Учрежден Министерством
сельского хозяйства РФ
и ООО «Редакция журнала
«Достижения науки и техники АПК»

Основан в июле 1987 года

11

, ноябрь, 2015, том 29

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Коршунов А.В., доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН (Москва, Россия)

РЕДКОЛЛЕГИЯ

- Алтухов А.И.** доктор экономических наук, академик РАН, руководитель отдела прогноза АПК и развития межрегиональных продовольственных связей ВНИИЭСХ (Москва, Россия)
- Бледных В.В.** доктор технических наук, академик РАН, главный научный сотрудник Челябинской ГАА (Челябинск, Россия)
- Бунин М.С.** доктор сельскохозяйственных наук, директор ЦНСХБ (Москва, Россия)
- Ганиева И.А.** доктор экономических наук, проректор по научной работе Кемеровского ГСХИ (Кемерово, Россия)
- Гулюкин М.И.** доктор ветеринарных наук, академик РАН директор Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии (ВИЭВ) (Москва, Россия)
- Завалин А.А.** член-корреспондент РАН, зав. лабораторией агрохимии азота и биологического азота ВНИИ агрохимии (Москва, Россия)
- Завражных А.И.** доктор технических наук, академик РАН, главный научный сотрудник Мичуринского ГАУ (Мичуринск, Россия)
- Калашников В.В.** доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор ВНИИ коневодства (Рязань, Россия)
- Каличкин В.К.** доктор сельскохозяйственных наук, первый заместитель председателя ФГБУ «Сибирское отделение аграрной науки» (Новосибирск, Россия)
- Лачуга Ю.Ф.** доктор технических наук, академик РАН, академик-секретарь Отделения сельского хозяйства РАН (Москва, Россия)
- Лукин С.В.** доктор сельскохозяйственных наук, профессор Белгородского государственного национального исследовательского университета (Белгород, Россия)
- Мазитов Н.К.** доктор технических наук, член-корреспондент РАН, профессор Казанского ГАУ (Казань, Россия)
- Попов В.Д.** доктор технических наук, академик РАН, директор Северо-Западного НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (Санкт-Петербург, Россия)
- Стребков Д.С.** доктор технических наук, академик РАН, директор Всероссийского НИИ электрификации сельского хозяйства (Москва, Россия)
- Сысуев В.А.** доктор технических наук, академик РАН, председатель Северо-Восточного регионального научного центра РАН, директор НИИСХ Северо-Востока (Киров, Россия)
- Сычев В.Г.** доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор ВНИИ агрохимии (Москва, Россия)
- Тютюнов С.И.** доктор сельскохозяйственных наук, директор Белгородского НИИСХ (Белгород, Россия)
- Чекмарев П.А.** доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор Департамента растениеводства, химизации и защиты растений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Москва, Россия)
- Шарипов С.А.** доктор экономических наук, член-корреспондент РАН, ученый секретарь Татарского института переподготовки кадров агробизнеса (Казань, Россия)

ИНОСТРАННЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

- Йорг-Томас Морсель** доктор наук (химия пищевых продуктов), вице-президент Международного облепихового общества, адъюнкт-профессор университета прикладных наук (Нойбранденбург, Германия)
- Фернандо О. Гарсия** доктор наук, директор по Латинской Америке и странам Южного конуса Международного института питания растений (Акассусо, Аргентина)

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Полные тексты статей доступны на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>.

Адрес редакции:

108996, ГСП-6, Москва, Б-78,
Садовая-Спасская, 18
«Достижения науки и техники АПК»

Почтовый адрес:

101000, г.Москва, Моспочтамт, а/я 166

Тел./факс: (495) 557-13-01

<http://www.agroapk.ru>

E-mail: agroapk@mail.ru

Журнал зарегистрирован
в Министерстве печати
и информации

Российской Федерации

регистрационный номер

ПИ №77-7665 от 30 марта 2001 года

Отпечатано в типографии

ООО «САМ Полиграфист»

129090, г. Москва, Протопоповский переулок, д. 6.

Заказ

Перепечатка материалов

только с письменного разрешения редакции

Monthly theoretical
and scientific practical journal

Achievements

of Science and Technology in Agro-Industrial Complex

“Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex” was founded by the Ministry of Agriculture of Russian Federation and OOO “Editorial Board of the Journal “Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex”

“Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex” was founded in July 1987.

11

, November, 2015, vol. 29

The journal is included in the List of Leading Reviewed Scientific Journals and Publications, where the main scientific results of doctoral and Ph.D. theses must be published.

EDITOR-IN-CHIEF

Korshunov A.V. Doctor of Sciences (agriculture), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences

EDITORIAL BOARD

- Altukhov A.I.** Doctor of Sciences (economics), member of the Russian Academy of Sciences, director of the department of forecast in AIC and development of interregional food connections of All-Russian Research Institute of Economics in Agriculture (Moscow)
- Blednykh V.V.** Doctor of Sciences (engineering), member of the Russian Academy of Sciences, chief research associate of Chelyabinsk State Agroengineering Academy (Chelyabinsk)
- Bunin M.S.** Doctor of Sciences (agriculture), director of Central Scientific Agricultural Library (Moscow)
- Ganieva I.A.** Doctor of Sciences (economics), Pro-rector for Research in Kemerovo SAI (Kemerovo)
- Gulyukin M.I.** Doctor of Sciences (veterinary science), member of the Russian Academy of Sciences, director of All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine (Moscow)
- Zavalin A.A.** corresponding member of the Russian Academy of Sciences, chief of Laboratory of Agrochemistry of Nitrogen and Biological Nitrogen of All-Russian Research Institute of Agrochemistry (Moscow)
- Zavrzhnov A.I.** Doctor of Sciences (engineering), member of the Russian Academy of Sciences, chief research scientist in Michurinsk SAU (Michurinsk)
- Kalashnikov V.V.** Doctor of Sciences (agriculture), member of the Russian Academy of Sciences, director of All-Russian Research Institute of Horse Breeding (Ryazan)
- Kalichkin V.K.** Doctor of Sciences (agriculture), the first deputy of chairman of Federal State Budgetary Institute (FSBI) “Siberian Department of Agrarian Science” (Novosibirsk)
- Lachuga Yu.F.** Doctor of Sciences (engineering), member of the Russian Academy of Sciences, academician-secretary of the Department of Agriculture of RAS (Moscow)
- Lukin S.V.** Doctor of Sciences (agriculture), professor of Belgorod State National Research University (Belgorod)
- Mazitov N.K.** Doctor of Sciences (engineering), corresponding member of the Russian Academy of Sciences, professor of Kazan SAU (Kazan)
- Popov V.D.** Doctor of Sciences (engineering), member of the Russian Academy of Sciences, director of North-West Research Institute of Agricultural Engineering and Electrification (Saint Petersburg)
- Strebkov D.S.** Doctor of Sciences (engineering), member of the Russian Academy of Sciences, director of All-Russian Research Institute of Electrification of Agriculture (Moscow)
- Sysuev V.A.** Doctor of Sciences (engineering), member of the Russian Academy of Sciences, director of Research Institute of Agriculture of North-East (Kirov)
- Sychev V.G.** Doctor of Sciences (agriculture), member of the Russian Academy of Sciences, director of All-Russian Research Institute of Agrochemistry (Moscow)
- Tyutyunov S.I.** Doctor of Sciences (agriculture), director of Belgorod Research Institute of Agriculture of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Belgorod)
- Chekmarev P.A.** Doctor of Sciences (agriculture), member of the Russian Academy of Sciences, director of Crop Production, Chemicalization and Plant Protection department of the Ministry of Agriculture of Russian Federation (Moscow)
- Sharipov S.A.** Doctor of Sciences (economics), corresponding member of the Russian Academy of Sciences, academic secretary of Tatar Institute of Personnel Retraining of Agribusiness (Kazan)

FOREIGN MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

- Jorg-Thomas Morsel** Doctor of Sciences (Food Chemistry), Vice-President of International Seabuckthorn Association, associate professor at University of Applied Science (Neubrandenburg)
- Fernando O. García** Doctor of Sciences, Latin America-Southern Cone Director of International Plant Nutrition Institute (Argentina)

The journal is included in the Russian Science Citation Index (RSCI).

Full texts of articles are available on the site of electronic scientific library eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>.

Editorial Office:

The “Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex” Editorial Office
18 Sadovaya-Spasskaya, B78,
Moscow, GSP6, 108996

Address for the correspondence:

POB 166, Moscow post office, Moscow, 101000

Tel/Fax: (495)5571301

<http://www.agroapk.ru>

Email: agroapk@mail.ru

The journal is registered
in Ministry of Press
and Information
of Russian Federation,
the registration number
№777665 of March 30, 2001

It was printed in typography OOO “SAM Poligrafist”,
Protopopovskiy alley 6, Moscow, 129090
Order
Reprinting of materials is allowed
only by written authorization of the Editorial Board

СОДЕРЖАНИЕ

П.А. Чекмарев. К юбилею великого агрохимика Д.Н. Прянишникова.....	5
В.Н. Сарыкин, В.А. Даммер. Динамика плодородия пахотных почв Алтайского края.....	8
В.И. Корчагин. Динамика агрохимического состояния пахотных почв Воронежской области.....	11
М.А. Жабин, С.В. Мухина, Ю.А. Коновалов, Н.И. Калашников. Динамика почвенных показателей юго-восточных и южных районов Воронежской области.....	14
В.Г. Лошаков. Значение научно-агрономического наследия Д.Н. Прянишникова в развитии земледелия Нечерноземной зоны.....	17

МЕХАНИЗМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

З.Ч. Пак, Ю.А. Китаёв, Д.П. Кравченко. Развитие социального капитала сельских территорий в условиях Белгородской области.....	22
Н.А. Журавель, А.В. Мифтахутдинов. Особенности расчёта экономической эффективности профилактики стресса у родительского стада кур.....	25

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

В.А. Сысуев, Л.И. Кедрова, Н.Е. Рубцова, Р.В. Русаков, И.А. Устюжанин, Е.И. Уткина. Концептуальные направления развития научно-инновационного проекта «Рожь России».....	28
М.Л. Пономарева, С.Н. Пономарев, Л.Ф. Гильмулина, Г-з. С. Маннапова. Фенотипическая оценка содержания пентозанов в ржаном шроте методом определения вязкости водного экстракта.....	32
Т.Б. Кулеватова, А.И. Прянишников, Л.Н. Злобина, Т.Я. Ермолаева. Новый методический подход к оценке смесительной способности зерна озимой ржи.....	36
Н.И. Стёпочкина, П.И. Стёпочкин. Использование микропушки при определении природы зерна отдельных растений.....	39
Н.З. Василова, Д.Ф. Асхадуллин, Д.Ф. Асхадуллин, Э.З. Багавиева, М.Р. Тазутдинова, И.И. Хусаинова, Г.Р. Насихова. Влияние условий выращивания на формирование урожайности яровой мягкой пшеницы.....	41
Е.А. Симаков, А.В. Митюшкин, В.А. Жарова, Г.В. Григорьев, А.А. Журавлев, А.С. Гайзатулин. Использование эколого-географических факторов для повышения результативности селекции картофеля.....	44
А.В. Журавлева. Размножение клоновых подвоев яблони зеленым черенком.....	47
С.Н. Витязь, Е.А. Головина. Применение экологически безопасных средств для контроля численности фитофагов черной смородины в условиях Кемеровской области.....	49
М.М. Копусь, Н.Г. Игнатьева, Д.П. Дорохова, Н.С. Кравченко, Н.И. Сарычева. Биотипный состав и чистосортность сортов озимой мягкой пшеницы по проламинам зерна.....	52
Е.И. Уткина, Л.И. Кедрова, Е.А. Шляхтина, Е.С. Парфенова, М.Г. Шамова, В.А. Сысуев, Жень Чанчжун. Реакция сорта озимой ржи Фаленская 4 в экстремальных условиях средовых факторов.....	55

CONTENTS

P.A. Chekmarev. To the Anniversary of the Great Agrochemist D.N. Pryanishnikov.....	5
V.N. Sarykin, V.A. Dammer. Dynamics of Fertility of Arable Soils of Altai Krai.....	8
V.I. Korchagin. Dynamics of the Agrochemical State of Arable Soils of Voronezh Region.....	11
M.A. Zhabin, S.V. Mukhina, Yu.A. Konovalov, N.I. Kalashnikov. Dynamics of Soil Indicators of the South-East and Southern Regions of Voronezh Region.....	14
V.G. Loshakov. Value of Scientifically-Agricultural Heritage of D.N. Pryanishnikov in the Development of Agriculture in the Nonchernozem Zone.....	17

MECHANISM OF MANAGEMENT

Z.Ch. Pak, Y.A. Kitaev, D.P. Kravchenko. Development of Social Capital of Rural Areas under Conditions of Belgorod Region.....	22
N.A. Zhuravel, A.V. Miftakhutdinov. Features of Calculation of Cost-effectiveness of Prevention of Stress in the Parent Flock of Chickens.....	25

AGRICULTURE AND CROP PRODUCTION

V.A. Sysuev, L.I. Kedrova, N.E. Rubtsova, R.V. Rusakov, I.A. Ustyuzhanin, E.I. Utkina. Conceptual Trends of Development of Scientifically-Innovative Project "Rye of Russia".....	28
M.L. Ponomareva, S.N. Ponomarev, L.F. Gilmulina, G.S. Mannapova. Phenotypic Evaluation of Pentosan Content in Rye Solvent Cake by Method of Viscosity Determination of Water Extract.....	32
T.B. Kulevatova, A.I. Pryanishnikov, L.N. Zlobina, T. Y. Yermolaeva. New Methodical Approach to Evaluation of the Mixing Ability of Winter Rye Grain.....	36
N. I. Stepochkina, P. I. Stepochkin. Use of Microchondrometer for Determination of Grain Nature of Single Plants of Triticale and Wheat.....	39
N.Z. Vasilova, D.F. Askhadullin, D.F. Askhadullin, E.Z. Bagavieva, M.R. Tazutdinova, I.I. Khusainova, G.R. Nasihova. Influence of Growth Conditions on Formation of Spring Wheat Productivity.....	41
E.A. Simakov, V.A. Mityushkin, A.V. Zharova, G.V. Grigoriev, A.A. Zhuravlev, A.S. Gayzatuln. Use of Ecological and Geographic Factors to Improve the Efficiency of Potato Breeding.....	44
A.V. Zhuravleva. Propagation of Clonal Stocks of Apple Trees by Green Cuttings.....	47
S.N. Vityaz, Y.A. Golovina. Use of Environmentally Safe Means to Control the Number of Blackcurrant Phytophages in Kemerovo Region.....	49
M.M. Kopus, N.G. Ignatieva, D.P. Dorokhova, N.S. Kravchenko, N.I. Sarycheva. Biotype Composition and Identity of Varieties of Winter Wheat according to Grain Prolamines.....	52
E.I. Utkina, L.I. Kedrova, E.A. Shlyakhtina, E.S. Parfenova, M.G. Shamova, V.A. Sysuev, Ren Changzhong. Reaction of the Winter Rye Variety Falenskaya 4 under Extreme Conditions of Environmental Factors.....	55

Ф.В. Ерошенко, А.А. Ерошенко, Т.В. Симатин. Использование азота растениями озимой пшеницы... 58	58
В.В. Никитин, В.В. Навальнев. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность и качество ячменя и гороха 62	62
В.В. Окорков. Об эффективности местных органических удобрений на почвах Владимирского Ополья 65	65
Л.В. Юшкевич, А.Г. Щитов, А.В. Ломановский. Повышение продуктивности яровой пшеницы в повторных посевах в южной лесостепи Западной Сибири..... 70	70
С.И. Смуров, Т.В. Попова. Оценка различных видов культур и их сочетаний в качестве парозанимающих сидератов 74	74
Зулэцэг Чадраабал, О.В. Селицкая, А.С. Цыгуткин, Г.В. Степанова. Влияние новых изолятов клубеньковых бактерий на рост и развитие белого люпина сорта Детер1 78	78

ЖИВОТНОВОДСТВО И КОРМОПРОИЗВОДСТВО

Н.И. Кашеваров, А.Г. Тюрюков, Г.М. Осипова. Урожайность костреца безостого в разных природно-климатических зонах Сибири..... 81	81
Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров, И.Т. Бикчантаев. Рациональное использование ржи в кормлении дойных коров 84	84
И.П. Новгородова, Е.А. Гладырь, В.И. Фисинин, Н.А. Зиновьева. Идентификация породной принадлежности кур на основе микросателлитного анализа 88	88
О.В. Романенкова, Е.А. Гладырь, О.В. Костюнина, Н.А. Зиновьева. Разработка тест-системы для диагностики гаплотипа фертильности крупного рогатого скота ННЗ, ассоциированного с ранней эмбриональной смертностью 91	91
А.А. Соломахин, О.С. Митяшова, Р.А. Рыков, А.А. Смекалова, И.Ю. Лебедева. Биохимический статус коров-первотелок при разном уровне депрессии овариальной функции..... 95	95
Ю.Р. Юльметьева, Ф.Ф. Зиннатова, Л.В. Шамсиева, Ш.К. Шакиров. Влияние генетических аспектов на динамику молочной продуктивности голштинского скота..... 99	99

МЕХАНИЗАЦИЯ

Н.В. Алдошин, Н.А. Лылин, Ю.А. Лесконог, А.А. Ивлев. Создание фонда вторичных запасных частей 102	102
---	-----

ПЕРЕРАБОТКА

В.Л. Кудряшов, Н.Д. Лукин, Д.Н. Лукин. Производство ультраконцентратов кукурузного экстракта на мембранных установках..... 105	105
Н.Р. Андреев, Л.П. Носовская, Л.В. Адикаева, Т.Р. Карпенко. Разделение зерновой муки на крахмалистую и белковую фракции пневмоклассификацией 108	108
Н.Д. Лукин, В.Л. Кудряшов, Д.Н. Лукин. Совместимые технологии производства кормовых и пищевых добавок из побочных продуктов картофелекрахмальных заводов и биомассы трав 112	112

F.V. Eroshenko, A.A. Eroshenko, T.V. Simatin. Use of Nitrogen by Plants of Winter Wheat. 58	58
V.V. Nikitin, V.V. Navalinev. Influence of Long Application of Fertilizers on Productivity and Quality of Barley and Peas 62	62
V.V. Okorkov. About Efficiency of Local Organic Fertilizers on Soils of the Vladimirscoe Opolie 65	65
L.V. Yushkevich, A.G. Shchitov, A.V. Lomanovsky. Increase in the Productivity of Spring Wheat in Repeated Crops in the South Steppe of Western Siberia. 70	70
S.I. Smurov, T.V. Popova. Evaluation of Different Crops and Their Combinations as Green Manure. 74	74
Zultseseg Chadraabal, O.V. Selitaskaya, A.S. Tsygutkin, G.V. Stepanova. Influence of New Strains Nodule Bacteria on Growth and Development of Deter 1 Variety of White Lupine..... 78	78

ANIMAL HUSBANDRY AND FEED PRODUCTION

N.I. Kashevarov, A.G. Tyuryukov, G.M. Osipova. Productivity of Awnless Brome under Different Climatic Zones of Siberia 81	81
E.O. Krupin, Sh.K. Shakirov, I.T. Bikchantaev. Rational Use of Rye in the Feeding of Dairy Cows. 84	84
I.P. Novgorodova, E.A. Gladyr, V.I. Fisinin, N.A. Zinovieva. Identification of Chicken Breeds on the Basis of Microsatellite Analysis. 88	88
O.V. Romanenkova, E.A. Gladyr, O.V. Kostyunina, N.A. Zinovieva. Development of Test System for Diagnostics of Cattle Fertility Haplotype HH3 Associated with Early Embryonic Mortality 91	91
A.A. Solomakhin, O.S. Mityashova, R.A. Rykov, A.A. Smekalova, I.Yu. Lebedeva. Biochemical Status of First-calf Cows at Different Levels of Depression of the Ovarian Function. 95	95
Yu.R. Yulmetieva, F.F. Zinnatova, E.N. Rachkova, L.V. Shamsieva, Sh.K. Shakirov. Influence of Genetic Aspects on the Dynamics of Milk Productivity of Holstein Cattle 101	101

MECHANIZATION

N.V. Aldoshin, N.A. Lylin, Y.A. Leskonog, A.A. Ivlev. Creation of a Fund for Secondary Spare Parts 102	102
---	-----

PROCESSING

V.L. Kudryashov, N.D. Lukin, D.N. Lukin. Production of Retentates of Corn Extract On Membrane Units..... 105	105
N.R. Andreev, L.P. Nosovskaya, L.V. Adikaeva, T.R. Karpenko. Separation of Grain Flour to Protein and Starch Fraction by Pneumatic Sorting 108	108
N.D. Lukin, V.L. Kudryashov, D.N. Lukin. Compatible Technologies of Feed and Food Additives Production from By-products of Potato Starch Plants and Grass Biomass..... 112	112

К ЮБИЛЕЮ ВЕЛИКОГО АГРОХИМИКА Д.Н. ПРЯНИШНИКОВА

П.А. ЧЕКМАРЕВ, академик РАН, директор Департамента (e-mail: info@plant.mcx.ru)

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Орликов переулок, 1/11, Москва, 107139, Российская Федерация

Для цитирования: Чекмарев П.А. К юбилею великого агрохимика Д.Н. Прянишникова // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. №11. С. 5-7.

Полтора столетия тому назад родился основатель отечественной агрохимической науки Дмитрий Николаевич Прянишников, который всю свою жизнь посвятил проблеме повышения плодородия почв. Его идеи остаются актуальными и в современном земледелии. Порой с горечью приходится констатировать, что невыполнение заветов этого ученого приводит к серьёзным просчетам и явным ошибкам.

«Мы можем с помощью введения пропашных культур, клевера и минеральных удобрений поднять продукцию в 6-7 раз. Это значит, что еще на 150 лет вперед Россия может не думать о недостатках средств продовольствия.., если только иметь в виду естественно-исторические условия и возможность полного их использования достаточно совершенной техникой земледелия, а не какие-нибудь другие факторы. Но совершенно верно, что низкий уровень нашего земледелия не отвечает не только будущему приросту населения, но и современной его густоте: необходимы энергичные меры по сопоставлению техники земледелия с потребностями возрастающего населения в продовольствии, понимая под последним не только хлебный паек» (Прянишников, 1975 г.).

Д.Н. Прянишников никогда не сводил проблему почвенного плодородия к внесению больших количеств удобрений, он никогда не был «односторонним удобрением», категорически отрицал получение максимальных урожаев возделываемых культур «любой ценой» и часто повторял, что «избытком удобрений не заменить недостаток агрономических знаний». Более того, Дмитрий Николаевич предупреждал о возможном отрицательном действии удобрений. «...Если положить избыток удобрений, который при данных способах не может быть использован, то тоже будет плохо – можно не только снизить оплату, но и перейти в область отрицательной оплаты. Но есть оптимум, причем положение этого оптимума подвижно в зависимости от уровня агротехники...» (Прянишников, 1965 г.).

К сожалению, эти «предупреждения» великого агрохимика не были вовремя услышаны и поняты всеми учёными и практиками. Академик В.И. Кирюшин, подводя неоднозначные итоги химизации 80-90 гг. прошлого века отмечает, что, несмотря на достаточно высокий уровень внесения минеральных удобрений, достигнутый в земледелии нашей страны к 1985 г. (100 кг/га), их эффективность была низкой. По его мнению, которое созвучно с высказываниями Д.Н. Прянишникова, «к основным причинам низкой эффективности удобрений следует отнести крайне несовершенную защиту растений от сорняков, вредителей, болезней, а главное бессистемность проведения мероприятий, низкую культуру земледелия, низкий профессионализм земледельцев» (Кирюшин, 2000).



В 20-х годах XX в., когда страна испытывала острый дефицит ресурсов, Д.Н. Прянишников обосновал необходимость развития туковой промышленности. В связи с этим при химическом отделе ВСНХ была создана специальная комиссия по развитию туковой промышленности, в которой он постоянно работал. Позднее функции этой комиссии были переданы в Госплан СССР.

Для разработки технологий переработки апатитов, фосфоритов и сильвинитов в 1919 г. был создан научный институт удобрений (НИУ, теперь НИУИФ), в организации которого Дмитрий Николаевич принял самое активное участие. В сети опытных станций этого института он провел серию исследований по повышению доступности фосфора фосфоритной муки растениям.

Д.Н. Прянишников придавал минеральным удобрениям особую роль: «...Рациональное применение удобрений возможно только при очень глубокой увязке этого рода мероприятий с химией почвы и физиологией растений. Поэтому изучение взаимоотношений между растением, почвой и удобрением являлось главной задачей агрохимиков...» И далее «Можно сказать, что никакое другое мероприятие не способно так быстро и так значительно поднять урожай, как применение минеральных удобрений» (Прянишников, 1953 г.).

Выдающийся агрохимик неоднократно подчеркивал, что положительное действие удобрений

на растения необходимо оценивать не только по величине урожая, но и по его качеству. «...Рассматривая удобрения в более широком смысле и условия питания растений, как один из факторов в производстве продуктов, даваемых земледелием, необходимо иметь в виду, что эти условия влияют не только на количество, но и на качество продуктов. В частности, синтез и накопление белков растениями находятся в зависимости как от количества и качества азотистой пищи, получаемой корнями, так и от ряда других условий» (Прянишников, 1953 г.).

Дмитрий Николаевич не сводил проблему повышения плодородия почв к применению возрастающих доз органических и минеральных удобрений. Он считал, что для сохранения плодородия почв страны необходимо иметь 25% пашни под бобовыми культурами. Д.Н. Прянишников придавал большое значение в повышении плодородия почв сидеральным культурам, в частности люпину. «И там, где для улучшения почв особенно необходимо обогащение их органическим веществом, а навоза по той или иной причине не хватает, зеленое удобрение приобретает особенно большое значение» (Прянишников, 1945 г.) И далее «Применение зеленого удобрения раньше ограничивалось преимущественно песчаными почвами, теперь же оно должно найти широчайшее распространение, так как этим путем можно заменить недостающий навоз на всех почвах (даже в черноземной полосе, если применять его с осени под яровые» (Прянишников, 1953 г.). Эти идеи сегодня нашли свое воплощение в реализуемой в Белгородской области программе биологизации земледелия. Доля бобовых культур в структуре посевных площадей в области приближается к 25%, сидераты в 2013 г. высевали на площади 157 тыс. га, а в перспективе ее планируется увеличить до 350 тыс. га (Чекмарев, Лукин, 2012; Чекмарев, Лукин, 2014).

Выдающийся ученый считал, что в формировании почвенного плодородия активное участие принимают почвенные микроорганизмы. «...В процессе частичного разрушения (или восстановления) нитратов корнями злаков активная роль принадлежит бактериям, живущим симбиотически на корнях этих злаков. Осеннее исчезновение нитратов не связано с потерями газообразного азота почвой, оно не является «денитрификацией» в собственном смысле этого слова; потери азота через вымывание, по-видимому, тоже незначительны. Азот нитратов, не потребляемых растениями, но разрушенных отчасти под влиянием растений, переводится микроорганизмами в форму органических соединений, сравнительно легко подвижных и способных при благоприятных условиях вновь служить для продукции селитры в процессе нитрификации» (Прянишников, 1953 г.).

Более 50-и лет Д.Н. Прянишников разрабатывал теорию азотного питания растений. Ему принадлежит одно из самых емких определений этого минерального элемента: «Ряд противоположностей связан со словом азот: с одной стороны – это «нежизненный газ», а с другой стороны нет жизни без азота, ибо он является непременной составной частью белков; азот дает соединения то окисленные, то восстановленные, то кислотного, то щелочного характера... С экономической стороны также азот является то самым дорогим элементом, если речь идет о мине-

ральных удобрениях, то самым дешевым, если иметь в виду использование азота бобовых» (Прянишников, 1954 г.).

Степень важности азота в жизни человека Дмитрий Николаевич подчеркивал словами: «Вся история земледелия в Западной Европе свидетельствует о том, что главным условием, определяющим среднюю высоту урожая в разные эпохи, была степень обеспеченности сельскохозяйственных культур азотом» (Прянишников, 1945 г.).

Основоположник отечественной агрохимии справедливо считал, что в сохранении плодородия почвы существенную роль играет биологический азот. «...Азот технический всегда дороже азота клевера и азота навоза, поэтому даже в странах с высоко развитой промышленностью не ему принадлежит главная роль в снабжении сельскохозяйственных растений азотом, а азоту биологическому, включая сюда и азот навоза, так как в навоз переходит азот клеверного сена. В сущности, биологический путь фиксации азота воздуха является даровым, если все расходы по культуре клевера или люцерны оплачиваются животноводством; чем больше посевов клевера в стране, чем она богаче скотом и навозом, тем меньше страдают урожаи хлебов...» (Прянишников, 1945 г.) При этом «количественное соотношение между обоими источниками азота должно определяться потребностью населения в пищевых и кормовых культурах: чем выше густота населения, тем больше площади отводятся под пищевые культуры, тем выше доля быстродействующего технического азота» (Прянишников, 1965 г.).

Для исследований выдающегося ученого было характерным решение проблем агрохимии с позиций физиологии и биохимии растений. В этом плане фундаментальны исследования Д.Н. Прянишниковым роли азота в питании растений, в которых он, в частности, установил неравнозначность нитратного и аммонийного азота в питании растений. «...Равноценные в физиологическом отношении аммонийная и нитратная формы азота могут использоваться сельскохозяйственными растениями в полевых условиях с неодинаковой эффективностью в зависимости от кислотности и гранулометрического состава почвы...» (Прянишников, 1926 г.).

Поступление в растение аммонийного или нитратного азота определяется комплексом факторов: концентрацией его форм в почвенном растворе; реакцией почвенного раствора; влиянием сопутствующих катионов и анионов; запасом углеводов в тканях и возрастом растения. Особую роль при этом играет активная кислотность. «...Если неправильно было прежнее мнение... об абсолютном преимуществе нитратного питания перед аммиачным, точно также неправильно было бы делать и обратный общий вывод об абсолютном преимуществе аммиачного питания перед нитратным, так как в зависимости от условий (внутренних и внешних), результат будет различен, и оптимальные комбинации этих условий для аммиака и нитрата не совпадают» (Прянишников, 1940 г.).

В целой серии исследований Дмитрий Николаевич показал, что аспарагин в прорастающих семенах бобовых растений имеет синтетическое происхождение, образуясь из аммиака, который накапливается в результате окислительного расщепления белков и аминокислот. «...Путь от аммиака к белку, так и об-

ратно от белка к аммиаку является общим для всех растений, не только низших, но и высших; ...теперь возможно в более общем смысле считать аммиак альфой и омегой обмена азотистых веществ в организмах» (Прянишников, 1916 г.).

В результате длительных исследований Д.Н. Прянишников (1945 г.) пришел к выводу о том, что в основе взаимодействия почвы и растения лежат реакции между аммиаком и углеводами. «Разработав ряд комбинаций, мы выяснили, что решающим фактором в синтезе аспарагина за счет введенного извне аммиака, являются углеводы, а не свет...аммиак есть альфа и омега в обмене азотистых веществ у растений, то есть с него начинается синтез, им кончается распад, и снова он вовлекается в круговорот, если есть налицо безазотистый материал. Свет для синтеза аспарагина не нужен, но синтез белков идет главным образом на свету за счет как аминокислот, так и амидов». Здесь следует отметить, что вопросы связи между фотосинтезом и корневым питанием растений были актуальны еще в начале прошлого века.

Своими исследованиями Д.Н. Прянишников обосновал применение аммонийных солей в качестве удобрения. «...Вопрос об аммиачном и нитратном питании растений представляет интерес не только с точки зрения общефизиологических сопоставлений между высшими и низшими растениями, но и с точки зрения непосредственного приложения в сельском хозяйстве..., чем лучше будет изучена проблема азотистого питания растений, тем более правильное научное обоснование мы сможем дать практическим мероприятиям...» (Прянишников, 1947 г.).

Дальнейшее развитие исследований Д.Н. Прянишникова стало возможным благодаря появившемуся в 50-х годах методу изотопной индикации азота с помощью ^{15}N . Благодаря этому методу были изучены процессы трансформации азота удобрений в почве: участие в процессах нитрификации-денитрификации, в процессах минерализации-иммобилизации, участие микроорганизмов в его превращении в почве; были определены размеры потребления азота удобрения и азота почвы растениями, размеры иммобилизации и газообразных потерь азота, участие азота удобрения в формировании белкового комплекса и нитратных фондов растений.

Литература.

1. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: Издательство МСХА, 2000, с. 473.
2. Прянишников Д.Н. Учение об удобрении. М., Типошет., Изд. Рихтера, 1900, 185 с.
3. Прянишников Д.Н. Ближайшие задачи в области производства минеральных удобрений // Доклады с.х. секции Госплана. М.: Госиздат, 1921. 38 с.
4. Прянишников Д.Н. Развитие азотной промышленности на Западе и наше Земледелие // Пути сел. хозяйства. 1925. №1/2. С.36-43.
5. Прянишников Д.Н. Хроническая погрешность в оценке действия минеральных удобрений // С.-х. жизнь. 1927. № 4. с.14-17.
6. Прянишников Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР. М.-Л.: АН СССР, 1945, 197 с.
7. Прянишников Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР. Избр. соч. М.: Селхозгиз, 1952. Т.2. С.7-168.
8. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. Агрохимия. М.: Колос, 1965. Т.1. 767 с.
9. Чекмарёв П.А., Лукин С.В. Система удобрения в условиях биологизации земледелия // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 12. С. 10-12.
10. Чекмарёв П.А., Лукин С.В. Итоги реализации программы биологизации земледелия в Белгородской области // Земледелие. 2014. № 8. С. 3-6.

TO THE ANNIVERSARY OF THE GREAT AGROCHEMIST D.N. PRYNIŠNIKOV

P.A. Chermarev

Ministry of Agriculture of Russia, Orlikov pereulok, 1/11, Moskva, 107139, Russian Federation

Author Details: P.A. Chermarev, member of RAS, director of division (e-mail: info@plant.mcx.ru)

For citation: P.A. Chermarev. To the Anniversary of the Great Agrochemist D.N. Prynishnikov. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. Pp. 5-7 (In Russ.).

ДИНАМИКА ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

В.Н. САРЫКИН, директор (e-mail: ahim_c@ab.ru)

В.А. ДАММЕР, начальник отдела

ЦАС «Алтайский», Научный городок, 33, Барнаул, 656910, Российская Федерация

Резюме. В статье представлены результаты многолетнего мониторинга плодородия почв Алтайского края, проводимого агрохимической службой в течение пятидесяти лет. Средневзвешенное содержание гумуса по пяти законченным циклам обследования колеблется в пределах 4,6-4,7 %. В динамике с 1965 по 2014 г. отмечен ежегодный рост площадей кислых почв. Если в первом цикле обследования на их долю приходилось 8,3%, то в пятом – 20,8%. Без известкования малопродуктивны для возделывания сельскохозяйственных культур 242,8 тыс. га пахотных земель (4,1%) с рН менее 5,0. Наибольшее количество кислых почв находится в предгорьях Алтая (Присалаирская и Бийско-Чумышская зоны). На протяжении периода обследования динамика содержания подвижного фосфора изменялась волнообразно. Минимальную величину этого показателя отмечали в 1972-1986 гг. (137 мг/кг), максимальную – в 1987-2001 г. (148 мг/кг). Средневзвешенное содержание обменного калия в почвах региона за годы исследований практически не менялось и находилось на уровне 207-222 мг/кг. Почвы края характеризуются стабильными показателями содержания микроэлементов, неопасными концентрациями тяжелых металлов и спокойным радиологическим фоном, что позволяет производить экологически безопасную продукцию растениеводства.

Ключевые слова: плодородие, гумус, фосфор, калий, микроэлементы, кислотность почв.

Для цитирования: Сарыкин В.Н., Даммер В.А. Динамика плодородия пахотных почв Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. №11. С. 8-10.

Почва – важнейший компонент всех наземных биоценозов и биосферы. Основное ее свойство – плодородие, то есть способность обеспечивать рост и развитие растений. Сохранение почвенного плодородия – это стратегическая государственная задача, для решения которой агрохимическая служба Алтайского края на протяжении 50 лет осуществляет мониторинг показателей плодородия.

В последние годы в результате сокращения работ по воспроизводству и повышению плодородия во всех субъектах Федерации, в том числе в Алтайском крае, происходят процессы деградации почв, снижения их плодородия [1, 2, 3, 4].

Цель наших исследований – анализ динамики основных показателей почвенного плодородия используемых сельскохозяйственных земель Алтайского края за последние пятьдесят лет.

Условия, материалы и методы. Алтайский край расположен в юго-восточной части Западной Сибири и занимает пло-

щадь 168 тыс. км². Климат резко континентальный. Отличается жарким, но коротким летом, холодной малоснежной зимой. Территория края расположена большей частью в зоне неустойчивого увлажнения, режим которого меняется с запада на восток от засушливого до более увлажненного. Сложность и неоднородность почвенного покрова Алтайского края обусловлены его географическим положением в различных природных зонах. Отчетливо выделяются почвы равнинной и горной областей.

По данным крупномасштабного почвенного обследования, в Алтайском крае представлены более 200 разновидностей почвы [5]. По возрастающему потенциальному плодородию они располагаются в следующий ряд: светло-серые и серые лесные, каштановые, темно-серые лесные и лугово-черноземные, южные черноземы, выщелоченные черноземы, обыкновенные черноземы, оподзоленные черноземы. Будучи наиболее плодородными почвами, черноземы на сегодняшний день почти полностью распаханы. На их долю приходится более 76% пашни региона [6].

В статье представлены результаты агрохимического обследования пахотных земель и локального мониторинга, проводимого на реперных участках.

Учет показателей плодородия почвы осуществляли по единым методикам, принятым в агрохимической службе. С 2009 г. используются ГИС-технологии (геоинформационные системы), данные дистанционного зондирования (ДДЗ), наземных обследований и наблюдений. Все химические анализы почвы выполнены в аккредитованных испытательных лабораториях ЦАС «Алтайский», САС «Алейская», ГСАС «Кулундинская», САС «Бийская», представляющих федеральную агрохимическую службу на Алтае. Ежегодно обследуется около 700 тыс. га сельскохозяйственных угодий. В крае проведено пять полных циклов агрохимического обследования. В 2015 г. заканчивается шестой цикл [7].

Результаты и обсуждение. Важнейшая часть почвы – органическое вещество (гумус). От его качественного и количественного состава зависят

Таблица 1. Динамика содержания гумуса по циклам обследования*

Цикл обследования (годы проведения)	Очень низкое (<2,0%)	Низкое (2,1-4,0%)	Среднее (4,1-6,0%)	Повышенное (6,1-8,0%)	Высокое (8,1-10,0%)	Средне взвешенное, %
I цикл (1965-1974)	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	-
II цикл (1972-1987)	68,1 1,6	1277,7 30,3	1454,7 34,5	1186,0 28,2	228,4 5,4	4,7
III цикл (1980-1990)	388,8 5,8	1916,6 28,7	2189,4 32,7	1730,7 25,9	463,9 6,9	4,6
IV цикл (1986-2001)	370,7 5,9	1966,4 30,8	2182,1 34,7	1410,8 22,4	450,2 7,2	4,6
V цикл (1990-2007)	270,8 4,6	2333,0 39,7	2144,0 36,4	899,5 15,3	236,3 4,0	4,7
VI цикл (2014, не окончен)	232,3 4,0	2449,8 42,0	2106,1 36,1	910,4 15,6	127,6 2,3	4,7

* в числителе – площадь, тыс. га, в знаменателе – доля, %.

биологические, агрохимические и агрофизические свойства почвы, ее водный и тепловой режимы. Гумус во многом определяет пищевой режим почвы.

Средневзвешенное содержание гумуса в почвах Алтайского края стабильно и находится в пределах 4,6-4,7% (табл. 1), что может объясняться достижением величины этого показателя в старопахотных почвах «базисного минимума». На сегодняшний день 36,1% пахотных почв Алтайского края по содержанию органического вещества относятся к категории среднеобеспеченных (4-6%).

Важное место в стабилизации содержания органического вещества почвы отводится применению органических удобрений. Поскольку Алтайский край, до определенного периода, отличался высокоразвитым животноводством, аграрии региона располагали достаточным количеством органических удобрений. Пик их использования пришелся на 80-е – начало 90-х гг., когда на 1 га пашни вносили более 2,0 т органических удобрений. Затем произошел заметный спад. В начале 2000 гг. величина этого показателя снизилась до 0,15 т/га, в 2014 г. – составила 0,25 т/га. Этого крайне недостаточно для поддержания положительного баланса гумуса. В сегодняшних экономических условиях для покрытия его дефицита нужны другие приемы, обеспечивающие накопление органического вещества, среди которых можно назвать выращивание многолетних трав и сидеральных культур, мульчирование почвенного покрова соломой с последующей ее запашкой [8]. Включение многолетних трав в севооборот обеспечивает рост поступления корневых и пожнивных остатков на 3-4 т/га. Запашка 250-300 ц зеленой массы сидератов эквивалентна внесению 50 т навоза. С 1 т соломы, которую раньше широко использовали в качестве подстилки для сельскохозяйственных животных, в почву поступает до 800 кг органического вещества, 5 кг азота, 2 кг фосфора, 10 кг калия. В последние годы в этом плане наметилась положительная тенденция. Многие земледельцы уже не сжигают солому в поле и всерьез задумываются над повышением уровня содержания гумуса в почве.

Один из главных факторов, лимитирующих формирование хороших и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур, – повышенная кислотность почвы. Ее негативное влияние обусловлено в первую очередь недостатком кальция, увеличением концентрации токсичных ионов алюминия, марганца и водорода, снижением доступности для растений элементов питания, ухудшением физических свойств почвы. Для роста и развития большинства сельскохозяйственных культур оптимальная кислотность почвы должна быть близкой к нейтральной.

По состоянию на 01.01.2015 г. площадь кислых почв в крае составляла 1437,5 тыс. га, или 24,7% от обследованной пашни (табл. 2). При срав-

нении результатов первого и шестого туров обследования видно, что доля кислых почв в регионе увеличилась за 50 лет в 3 раза. Это тревожный сигнал. Единственный радикальный способ решения такой проблемы — известкование [9]. В Алтайском крае его начали проводить с 1976 г. Пик активности в этом направлении приходился на 1986-1995 гг., когда было произвестковано около 20,0 тыс. га пахотных земель. С 2000 г. такую работу в крае не проводили и только в последние 2-3 года наметились положительные изменения в этом направлении, но счет идет всего на сотни гектаров. Основным известкующим материалом на сегодняшний день служит дефека́т (отход сахарного производства). В незначительном количестве его используют хозяйства, расположенные в непосредственной близости от сахарных заводов. Применять привозной известняка или доломитовую муку в современных условиях не представляется возможным из-за дороговизны их доставки; хотя Алтайский край располагает достаточным количеством разведанных запасов известняка, который при хорошо организованной добыче можно с успехом использовать в сельском хозяйстве. В целях расширенного воспроизводства плодородия почвы в Алтайском крае кислотность почвенной среды необходимо довести до оптимального значения путем возобновления научно обоснованного пятилетнего цикла известкования и проведения его в требуемых объемах. Если в ближайшие годы не начать серьезно заниматься этой проблемой, то дальнейшее подкисление пахотных почв приведет к частичной или полной их деградации, что в свою очередь пагубно скажется на урожайности стратегически важных культур и продуктивности всей сельскохозяйственной отрасли края.

Фосфор — важный элемент питания растений, обеспеченность которым принято считать одним из основных показателей окультуренности почвы. По мнению Д.Н. Прянишникова, для обеспечения систематического роста урожаев в почву необходимо возвращать 100% этого элемента.

По состоянию на 01.01.2015 г. площадь обследованных пахотных почв с низким и очень низким содержанием подвижного фосфора в Алтайском крае составляла 191,8 тыс. га (3,3%), средним — 1517,5 тыс. га (26,0%), повышенным — 2073,5 тыс. га (35,6%), высоким и очень высоким — 2040,5 тыс. га (35,1%). На протяжении всех циклов обследования

Таблица 2. Динамика кислотности почв по циклам обследования*

Цикл обследования (годы проведения)	Кислые почвы, всего	В том числе по группам				
		сильнокислые (рН 4,1-4,5)	среднекислые (рН 4,6-5,0)	слабокислые (рН 5,1-5,5)	близко к нейтральным (рН 5,6-6,0)	нейтральные (рН 6,1-7,0)
I цикл (1965-1974)	584,0 8,3	3,1 0,1	100,2 1,4	480,7 6,8	1341,5 19,1	5115,8 72,6
II цикл (1972-1987)	819,1 11,9	7,9 0,1	118,5 1,7	692,7 10,1	2120,9 31,0	3903,5 57,1
III цикл (1980-1990)	938,5 14,1	2,3 0,1	146,0 2,2	790,2 11,8	2270,3 33,9	3480,6 52,0
IV цикл (1986-2001)	1031,1 16,2	4,6 0,1	173,6 2,7	852,9 13,4	2110,5 33,1	3238,6 50,7
V цикл (1990-2007)	1223,2 20,8	13,9 0,2	228,9 3,9	980,4 16,7	2255,2 38,3	2405,2 40,9
VI цикл (2014, не окончен)	1437,5 24,7	30,2 0,5	290,8 5,0	1116,5 19,2	2407,7 41,3	1980,9 34,0

* в числителе — площадь, тыс. га, в знаменателе — доля, %

его средневзвешенное содержание было повышенным. Наименьшим по завершённым циклам обследования (I-V) оно было в 1972-1986 гг. — 137 мг/кг. Благодаря интенсивной химизации сельского хозяйства, которое отличалось большим объемом внесения фосфорных удобрений, величина этого показателя с 1987 по 2000 гг. достигала 148 мг/кг. В результате резкого сокращения поступления фосфора в почву с удобрениями его содержание вернулось на уровень 1972-1986 гг.

Роль калия более отчетливо проявляется на фоне высокого использования растениями фосфора и азота. По концентрации обменных форм этого элемента почвы Алтайского края характеризуются как высокообеспеченные. Средневзвешенная величина этого показателя по циклам обследования варьирует в пределах 207-212 мг/кг, то есть находится на оптимальном для большинства сельскохозяйственных культур уровне, несмотря на резко отрицательный баланс калия в почве. На 01.01.2015 г. его средневзвешенное содержание в почве составляло 212 мг/кг.

Негативным фактором агроэкологического состояния пахотных почв края можно считать очень низкую обеспеченность подвижной серой и важнейшими микроэлементами. Динамика последних циклов обследования показывает, что почва 67-73% пашни характеризуется средневзвешенным содержанием серы 5,1 мг/кг, чего крайне мало для формирования полноценного урожая. Низкой обеспеченностью подвижными формами цинка отличаются 94,3% пахотных земель, меди — 70,8%, кобальта — 65,5%, марганца — 55,9%, молибдена — 38,6%. При этом 77,3% почв Алтайского края характеризуются довольно высоким количеством бора.

Причина отрицательного баланса микроэлементов, особенно в последние годы, обусловлена их не-

достаточным поступлением в почву с органическими удобрениями.

Многолетние наблюдения за агроэкологической обстановкой показывают, что содержание тяжелых металлов, токсичных элементов и радионуклидов, характеризующее санитарно-гигиеническое состояние почв, не превышает ПДК и соответственно не представляет опасности для выращивания в Алтайском крае экологически безопасной сельскохозяйственной продукции.

Выводы. Таким образом, за период наблюдений с 1965 по 2014 гг. пахотные земли Алтайского края в целом характеризуются стабильным содержанием органического вещества. В то же время наметились негативные тенденции по подкислению пахотных почв. Доля кислых почв с первого по пятый циклы обследования увеличилась с 8,3 до 20,8%. Необходимо в ближайшие годы начать работу по нейтрализации почвенного раствора путем известкования, в первую очередь это касается сильно и среднекислых (рН 4,1-5,0) почв.

Средневзвешенная обеспеченность фосфором после достижения максимума в годы проведения второго тура агрохимического обследования (148 мг/кг) вернулась к минимальному за годы обследования уровню 137 мг/кг. Содержание обменного калия в почвах региона за 50 лет практически не изменилось и все это время находилось на уровне 207-212 мг/кг. Обеспеченность почв микроэлементами низкая. Содержание тяжелых металлов и радионуклидов позволяет производить экологически безопасную продукцию. Учитывая многолетний отрицательный баланс жизненно важных элементов питания, требуется резкое увеличение объемов применения удобрений до уровня, обеспечивающего расширенное воспроизводство плодородия почвы.

Литература.

1. Сильченко М.И., Черкасская А.М. Современное состояние земельных ресурсов Алтайского края и их использование // Земельные ресурсы Сибири. Новосибирск: Наука, 1974. С. 53-68.
2. Чекмарёв П.А., Лукин С.В. Мониторинг плодородия почв Центрально-Черноземных областей России // Агротехника. 2013. №4. С. 11-22.
3. Чекмарев П.А., Просьянникова О.И. Агрохимический мониторинг пахотных почв (на примере Кемеровской области). Кемерово: Кузбассвузиздат, 2011. 135 с.
4. Агроэкологическое состояние пахотных почв в лесостепи Республики Башкортостан / Н.А. Родин, Н.А. Середина, И.Г. Асылбаев, Р.И. Баязитова, Л.И. Баязитова // Вестник Казанского ГАУ. 2014. Т.9. №2. С. 136-141.
5. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: МСХА, 2000. 473 с.
6. Афанасьева Р.А., Мерзлая Г.Е. Динамика подвижного фосфора в различных почвах. Плодородие. 2013. №3. С. 16-18.
7. Лешков А.П., Лешкова Г.Ф. Агрохимическая характеристика почв и эффективность удобрений. Барнаул: Алт. кн. из-во, 1977. 112 с.
8. Кирюшин В.И. О Белгородской модели модернизации сельского хозяйства и биологизации земледелия // Земледелие. 2013. №1. С. 3-6.
9. Состояние кислотности почв Республики Татарстан / П.А. Чекмарев, А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев, Р.Р. Гайров // Достижения науки и техники АПК. 2013. №12. С. 8-11.

DYNAMICS OF FERTILITY OF ARABLE SOILS OF ALTAI KRAI

V.N. Sarykin, V.A. Dammer

Center of Agrochemical Service «Altayskiy», Nauchny gorodok, 33, Barnaul, 656910, Russian Federation

Summary. The article presents the results of long-term monitoring of soil fertility of Altai Krai, carried out by the agrochemical service for fifty years. Weighted average humus content of 5 completed cycles of the survey is in the range of 4.6-4.7%. In the dynamics an annual growth of areas of acid soils is registered since 1965 to 2014. In the first cycle of the survey, they were 8.3%; in the fifth cycle they occupied 20.8%. Without liming 242,800 ha of arable lands (4.1%) with pH less than 5.0 are unsuitable for crop cultivation. The largest quantity of acid soils located in the foothills of the Altai (Prisalairskaya and Bijsko-Chumyshskaya zones). Throughout the period of the survey the dynamics of the content of mobile phosphorus varied wave-like. The minimal values of this index were registered in 1972-1986 (137 mg/kg), the maximal ones—in 1987-2001 (148 mg/kg). The weighted average content of exchangeable potassium in the soil of the region has hardly changed during the research and was equal to 207-222 mg/kg. The soils of the region are characterized by the stable content of microelements, nonhazardous concentrations of heavy metals and calm radiological background that allows producing of environmentally friendly crop production.

Keywords: fertility, humus, phosphorus, potassium, trace minerals, soil acidity.

Author Details: V.N. Sarykin, director (e-mail: ahim_c@ab.ru); V.A. Dammer, head of division

For citation: Sarykin V.N., Dammer V.A. Dynamics of Fertility of Arable Soils of Altai Krai. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. Pp. 8-10 (In Russ.).

ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. КОРЧАГИН, директор (e-mail: agrohim_36_1@mail.ru)

ГЦАС «Воронежский», ул. Ломоносова, 98, Воронеж, 394087, Российская Федерация

Резюме. Воронежская область – один из продовольственных доноров страны. Развитое сельское хозяйство сформировалось здесь благодаря плодородным черноземам, составляющим одно из главных природных богатств региона. Площадь сельскохозяйственных угодий в области 4,0 млн га, в том числе пашня – 3,0 млн га, или 75%. Аграрный сектор для Воронежской области всегда был приоритетным, и будет оставаться одним из основных видов деятельности. Поэтому необходимо думать не только о том, как наиболее эффективно использовать черноземы сейчас, но и о том, как сохранить их. Цель наших исследований – проанализировать закономерности изменения основных агрохимических показателей плодородия пахотных почв Воронежской области. Работа выполнена по материалам восьми туров сплошного агрохимического обследования почвы (1965–2010 гг.). За годы исследований в пахотных почвах Воронежской области наблюдается достаточно стабильное средневзвешенное содержание органического вещества в пределах 5,61–5,67%. По результатам последнего завершеного тура агрохимического обследования (2006–2010 гг.) средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора составило 94 мг/кг, подвижных форм калия – 123 мг/кг. Общая площадь почв с кислой реакцией среды достигла 576,4 тыс. га, из них 112,8 тыс. га сильно- и среднекислые, 463,6 тыс. га – слабокислые.

Ключевые слова: плодородие, подвижные формы фосфора, подвижные формы калия, гумус, кислотность почв, чернозём.

Для цитирования: Корчагин В.И. Динамика агрохимического состояния пахотных почв Воронежской области // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. №11. С. 11–13.

Воронежская область – один из южных регионов Центрального федерального округа, расположена в центральной полосе Европейской части России, входит в Среднерусскую провинцию и занимает огромное пространство в 5 млн га. Область – один из продовольственных доноров страны. Развитое сельское хозяйство сформировалось здесь благодаря плодородным черноземам, составляющим одно из главных природных богатств региона. Площадь сельскохозяйственных угодий в области составляет 4,0 млн га, в том числе пашня – 3,0 млн га, или 75%. Основные направления сельскохозяйственной специализации – производство зерновых культур, сахарной свеклы, подсолнечника, молока, яиц, мяса крупного рогатого скота и свиней.

Агропромышленный комплекс Воронежской области дает 12% валового регионального продукта. В сельском хозяйстве занято более 15% трудоспособного населения региона, а в сельской местности проживает более 30% его жителей. В Воронежской области функционируют около 600 сельскохозяйственных предприятий, 3,5 тыс. крестьянско-фермерских хозяйств, более 350 тыс. личных подсобных хозяйств и 200 предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности.

Аграрный сектор для Воронежской области всегда был приоритетным и будет оставаться одним из основных видов деятельности. Поэтому необходимо

думать не только о том, как наиболее эффективно использовать черноземы сейчас, но и о том, как сохранить их.

Основанием для разработки необходимых для этого рекомендаций служат результаты мониторинга показателей плодородия почвы [1, 2, 3].

Цель наших исследований – проанализировать закономерности изменения основных агрохимических показателей пахотных почв Воронежской области.

Условия, материалы и методы. В работе использованы материалы сплошного агрохимического обследования пахотных почв, проводимого агрохимической службой. В 2010 г. завершено 8 туров агрохимического обследования. В пробах почвы определяли содержание органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-93), pH солевой вытяжки (ГОСТ 26483-85), содержание подвижных форм фосфора и калия по Чирикову (ГОСТ 26204-91). Почвенный покров пашни в основном представлен черноземами. В степной зоне, расположенной на юго-востоке области, преобладают черноземы обыкновенные, остаточно-карбонатные и южные, в лесостепной – черноземы типичные и выщелоченные.

Результаты и обсуждение. Запасы фосфора в почве определяются содержанием его в почвообразующей породе, а также уровнем внесения органических и минеральных удобрений. Этот элемент большей частью находится в неусвояемой или труднодоступной для растений форме. Критерием оценки обеспеченности почв фосфором служит показатель содержания его в подвижной форме. В черноземах, минеральный фосфор представлен более доступными для растений фосфатами кальция и магния. Обеспеченность подвижными формами этого элемента – один из основных показателей окультуренности почвы [4, 5].

В первом туре агрохимического обследования средневзвешенное содержание подвижного фосфора в почве Воронежской области составляло всего 74 мг/кг. Низкая обеспеченность этим элементом была одним из основных агрохимических факторов, лимитирующих урожайность сельскохозяйственных культур. Затем по мере увеличения использования минеральных и органических удобрений величина

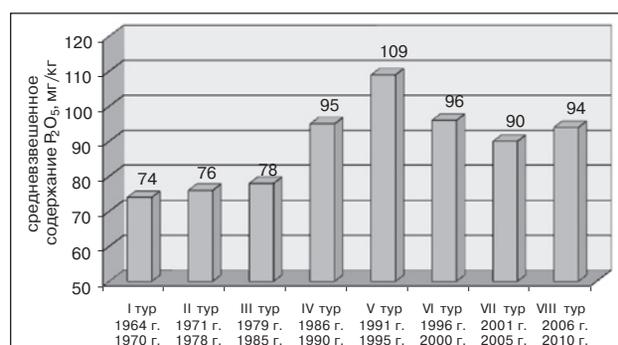


Рис. 1. Динамика средневзвешенного содержания подвижного фосфора в почвах сельскохозяйственных угодий Воронежской области, мг/кг.

этого показателя постепенно возрастала и достигла своего максимума (109 мг/кг) в пятом туре (1991-1995 гг.). Резкое сокращение применения удобрений в 1995-2005 гг. вызвало снижение обеспеченности почвы подвижными формами фосфора до 90 мг/кг. В восьмом туре обследования (2006-2010 гг.) наметилась тенденция к росту его содержания в почве (рис. 1).

На долю калия (K_2O) приходится 0,6-3% массы почвы. Более высоким содержанием этого элемента характеризуются глинистые и суглинистые почвы. Около 0,5-1% валового количества калия находится в поглощенном почвенными коллоидами (обменном) состоянии. В таком виде он доступен для растений. В отличие от азота и фосфора калий не образует в растениях прочные органические комплексы, поэтому его содержание в органическом веществе почвы незначительно.

Минимальное средневзвешенное содержание подвижных форм калия в почвах Воронежской области (115 мг/кг) было также отмечено в 1964-1970 гг. (рис. 2). В последующие годы в связи с увеличением использования удобрений оно постепенно возрастало и достигло максимума (128 мг/кг) в пятом и шестом турах обследования (1991-2000 гг.). Снижение применения удобрений вызвало ярко выраженную тенденцию уменьшения содержания подвижного калия в почвах на 5 мг/кг в течение седьмого и восьмого туров обследования (2001-2010 гг.).

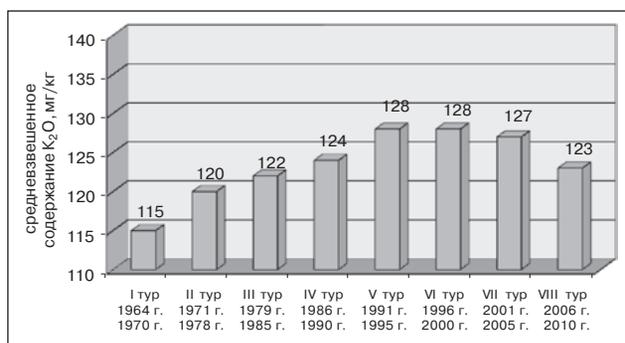


Рис. 2. Динамика средневзвешенного содержания подвижного калия в почвах сельскохозяйственных угодий Воронежской области, мг/кг.

Органическому веществу (гумусу) в почвах принадлежит особая роль, поскольку гумусообразование и гумусонакопление связано только с почвообразовательным процессом и не наследуется, как правило, от материнской почвообразующей породы, хотя, безусловно, она влияет на состав и свойства гумуса. На протяжении всех туров обследования сильных изменений в содержании органического вещества в Воронежской области не наблюдали. Величина этого параметра находилась в пределах 5,61-5,67% (рис. 3). Среди областей Центрального Черноземья наиболее высокое средневзвешенное содержание органического вещества в пахотных почвах отмечается в Тамбовской области (6,5%), а самое низкое – в почвах Курской области (4,5%) [6, 7].

Один из важнейших показателей почвенного плодородия – кислотность. Причем во многих регионах страны она в последние годы повышается [8]. Почвы с кислой реакцией почвенного раствора отличаются низким естественным плодородием, на них нельзя достичь большого экономического эффекта от применения минеральных удобрений, следовательно,

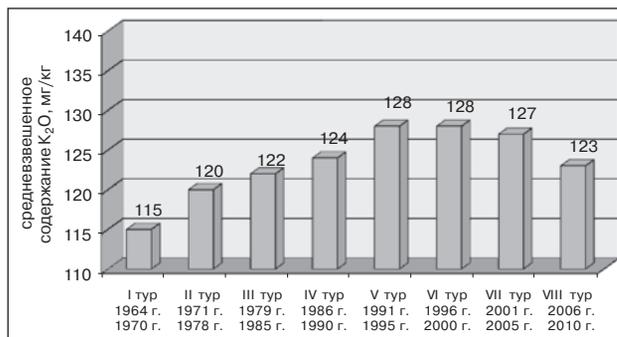


Рис. 3. Динамика средневзвешенного содержания гумуса в почвах сельскохозяйственных угодий Воронежской области, %

это будет ограничивать дальнейший рост урожайности сельскохозяйственных культур. Известкованию подлежат почвы с pH_{col} менее 5,5. В основном такие почвы расположены в лесостепной зоне Воронежской области и ЦЧО [9, 10, 11, 12].

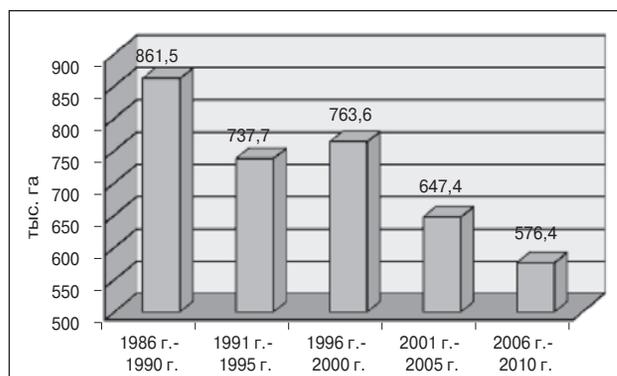


Рис. 4. Динамика площади кислых почв сельскохозяйственных угодий Воронежской области, тыс. га.

В четвертом туре обследования площадь кислых почв составляла 861,5 тыс. га (27,8% от обследованной), в том числе сильнокислые занимали 18,4 тыс. га, среднекислые – 171 тыс. га, слабокислые – 672,1 тыс. га. В этот период была зафиксирована максимальная площадь кислых почв. Отчасти такая ситуация обусловлена внесением большого количества физиологически кислых минеральных удобрений, выпадением кислотосодержащих осадков и антропогенной деятельностью. В последующих турах наблюдается снижение площади кислых почв из-за действия мелиорантов, а также рационального использования минеральных удобрений. По данным восьмого тура обследования площадь кислых почв в

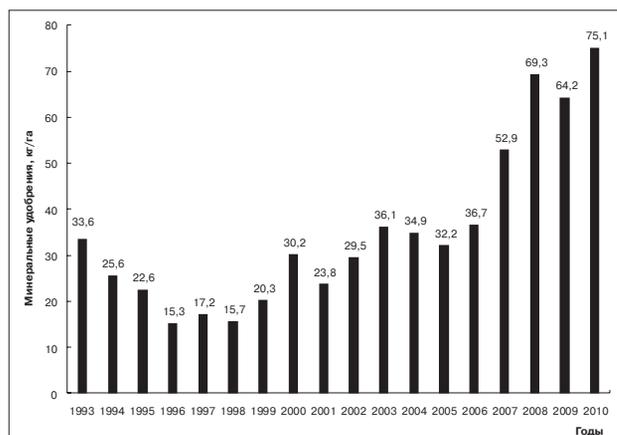


Рис. 5. Внесение минеральных удобрений, кг/га.

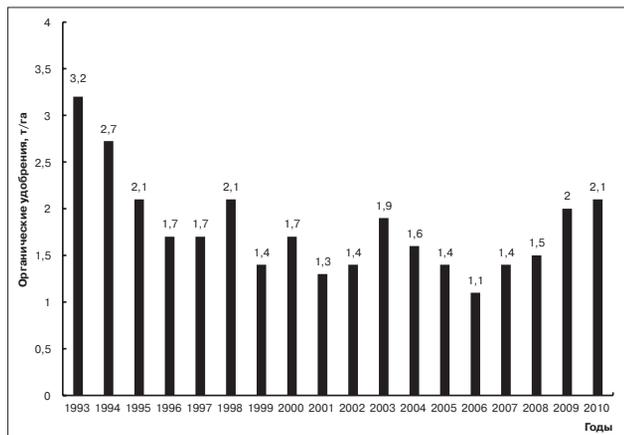


Рис. 6. Внесение органических удобрений, т/га.

области составила 576,4 тыс. га, из них 112,8 тыс. га сильно и среднекислые, а 463,6 тыс. га слабокислые (рис. 4).

Свойства почвы во многом зависят от уровня внесения минеральных и органических удобрений.

Литература.

1. Оценка временной динамики структуры агроландшафтов и показателей плодородия почв степной зоны Алтайского края / Г.Г. Морковкин, Т.В. Байкалова, Н.Б. Максимова, В.И. Овцинов, Е.А. Литвиненко, И.В. Дёмина, В.А. Дёмин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 9 (107). С. 33–42.
2. Агроэкологическое состояние пахотных почв в лесостепи Республики Башкортостан / Н.А. Родин, Н.А. Середа, И.Г. Асылбаев, Р.И. Баязитова, Л.И. Баязитова // Вестник Казанского ГАУ. 2014. Т.9. №2. С. 136–141.
3. Мазиров М.А., Рагимов А.О., Шентерова Е.М. Качественная оценка и динамика агрохимического состояния почвенного покрова в районах Владимирской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 5 (103). С. 33–39.
4. Плодородие чернозёмов России / под ред. Н.З. Милащенко. М.: Агроконсалт, 1998. 688 с.
5. Фосфор в земледелии Центрально-Черноземного района / Чекмарев П.А., Лукин С.В., Сискевич Ю.И., Юмашев Н.П., Хижняков А.Н. // Достижения науки и техники АПК. 2011. №5. С. 21–23.
6. Чекмарёв П.А., Лукин С.В. Мониторинг плодородия пахотных почв Центрально-Черноземных областей России // Агрохимия. 2013. №4. С. 11–22.
7. Мониторинг содержания органического вещества в пахотных почвах ЦЧР / Чекмарев П.А., Лукин С.В., Сискевич Ю.И., Юмашев Н.П., Хижняков А.Н. // Достижения науки и техники АПК. 2011. №9. С. 23–26.
8. Состояние кислотности почв Республики Татарстан / П.А. Чекмарев, А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев, Р.Р. Гайров // Достижения науки и техники АПК. 2013. №12. С. 8–11.
9. Лукин С.В., Четверикова Н.С. Мониторинг плодородия пахотных почв лесостепной зоны Центрально-Чернозёмного района // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. №1. С. 71–73.
10. Мониторинг кислотности пахотных почв Центрально-Черноземного района / П.А. Чекмарёв, С.В. Лукин, Ю.И. Сискевич, Н.П. Юмашев, В.И. Корчагин, А.Н. Хижняков. // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 7. С. 6–8.
11. Корнейко Н.И. Агроэкологическая оценка изменения основных показателей плодородия пахотных почв ЦЧР в процессе длительного сельскохозяйственного использования: автореферат дис. ... канд. с.-х. наук. Курск, 2008. 22 с.
12. Четверикова Н.С. Экологическая оценка влияния интенсивной сельскохозяйственной деятельности на состояние агроэкосистем в условиях лесостепной зоны Центрально-Чернозёмного района: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М.: ТСХА, 2013. 23 с.
13. Единая межведомственная информационно-статистическая система. Внесено сельскохозяйственными организациями минеральных удобрений в пересчете на 100% питательных веществ на 1 га посева [электронный документ] URL: <http://www.fedstat.ru/indicator/data.do?id=30964> (дата обращения 13.11.2015).
14. Единая межведомственная информационно-статистическая система. Внесено сельскохозяйственными организациями органических удобрений на 1 га посева [электронный документ]. URL: <http://www.fedstat.ru/indicator/data.do?id=30966> (дата обращения 13.11.2015)

DYNAMICS OF THE AGROCHEMICAL STATE OF ARABLE SOILS OF VORONEZH REGION

V.I. Korchagin

State Center of Agrochemical Service «Voronezhsky», ul. Lomonosova, 98, Voronezh, 394087, Russian Federation

Summary. Voronezh region is one of the food donors of the country. Developed agriculture has formed here due to fertile chernozems, which compose one of main natural resources of the region. The area of agricultural lands in the region is 4.0 million hectares, included 3.0 million hectares of arable lands, or 75%. The agrarian sector for Voronezh region was always the priority one, and it will be one of the basic forms of economical activity. Therefore it is necessary to think not only how to the most effectively use chernozems now, but also how to keep them. The aim of our investigation was to analyze the regularities of changes of the main agrochemical indices of soil fertility of Voronezh region. The work is based on the materials of eight stages of the complete agrochemical survey of soil (1965-2010). The sufficiently stable weighted mean content of organic matter in the range 5.61-5.67% is registered in the arable lands of Voronezh region in the years of the experiment. According to the results of the last finished stage of the agrochemical survey (2006-2010) the weighted average content of the mobile forms of phosphorus was 94 mg/kg, of mobile forms of potassium – 123 mg/kg. The total area of soils with acid reaction reached 576,400 ha, 112,800 ha from them are strongly and middle acid and 463,600 ha are subacid.

Keywords: fertility, mobile forms of phosphorus, mobile forms of potassium, humus, soil acidity, chernozem.

Author Details: V.I. Korchagin, director (e-mail: agrohim_36_1@mail.ru)

For citation: Korchagin V.I. Dynamics of the Agrochemical State of Arable Soils of Voronezh Region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. Pp. 11-13 (In Russ.).

ДИНАМИКА ПОЧВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЮГО-ВОСТОЧНЫХ И ЮЖНЫХ РАЙОНОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. ЖАБИН, кандидат сельскохозяйственных наук,
директор (e-mail: agrohim_36_2@mail.ru)

С.В. МУХИНА, доктор сельскохозяйственных наук,
зам. директора

Ю.А. КОНОВАЛОВ, начальник отдела

Н.И. КАЛАШНИКОВ

САС «Таловская», квартал V, 84, пос. 2-го уч-ка Ин-
ститута Докучаева, Таловский р-н, Воронежская обл.,
Российская Федерация

Резюме. В работе представлен анализ результатов 50-летнего мониторинга показателей плодородия почв юго-восточных и южных административных районов Воронежской области, а также агроэкологическое состояние пашни на 01.01.2015 г. Результаты I-VIII циклов агрохимического обследования свидетельствуют, что за анализируемый период существенных изменений по содержанию гумуса и pH_{KCl} не прослеживалось. Средневзвешенное содержание гумуса по зоне составляет 5,2%, почвы характеризуются как малогумусированные. Основная часть почв имеет нейтральную реакцию. Средневзвешенное количество подвижного фосфора в почве пахотных земель повысилось на 31,3% и достигло 88 мг/кг (среднеобеспеченные), подвижного калия – на 11,4% до 127 мг/кг (высокообеспеченные). Почвы обследуемой зоны низко обеспечены такими биогенными элементами, как цинк, медь, кобальт, марганец, что лимитирует рост урожайности сельскохозяйственных культур и вызывает целесообразность применения микроудобрений. По валовому содержанию солей таких тяжелых металлов, как цинк, свинец, ртуть и кадмий, пахотные почвы обследуемых районов относятся к первой группе, валового мышьяка – к III группе.

Ключевые слова: плодородие, почва, динамика, гумус, фосфор, калий, кислотность.

Для цитирования: Динамика почвенных показателей юго-восточных и южных районов Воронежской области / М.А. Жабин, С.В. Мухина, Ю.А. Коновалов, Н.И. Калашников // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. №11. С. 14-16.

Основа земледелия – плодородие пахотных почв, его сохранение и воспроизводство. Результаты сплошного агрохимического обследования и мониторинга плодородия показывают проявление деградации почв через ухудшение агрохимических характеристик сельскохозяйственных угодий: дегумификацию пахотного слоя, нарушение баланса питательных элементов вследствие превышения их выноса с урожаем над возвратом с удобрениями [1, 2, 3]. Ежегодный вынос питательных веществ из почв пашни в результате сельскохозяйственной деятельности в 5 раз превышает возврат их с вносимым объемом удобрений, который составляет сегодня по России 1,5 млн т д. в. [4]. Негативные процессы не обошли и Центрально-Чернозёмный регион, в том числе Воронежскую область [5, 6]. Уникальный профиль, агрономическая ценность и экологическая устойчивость чернозёма вполне позволяют считать его эталоном почв. Не случайно история о кубическом монолите воронежского чернозёма, который в 1900 г. продемонстрировали на Всемирной выставке в Париже, а затем длительное время хранили в агрономическом музее университета Сорбонны, известна большинству почвоведов мира [7].

Цель нашей работы – анализ результатов мониторинга состояния плодородия почв, динамики агрохимических параметров и показателей экологической безопасности земель сельскохозяйственного назначения юго-восточных и южных районов Воронежской

области за пятидесятилетний период деятельности станции агрохимической службы «Таловская».

Условия, материалы и методы. Воронежская область занимает центральное положение в чернозёмной зоне европейской части России. Ее площадь превышает 5 млн га, протяженность с юга на север составляет 350 км, с запада на восток – 300 км. В области 32 сельскохозяйственных, административных района, из них 13 юго-восточных и южных районов обслуживает ФГБУ «САС «Таловская». Площадь землепользования хозяйств зоны обслуживания составляет 1722,8 тыс. га, в том числе пашни – 1309,7 тыс. га, сенокосов – 61,0 тыс. га, пастбищ – 324,6 тыс. га, залежи – 20,2 тыс. га, многолетних насаждений – 7,3 тыс. га.

Климат обследуемых районов характеризуется довольно жарким летом и холодной зимой. Осадки выпадают неравномерно, со значительными колебаниями по годам и сезонам. На территории обслуживаемой зоны в среднем за год выпадает 450-500 мм осадков. Характерная особенность пространственного распределения их – уменьшение с юго-востока на юг. Вся территория находится в зоне неустойчивого увлажнения.

Преобладающее развитие получили почвы чернозёмного ряда, которые считаются зональными. В основном это чернозём обыкновенный, на долю которого приходится 63,1% площади и чернозём типичный (21,5%), чернозём выщелоченный занимает 7,7%, лугово-чернозёмные почвы – 3,7%, чернозём южный – 2,0%, другие почвы – 2,0%. Чернозёмы типичные преобладают в лесостепной природной зоне, к которой относятся Таловский, Новохопёрский и Бобровский районы. В остальных десяти районах степной природной зоны (Россошанский, Петропавловский, Павловский, Ольховатский, Кантемировский, Калачеевский, Воробьёвский, Верхнемамонский, Бутурлиновский, Богучарский) преобладают чернозёмы обыкновенные.

При обследовании пахотного горизонта почвы в слое 0-25 см отбирали одну объединённую почвенную пробу с площади 15 га. Определение показателей почвенного плодородия проводили по единым методикам, принятым в агрохимической службе. В отобранных образцах определяли: органическое вещество (гумус) по Тюрину в модификации ЦИНАО, подвижные формы фосфора и калия по Чирикову в модификации ЦИНАО, pH_{KCl} методом ЦИНАО, содержание валовых форм солей тяжёлых металлов – методом атомно-абсорбционной спектроскопии, их подвижных форм – с использованием ацетатно-аммонийного буферного раствора pH 4,8. За пятидесятилетний период деятельности выполнено 9 полных циклов агрохимического обследования, но так как почвенные образцы, отобранные в 2015 г. ещё не проанализированы, в работе приведены данные за 8 туров.

Результаты и обсуждение. Наиболее важный интегральный показатель плодородия почвы – гумус, который в силу особенностей химического строения, биологической доступности, высокой энергоёмкости определяет основные почвенные свойства и режимы.

Средневзвешенное содержание гумуса в первом туре обследования составляло 5,16%, в восьмом туре – 5,20% (табл. 1). Можно сказать, что гумусное состояние почвы за пятидесятилетний период в обследуемых районах

Таблица 1. Динамика основных показателей плодородия пахотных почв юго-восточных и южных районов Воронежской области

Район	Гумус, %		P ₂ O ₅ , мг/кг		K ₂ O, мг/кг		рН	
	1965-1970 г.	2006-2010 г.	1965-1970 г.	2006-2010 г.	1965-1970 г.	2006-2010 г.	1986-1990 г.	2006-2010 г.
Таловский	6,37	6,00	73	85	126	133	5,9	5,9
Бобровский	5,56	5,50	73	117	112	115	5,7	5,6
Новохопёрский	5,03	5,50	75	114	137	148	5,8	5,9
Бутурлиновский	6,40	6,00	83	106	117	135	6,1	6,1
Богучарский	4,04	4,30	57	93	107	137	6,1	6,5
Воробьевский	6,32	5,80	79	90	129	137	6,1	6,2
Верхнемамонский	4,10	5,00	63	78	103	139	5,9	6,2
Кантемировский	4,97	4,90	55	74	104	139	6,2	6,6
Калачеевский	5,30	5,30	65	73	127	136	6,2	6,4
Россошанский	5,15	5,10	65	76	121	120	6,2	6,6
Ольховатский	5,39	5,30	62	73	95	107	6,3	6,3
Павловский	4,56	4,50	67	79	112	106	5,9	5,8
Петропавловский	3,93	4,00	59	87	98	106	5,9	5,7
По районам	5,16	5,20	67	88	114	127	6,0	6,1

Воронежской области практически не изменилось. В 1990-1995 гг. намечалась тенденция снижения величины этого показателя в результате сокращения применения органических и минеральных удобрений. Потребность растений в элементах питания в те годы большей частью удовлетворялась за счет минерализации органического вещества почвы. На сегодняшний день сельхозтоваропроизводители в обследуемых районах вносят органические удобрения в количестве около 2,2 т/га в расчете на посевную площадь и 6,3 т/га на удобренную. При этом для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах региона необходимо ежегодно вносить 6-8 т/га органических удобрений. Кроме того, в хозяйствах стали уделять внимание подбору севооборотов с благоприятным соотношением гумусоемких и гумусосберегающих культур, наращиванию доли однолетних и многолетних трав в структуре посевных площадей, посеву зернобобовых, использованию в качестве органического удобрения сидеральных культур и соломы. Запахивание соломы в среднем по районам составляет 1,3 т/га.

Наиболее высоким содержанием гумуса в пахотном горизонте характеризуются юго-восточные районы области: Таловский, Бутурлиновский (6,00 %), Воробьевский (5,80 %). В почвах южных районов величина этого показателя несколько ниже: Петропавловский – 4,00%, Богучарский – 4,30%, Павловский – 4,50%.

Сравнительная оценка содержания гумуса между I и VIII турами обследования показывает, что в Таловском, Бобровском, Бутурлиновском, Воробьевском, Кантемировском, Россошанском, Ольховатском, Павловском районах наметилась тенденция к снижению величины этого показателя. В Новохопёрском, Богучарском, Верхнемамонском, Петропавловском районах отмечается обратная ситуация, а в Калачеевском районе количество гумуса в агрогенном горизонте сохраняется на уровне 1965 г.

Еще один важный показатель, характеризующий уровень плодородия почвы – содержание подвижного фосфора. В целом по обследуемым районам оно находится на среднем и повышенном уровне. Повышенная величина этого показателя отмечена в Бобровском, Новохопёрском и Бутурлиновском районах (от 106 до 117 мг/кг). На остальной территории содержание подвижных фосфатов варьирует от 73 до 93 мг/кг. К югу области количество фосфора в пахотных горизонтах почв постепенно уменьшается.

Результаты сравнительной оценки содержания фосфора по циклам обследования показывают, что к VIII туру средневзвешенное количество подвижных форм этого элемента увеличилось, относительно I тура, на 31,3%. Если в 1965-1970 гг. концентрация подвижных фосфа-

тов находилась на уровне 67 мг/кг, то в 2006-2010 гг. – 88 мг/кг. При этом доля почв с повышенной и высокой обеспеченностью увеличилась с 8,8 до 29,6% и с 0,8 до 5,8% соответственно. Одновременно доля почв с низким содержанием подвижного фосфора уменьшилась с 24,6 до 11,0%, со средним – с 58,9 до 51,3%.

Потенциальное плодородие чернозёмов характеризуется повышенной обеспеченностью подвижным калием по причине его значительных запасов в почвообразующей

породе, представленной в большинстве своём лессовидными суглинками. Содержание подвижных форм этого элемента с 1965 по 2010 г. увеличилось во всех районах в среднем до 11,4%. Если в I туре оно составляло 114 мг/кг, то в VIII – 127 мг/кг. Доля почв со средней обеспеченностью за этот же период снизилась с 11,4 до 8,9%. Концентрация подвижного калия в пахотном горизонте юго-восточных и южных районов в подавляющем большинстве находится в пределах четвертого и пятого классов обеспеченности (повышенный и высокий уровень). На пашню с повышенным содержанием подвижного калия приходится 33,4% от всей обследуемой площади, с высоким – 50,8%.

Средневзвешенное содержание подвижного калия в почве по административным районам варьирует в пределах от 106 мг/кг в Павловском, Петропавловском до 139-148 мг/кг в Верхнемамонском, Кантемировском, Новохопёрском районах.

Важный фактор почвенного плодородия, серьезно влияющий на формирование урожая сельскохозяйственных культур, – кислотность, которая в естественных условиях формируется в ходе почвообразовательного процесса. Реакция почвы не постоянна. Она изменяется под воздействием кислот, образующихся в почве в результате биологических, химических и физико-химических процессов, выноса кальция и магния урожаем, их вымывания из корнеобитаемого слоя с нисходящими токами воды и др.

Мониторинг за состоянием плодородия позволил установить, что с 1986 по 2010 гг. величина обменной кислотности почвы в зоне обслуживания сдвинулась на 0,1 единицу в сторону повышения отрицательного логарифма. Характеризуя ситуацию отдельно по административным районам, следует отметить, что только в трёх (Бобровском, Павловском, Петропавловском) из тринадцати обследуемых районов наблюдается тенденция к изменению реакции почвы в сторону снижения отрицательного логарифма на 0,1-0,2 единицы. В остальных районах реакция смещается в сторону его увеличения на 0,1-0,4 единицы. В целом за период с IV по VIII тур агрохимического обследования доля слабокислых почв увеличилась с 13,3 до 15,2%, близких к нейтральным – с 22,9 до 23,1%. Процент сильнокислых и среднекислых почв уменьшился, соответственно, с 0,8 до 0,1% и с 3,6 до 2,2%. Доля почв с нейтральной реакцией не изменилась и составляет 59,4%.

На сегодняшний день почвы Таловского, Бобровского, Новохопёрского, Павловского, Петропавловского районов имеют реакцию близкую к нейтральной (рН_{KCl} 5,6-5,9), остальных районов – нейтральную (рН_{KCl} 6,1-6,6).

Поскольку почва служит основным источником поступления микроэлементов в растения, без учета содержания

и доступности их в почвах невозможно обосновать применения микроудобрений.

На 01.01.2015 г. средневзвешенное содержание подвижного цинка по обследуемым районам составило 0,4 мг/кг (табл. 2). При этом их почвы слабо обеспечены подвижной медью, количество которой в среднем составляет 0,13 мг/кг, что обусловлено физико-химическим действием карбоната кальция, адсорбирующего и прочно удерживающего Си на поверхности своих частиц. Кроме того, почва обследуемых районов отличается низкой концентрацией марганца и кобальта.

В связи с этим возникает необходимость разработки рекомендаций по внесению микроудобрений для оптимизации питания сельскохозяйственных культур, возделываемых на почвах южных и юго-восточных районов Воронежской области.

Сформированные тысячелетиями почвы выполняют функции универсального поглотителя и нейтрализатора различных загрязнителей, к числу которых относятся соединения тяжелых металлов. На 01.01.2015 г. валовое содержание солей цинка, свинца, ртути и кадмия в пахот-

Таблица 2. Содержание подвижных микроэлементов в пахотных почвах юго-восточных и южных районов Воронежской области на 01.01.2015 г., мг/кг

Район	Zn	Cu	Mn	Co
Таловский	0,3	0,08	5,1	0,08
Бобровский	0,4	0,11	6,1	0,10
Новохопёрский	0,4	0,12	4,6	0,10
Бутурлиновский	0,3	0,08	3,9	0,10
Богучарский	0,4	0,20	6,4	0,12
Воробьёвский	0,3	0,15	5,8	0,11
Верхнемамонский	0,3	0,12	5,1	0,08
Кантемировский	0,3	0,08	7,1	0,08
Калачеевский	0,4	0,08	3,5	0,05
Россошанский	0,4	0,16	4,6	0,09
Ольховатский	0,7	0,18	6,1	0,12
Павловский	0,3	0,13	5,3	0,09
Петропавловский	0,4	0,11	3,8	0,10
По районам	0,4	0,13	5,2	0,09

Литература.

1. Сычёв В.Г., Лунев М.И., Павлихина А.В. Современное состояние и динамика плодородия пахотных почв России // Плодородие. 2012. №4. С. 5–7.
2. Чекмарев П.А., Просяникова О.И. Агрохимический мониторинг пахотных почв (на примере Кемеровской области). Кемерово: Кузбассвузиздат, 2011. 135 с.
3. Щеглов Д.И. Гумусовый профиль чернозёмов: процессы формирования и направление эволюции // Антропогенная эволюция чернозёмов. Воронеж: ВГУ, 2000. С. 71–100.
4. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Воронежской области: Под общей ред. А.В. Гордеева. Воронеж: Кварта, 2013. 446 с.
5. Орёл А.Н., Романюк В.Н., Перегудов Н.И. Возвратим былую силу чернозёму // Агрохимический вестник. 2002. №5. С.33-34.
6. Мониторинг калийного режима чернозёмов ЦЧР / П.А. Чекмарев, С.В. Лукин, Ю.И. Сискевич, Н.П. Юмашев, В.И. Корчагин, А.Н. Хижняков // Достижения науки и техники АПК. 2011. №8. С. 3–6.
7. Щербakov А.П., Васенев И.И. Антропогенная эволюция чернозёмов. Воронеж: ВГУ, 2000. 412 с.

DYNAMICS OF SOIL INDICATORS OF THE SOUTH-EAST AND SOUTHERN REGIONS OF VORONEZH REGION

M.A. Zhabin, S.V. Mukhina, Yu.A. Konovalov, N.I. Kalashnikov

Station of agrochemical service «Talovskaya», kvartal V, 84, pos. 2 Uchastka Instituta Dokuchaeva, Talovsky r-n, Voronezhskaya obl., Russian Federation

Summary. The work presents the analysis of results of fifty-year summer monitoring of fertility conditions of soils of the south-east and southern administrative districts of Voronezh region, as well as agroecological condition of arable land at 01/01/2015. The results of the I-VIII cycles of the inspection showed that for this period the essential changes on the humus content and pH_{KCl} did not occur. The average weighted humus content of the zone is 5.2%; soils are characterized as low-humic. The general part of soil has neutral reaction. The weighted average content of mobile phosphorus in arable lands increased by 31.3% and reached 88 mg/kg (the average provision). The weighted average content of mobile potassium grew by 11.4% and reached 127 mg/kg (the high provision with mobile potassium). The soils of the examined area are low provided with such biogenic elements as zinc, copper, cobalt, manganese, which limits the growth of productivity of crops. There is an expediency of use of microfertilizers. According to the gross content of salts of such heavy metals as zinc, lead, mercury and cadmium, the arable soils of the surveyed areas related to the first group, according to the content of arsenic—to the III group.

Keywords: fertility, soil, dynamics, humus, phosphorus, potassium, acidity.

Author Details: M.A. Zhabin, Cand. Sc. (Agr.), director (e-mail: agrohim_36_2@mail.ru); S.V. Mukhina, D. Sc. (Agr.), deputy director; Yu.A. Konovalov, head of division; N.I. Kalashnikov

For citation: Zhabin M.A., Mukhina S.V., Konovalov Yu.A., Kalashnikov N.I. Dynamics of Soil Indicators of the South-East and Southern Regions of Voronezh Region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. Pp. 14-16 (In Russ.).

Таблица 3. Валовое содержание солей тяжелых металлов в пахотных почвах юго-восточных и южных районов Воронежской области на 01.01.2015 г., мг/кг

Район	Zn	Pb	Hg	Cd	As
Таловский	31,1	13,12	0,02	0,41	2,65
Бобровский	31,0	16,22	0,02	0,42	2,05
Новохопёрский	22,1	8,00	0,02	0,21	3,55
Бутурлиновский	31,8	11,10	0,02	0,36	2,64
Богучарский	30,1	12,50	0,01	0,40	2,35
Воробьёвский	33,2	12,20	0,02	0,40	4,05
Верхнемамонский	32,0	11,10	0,02	0,38	1,80
Кантемировский	35,2	14,30	0,02	0,32	2,95
Калачеевский	29,2	12,02	0,15	0,41	3,85
Россошанский	36,7	14,05	0,02	0,42	3,21
Ольховатский	36,0	14,12	0,02	0,46	2,30
Павловский	27,0	11,00	0,02	0,42	2,75
Петропавловский	29,6	11,80	0,01	0,38	1,80
По районам	31,2	12,4	0,02	0,38	2,77

ных почвах обследуемых районов не превышало 0,5 ПДК (табл. 3), что соответствует первой группе загрязнённости. По мышьяку величина этого показателя превышает ПДК, что соответствует третьей группе.

Выводы. Результаты мониторинга за 50-летний период показали, что почвы административных районов юго-востока и юга Воронежской области различаются по своему плодородию. Существенных изменений по содержанию гумуса и рН_{KCl} не прослеживалось. В среднем по зоне почвы характеризуются как малогумусированные с содержанием гумуса 5,2%. Основная их часть имеет нейтральную реакцию. Уровень обеспеченности подвижным фосфором средний – 88 мг/кг, подвижным калием – высокий (127 мг/кг). Низкая аккумуляция в агрогенном горизонте почв таких биогенных элементов, как цинк, медь, кобальт, марганец позволяет отнести их содержание к лимитирующим факторам роста урожайности культур, что следует учитывать при разработке системы применения удобрений, а именно возникает целесообразность применения микроудобрений.

ЗНАЧЕНИЕ НАУЧНО-АГРОНОМИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ Д.Н. ПРЯНИШНИКОВА В РАЗВИТИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

В.Г. ЛОШАКОВ, доктор сельскохозяйственных наук,
научный сотрудник (e-mail: LVG36@yandex.ru)

Всероссийский научно-исследовательский институт
агротехники имени Д.Н. Прянишникова, ул. Прянишникова,
31А, Москва, 127550, Российская Федерация

Резюме. В статье представлена роль Д.Н. Прянишникова в развитии научной агрономии в нашей стране, его большой вклад в совершенствование теории и практики земледелия и растениеводства. Относительно земледелия Нечерноземной зоны можно выделить следующие четыре направления научно производственной деятельности Д.Н. Прянишникова, которые нашли развитие в трудах его учеников и последователей, внедрены в практику современного сельского хозяйства: клеверосеяние и плодосменная система земледелия; учение о севооборотах; люпинизация и использование биологического азота; зерновая специализация. Реализация принципов плодосмена при самых высоких уровнях химизации земледелия Нечерноземья и других регионов нашей страны обеспечивает повышение урожайности основных полевых культур в среднем в 1,5-1,7 раза, что подтверждает их незыблемость. Плодосменные севообороты, рекомендованные Д.Н. Прянишниковым, стали основой биологизации и экологизации в современных агроландшафтных системах земледелия. Их разработка с учетом совместимости и самосовместимости сельскохозяйственных культур стала дальнейшим этапом развития учения Д.Н. Прянишникова о севообороте. Идеи люпинизации земледелия нашли свое развитие в широком использовании промежуточного зеленого удобрения в сочетании с удобрением соломой. На фоне минеральных удобрений это экономически выгодный прием, который можно рассматривать как полноценную замену внесению навоза, применение которого в современном земледелии сократилось в 4-5 раз. Заделка зеленого удобрения с соломой уравнивает эффективность специализированного зернового севооборота с плодосменным. Благодаря широкой химизации земледелия в 80-е гг. в земледелии Нечерноземной зоны была реализована мечта Д.Н. Прянишникова – выращен 1 млрд пудов зерна.

Ключевые слова: агрономия, частное и общее земледелие, плодосмен, система земледелия, севооборот, полевое травосеяние, зеленое удобрение промежуточные культуры, клевер, люпин, плодородие почвы, урожай.

Для цитирования: Лошаков В.Г. Значение научно-агрономического наследия Д.Н. Прянишникова в развитии земледелия Нечерноземной зоны // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 17-21.

В год 150-летия со дня рождения академика Д.Н. Прянишникова мы вновь и вновь обращаемся к богатейшему научному наследию выдающегося ученого – «основоположника отечественной научной школы в агрономической химии, биохимии и физиологии растений» [1]. Именно так написано в 5-м томе «Сельскохозяйственной энциклопедии» о деятельности этого выдающегося классика отечественной агрономии.

А между тем Д.Н. Прянишников был не только основателем отечественной агрохимии, крупным биохимиком, физиологом растений, но и основоположником отечественной агрономической науки в самом широком смысле этого слова. Сотни его научных трудов были посвящены самым разным вопросам общего и частного земледелия и многие из них не утратили своей актуальности до сих пор. К сожалению, об этом забывают и часто пишут о Д.Н. Прянишникове лишь как о выдающемся агрохимике, не раскрывая его большой и многогранной научной деятельности в области других агрономических наук. Тем самым невольно замалчивается роль этого ученого в развитии других направлений научной агрономии и практического земледелия.

Разносторонняя и необычайно плодотворная деятельность академика Д.Н. Прянишникова – ученого с энциклопедическими знаниями – оказала огромное влияние на развитие не только агрохимии, но и других агрономических наук, и, прежде всего, земледелия, как общего, так и частного. Достаточно вспомнить, что Дмитрий Николаевич в течение 33 лет возглавлял в Московском сельскохозяйственном институте – потом Тимирязевской академии – кафедру частного земледелия. Как ученый-агроном по долгу своей службы и призванию он постоянно занимался разработкой основ научной агрономии, внедрением их в учебный процесс и практику земледелия.

Наглядное представление о большом разнообразии научных интересов Д.Н. Прянишникова дает то внимание, которое он уделял различным вопросам развития земледелия Нечерноземной зоны. В этой области его научной и практической деятельности можно выделить следующие направления, которые стали бесценным научным наследием, получили развитие в трудах нескольких поколений учеников Дмитрия Николаевича и оказали большое влияние на развитие теории и практики земледелия в регионе:

*клеверосеяние и плодосменная система земледелия;
учение о севооборотах;*

люпинизация земледелия и роль биологического азота;

зерновая специализация земледелия.

Развитие вопросов клеверосеяния и плодосменной системы земледелия в трудах Д.Н. Прянишникова было предопределено тем, что, будучи верным учеником К.А. Тимирязева, Дмитрий Николаевич взял на вооружение его учение о ведущей, космической роли живых растений в круговороте веществ и энергии в природе, об их влиянии на биосферу и почву как важнейшую ее составляющую.

Увязывая эти вопросы с практикой земледелия, К.А. Тимирязев в своем знаменитом труде «Земледелие и физиология растений», в частности, дал высокую оценку роли клеверосеяния в развитии земледелия: «... едва ли в истории найдется много открытий, которые были бы таким благодеянием для человечества, как это включение клевера и вообще бобовых растений в севооборот, так поразительно увеличившее производительность труда земледельца» [3].

Д.Н. Прянишников еще во время первой своей научной командировки по европейским странам в конце 90-х гг. XIX столетия заинтересовался и изучил опыт клеверосеяния в плодосменных системах земледелия Германии, Франции и других стран Европы. Познав их преимущества перед традиционной трехполькой, он стал приверженцем клеверосеяния и плодосменной системы земледелия.

Ценность клевера, как и других бобовых, заключается в том, что они, синтезируя и накапливая в почве азот атмосферы, оказывают положительное влияние на ее плодородие. Кроме того, клевер и другие бобовые культуры обогащают почву органическим веществом как прямо – своими поукосными и корневыми остатками, так и опосредованно – через навоз с высокими удобрительными свойствами. К этому следует добавить положительное влияние многолетних бобовых культур на водно-физические свойства почвы – они оставляют после себя хорошо оструктуренную почву с высокой влагоемкостью, водо- и

воздухопроницаемостью. Все это делает клевер и другие бобовые стержнем плодосменной системы земледелия, который дополнительно укрепляют положительное влияние на плодородие почвы пропашных культур, внесение навоза и интенсивная обработка почвы под которые усиливают эффект плодосменных севооборотов.

Анализируя опыт западноевропейского земледелия, Д.Н. Прянишников отмечал, что благодаря плодосмену Англия, Германия, Франция и другие страны Европы в XIX в. увеличили урожайность зерновых культур с 7 до 15 ц/га. Применение на таком фоне минеральных удобрений позволило этим странам к 30 гг. прошлого столетия довести ее в среднем до 30 ц/га зерна.

Раскрывая причины эффективности плодосменных севооборотов, Дмитрий Николаевич подчеркивал, что их родина – западноевропейские страны с высокой обеспеченностью атмосферными осадками. Например, в Англии, Голландии, Дании, в приморских областях Германии, Франции и других стран их среднегодовое количество достигает 800-1000 мм при положительных среднегодовых температурах января. Такой климат исключительно благоприятен для вегетации клевера и других многолетних трав, потребляющих большое количество влаги (их транспирационный коэффициент в 2 раза выше, чем у других полевых культур) [4, 5].

Подходит для этих видов и климат большинства районов европейской части Нечерноземной зоны, которые расположены в зоне достаточного увлажнения. И для них Д.Н. Прянишников рекомендовал простейшие плодосменные чередования по типу норфолкского севооборота: клевер, озимые зерновые (рожь, пшеница, позже – тритикале), пропашные (картофель, кормовые корнеплоды, позже – кукуруза на силос), яровые зерновые (овес, ячмень) с подсевом клевера. В начале прошлого столетия такое чередование было принято в отдельных хозяйствах Нечерноземной зоны, как в виде чистого плодосмена, так и в комбинации его с зернопаровым звеном (переходный вариант): клевер, озимые зерновые, пропашные, яровые зерновые, чистый пар, озимые зерновые, яровые зерновые с подсевом клевера.

Дальнейшее развитие научно-технического прогресса позволило окончательно решить вопрос о замене в Нечерноземной зоне чистых паров занятыми, эффективность которых в этих условиях была доказана работами Д.Н. Прянишникова, А.Г. Дояренко и других ученых. В 30-е годы в практике земледелия на этой территории стали вводить широко распространенные в дальнейшем многопольные чередования с различными вариациями следующего типа: два поля многолетних трав (клевер в чистом виде, но чаще в смеси с тимофеевкой), озимые зерновые, пропашные, яровые зерновые, занятый пар (вика-овес на корм, зернобобовые), озимые зерновые, яровые зерновые с подсевом многолетних трав.

По рекомендациям Д.Н. Прянишникова увеличение в структуре посевных площадей доли многолетних и однолетних кормовых трав превращало такие зерно-травянопропашные полевые севообороты в условиях Нечерноземной зоны в травянозерновые (более 50% трав), кормовые или травопольные (100% трав) 7-10-польные лугопастбищные кормовые севообороты.

В прифермских травяно-пропашных кормовых севооборотах структура посевных площадей определяла использование 4-6-польных чередований с примерно равной площадью посевов кормовых трав и пропашных культур (кормовые корнеплоды, картофель, кукуруза на силос и др.): однолетние травы на зеленый корм с подсевом многолетних

трав, два поля многолетних трав, картофель, кукуруза на силос, кормовые корнеплоды [6].

В этой части воззрения Д.Н. Прянишникова на полевое травосеяние в какой-то мере совпадали с оценками многолетних трав В.Р. Вильямсом. Однако они приобретали принципиальные расхождения при попытке фетишизации травопольной системы земледелия. Дмитрий Николаевич решительно выступал против шаблонного и повсеместного использования полевого травосеяния как «панацеи от всех бед» [9]. В своих научных трудах и публицистических выступлениях он боролся с попытками сторонников травопольной системы земледелия подменить ею реальные программы повышения плодородия почвы с помощью удобрений и на этой основе отказаться от планов развития туковой промышленности в нашей стране. Мужественная борьба Д.Н. Прянишникова против мифических догматов о чудодейственной роли многолетних трав и почвенной структуры позволила отстоять научно-материалистические основы отечественной агрономии и определить развитие земледелия в нашей стране по пути его интенсификации с помощью широкого использования средств химизации в сочетании с механизацией и мелиорацией.

Д.Н. Прянишников придавал большое значение развитию *научно-практических основ севооборота* как базовой части плодосменной и других прогрессивных систем земледелия.

Еще в древности была известна эффективность смены культур на полях, но ни в те времена, ни в Средние века никто не смог объяснить ее причин. Лишь с развитием естествознания в начале XIX века стали появляться первые попытки научного подхода к решению этого вопроса. Однако все возникшие теории страдали односторонностью и не давали объективной оценки и полного объяснения сложным процессам, которые происходили на полях при чередовании культур или в случае их бессменного возделывания. Первую всестороннюю научную оценку этим явлениям дал Д.Н. Прянишников. Будучи активным пропагандистом принципов плодосмена, он вслед за И.А. Стебутом признавал множественность причин положительного эффекта чередования культур. Заслуга Дмитрия Николаевича заключается в том, что он впервые научно обосновал и определил их как комплекс взаимосвязанных причин, наиболее эффективных при совокупном действии. Опираясь на законы научного земледелия, он объединил эти причины в четыре группы:

агрехимические, связанные с особенностями питания растений;

агрофизические, связанные с действием растений на структуру и влажность почвы;

биологические, связанные с различным отношением растений к болезням, вредителям и сорнякам, к процессам почвоутомления;

экономические, определяющие преимущества правильного чередования культур севооборота с позиций организации производства [6].

Эти положения выдержали испытание временем и до сих пор остаются важной составной частью теории и практики севооборота в земледелии. Особенно пророческими оказались оценки роли отдельных факторов. Например, Д.Н. Прянишников придавал большое значение причинам биологического характера, которые он считал «...самыми непреодолимыми при попытках отклонения от плодосмена (в широком смысле этого слова), потому что с истощением почвы мы можем бороться внесением удобрений, с потерей должного строения – внесением органического вещества, извести и правильной обработкой, но с размножением паразитов очень часто мы не можем справиться без должного севооборота» [2].

Прошло более 80 лет с того времени, когда были написаны эти слова, но и на сегодня это положение остается актуальным. Ежегодно отечественное земледелие теряет десятки миллионов тонн различной сельскохозяйственной продукции из-за того, что попираются научные законы земледелия (закон возврата, плодосмена и др.), грубо нарушаются принципы чередования культур на полях, что приводит к чрезмерному заражению болезнями, распространению вредителей, засорению злостными сорняками.

Еще одной важной сферой научных интересов Д.Н. Прянишникова была *люпинизация земледелия и проблема биологического азота*.

Условным названием «люпинизация земледелия» он определял комплекс мероприятий по повышению плодородия почвы с помощью зеленого удобрения. Не только люпинового, не только песчаных почв и, наконец, не только в Нечерноземной зоне.

Начиная с 1897 г., Д.Н. Прянишников в Московском сельскохозяйственном институте (ныне РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева) проводил исследования по изучению растений люпина. На Опытном поле, в вегетационных домках института он устанавливает высокую способность этой культуры к биологической фиксации атмосферного азота, к усвоению трудно растворимых фосфатов, ее устойчивость к высокой кислотности почвы, способность быстро формировать мощную корневую систему, глубоко проникать в подпахотные слои почвы и находить там необходимые питательные вещества и воду. Именно эти свойства позволяли растениям люпина хорошо развиваться на бесплодных песчаных и супесчаных почвах, накапливая большую вегетативную массу высокой удобрительной ценности.

Дмитрий Николаевич рассматривал сидераты прежде всего как органическое удобрение, способное заменить недостающий навоз. По этому поводу он писал: «И там, где для улучшения почв особенно необходимо обогащение их органическим веществом, а навоза по той или иной причине не хватает, зеленое удобрение приобретает особенно большое значение. В сочетании с навозом и другими органическими удобрениями, а также с удобрениями минеральными зеленое удобрение в качестве одного из элементов системы удобрений должно стать весьма мощным средством поднятия урожая и повышения плодородия почв» [2].

В то же время идеи люпинизации земледелия красной нитью проходят через многочисленные труды Д.Н. Прянишникова, посвященные *проблемам азота в земледелии нашей страны* [2, 6 и др.].

Постоянная забота об азотном питании растений привела ученого к идее широкого использования в земледелии его биологических форм, накапливаемых в почве при помощи живых организмов. Особое внимание в этом смысле привлекали бобовые культуры как фиксаторы атмосферного азота. Ученый постоянно доказывал, что с их помощью в почве можно накопить столько азота, сколько химическая промышленность сумеет произвести только при достаточно мощном развитии. В результате реализации этой идеи площадь посевов многолетних бобовых трав к 40-м годам прошлого столетия в нашей стране возросла, по сравнению с дореволюционным уровнем, в 5-6 раз.

Основной культурой для этих целей Д.Н. Прянишников считал люпин как один из лучших среди бобовых растений фиксаторов атмосферного азота и притом способный произрастать на малоплодородных песчаных почвах. Он разработал много практических приемов по использованию люпина на зеленое удобрение. Одним из них было предложение организовать удобрение полей в безнавозных хозяйствах Нечерноземной зоны путем сочетания посевов этой культуры с внесением в почву

фосфоритной муки и золы. Для продвижения люпинового зеленого удобрения в северные районы Нечерноземной зоны был рекомендован более скороспелый однолетний узколистный люпин. Для самых северных районов ученый выписал из Канады и внедрил в производство многолетний люпин, обладающий мелкими семенами и способный давать зрелые семена, начиная со второго года, у самых северных границ земледелия [2, 5, 6].

Дмитрий Николаевич считал, что если на чистых парах падающая солнечная энергия пропадает бесследно, то на занятых парах и на полях с пожнивными и другими промежуточными культурами Нечерноземной зоны ее необходимо использовать для производства кормов или зеленого удобрения.

Зерновая специализация земледелия Нечерноземной зоны – еще одно важное направление агрономической деятельности Д.Н. Прянишникова, которое сыграло большую роль в развитии земледелия на этой территории.

Еще в 20-е годы прошлого столетия, озабоченный неустойчивостью производства зерна в засушливых южных районах нашей страны, Дмитрий Николаевич мечтал о надежном резервном миллиарде пудов зерна, который могла бы давать стране Нечерноземная зона [4]. В статье «Резервный миллиард» он писал: «Чтобы быть застрахованным от тяжелых последствий подобной засухи, необходимо создавать лишний миллиард пудов зерна в полосе, не знающей засухи, то есть в нечерноземной полосе».

В 80-е гг. прошлого столетия мечта ученого сбылась – благодаря интенсификации земледелия на основе его химизации, новым высокопродуктивными сортам, возросшей культуре земледелия только в европейской части Нечерноземной зоны в 1985 г. было произведено 17105 тыс. т зерна [8]. Причем большую их часть (60%) вырастили хозяйства Центрального района Нечерноземной зоны, многие из которых получали в те годы на круг по 4-5 т/га зерна.

Однако реформирование АПК в условиях затяжного экономического кризиса привело к тому, что площадь посевов зерновых культур в Центральном районе Нечерноземья сократилась с 6314,0 тыс. га в 1990 г. до 2542,7 тыс. га в 2010 г., а производство зерна за этот же период уменьшилось с 9913 до 4151,3 тыс. т [11]. Одновременно произошли существенные изменения в структуре посевных площадей, которые вызвали затруднения в организации научно обоснованного чередования сельскохозяйственных культур на полях [5, 6, 9]. В первую очередь это было обусловлено выпадением пропашных культур, составлявших раньше один из основных элементов плодосмена. Например, за последние 20 лет площадь посадок картофеля в сельскохозяйственных предприятиях уменьшилась в 10 раз, кукурузы на силос – в 5 раз [5, 8].

В несколько раз сократились площади посевов зернобобовых культур, в результате чего они утратили свое значение в построении полевых севооборотов, а также посевы однолетних трав как парозанимающих культур. Преобладающими в структуре посевных площадей стали зерновые, определившие специализацию земледелия Нечерноземья.

В то же время в условиях, которые складываются на территории Нечерноземной зоны, зерновая специализация земледелия объективно оправдана и перспективна, так как производство зерна здесь имеет ряд экономических, технологических и агроэкологических преимуществ, о которых упоминал еще Д.Н. Прянишников [2, 4, 5].

Во-первых, в качестве зерновых возделывают разнообразные виды культур, которые существенно отличаются по биологии и технологии выращивания – по озимости и яровости, по срокам посева и уборки, по устойчивости к

болезням и вредителям, по конкурентной способности к сорнякам и по другим признакам. Это позволяет в пределах зерновой группы эффективно организовать смену культур, отличающихся различным потреблением воды и питательных веществ, степенью воздействия на физические, химические и биологические свойства почвы, устойчивостью к различным видам эрозии, степенью поражения специализированными болезнями и вредителями, засоренностью специализированными сорняками и др.

Во-вторых, технология выращивания зерновых культур полностью механизирована, и себестоимость производства зерна значительно ниже, чем другой растениеводческой продукции [9, 10].

В-третьих, зерно как товар меньше всего подвержено колебаниям рыночной конъюнктуры, так как оно может храниться десятки лет и выставляться на продажу тогда, когда складываются благоприятные рыночные условия.

В-четвертых, после уборки зерновых культур остается 2-2,5 месяца теплого времени, в течение которого возможно выращивание различных видов пожнивных и других промежуточных кормовых и сидеральных культур [5, 11].

В-пятых, при зерновой специализации земледелия производится большое количество соломы, которая при «безнавозном» типе хозяйства мало используется, но служит важной формой органического удобрения [5, 9, 13].

В-шестых, выращивание зерновых культур имеет ряд агроэкологических преимуществ. Их высевают сплошным способом, что надежно защищает почву от разрушения. Особенно это эффективно при возделывании озимых зерновых, которые, например, в центральном Нечерноземье занимают половину площади посевов хлебных злаков [8, 9].

Кроме того, зерновые оставляют на полях стерню, которая задерживает снег, накапливает влагу в почве и защищает ее от эрозии.

Важно так же и то, что правильно организованное чередование культур в зерновых севооборотах повышает их фитосанитарные и почвозащитные функции.

Например, овес в этом случае выполняет роль «санитарной» культуры, так как он не поражается корневыми гнилями и прерывает чередование пшеницы и ячменя, на растениях которых развиваются одни и те же возбудители болезней [5, 9, 12, 13].

Посевы озимой пшеницы и озимой ржи подавляют распространение яровых сорняков, а смена озимых зерновых культур яровыми очищает поля от озимых, зимующих и двулетних сорных растений. Хорошему очищению полей от сорняков способствуют занятые пары, особенно сидеральные [1, 5, 9, 11].

Зерновой специализации земледелия центрального Нечерноземья благоприятствует наличие в структуре посевных площадей посевов многолетних трав – важного почвоулучшающего элемента плодосмена. Во многих хозяйствах этой зоны они до сих пор занимают до половины пахотных земель и служат основой зернотравяных севооборотов [5, 8].

Вместе с тем предельное насыщение севооборотов зерновыми культурами – до 75-80% – даже при самом рациональном их чередовании в условиях центрального Нечерноземья приводит к снижению урожайности, особенно когда технология возделывания не обеспечена необходимым количеством удобрений, средств защиты растений, регуляторов роста и другими средствами производства [5, 9, 10].

С этим связана проблема воспроизводства плодородия почвы, которое в последние два десятилетия имеет тенденцию к снижению [15]. Такое положение

объясняется прежде всего большим ежегодным выносом питательных веществ с урожаем зерновых и других сельскохозяйственных культур, который из года в год не восполняется необходимым количеством удобрений.

Расчеты показывают, что при средней урожайности 3 т/га зерна суммарное количество питательных веществ, которое необходимо заделывать в почву с удобрениями для компенсации выноса с урожаем составляет в зависимости от культуры от 207 до 297 кг/га, тогда как сегодня ежегодное внесение минеральных удобрений под зерновые культуры в Нечерноземье не превышает 40 кг/га действующего вещества [5], а навоз под них практически не вносят. Поэтому для воспроизводства плодородия почвы актуальным становится поиск и использование других источников удобрений. Их подсказывает сложившаяся структура посевных площадей. С позиции воспроизводства плодородия почвы особое значение имеют многолетние травы, ценность которых определяется прежде всего тем, что клевер, люцерна и другие бобовые травы обогащают почву азотом. В год они способны усваивать из атмосферы и накапливать до 150-200 кг/га азота, что равноценно 4-6 ц дорогостоящей аммиачной селитры [5]. Причем этот азот находится в составе органического вещества и не вымывается из почвы, что имеет большое агроэкологическое значение

Многолетние травы, особенно их бобово-злаковые смеси – важный источник органического вещества для малоплодородных почв Нечерноземья. На дерново-подзолистых почвах Московской области клеверотимофеечная смесь двухлетнего использования оставляет в пахотном слое до 7 т/га абсолютно сухой органической массы, что равноценно внесению 25-30 т/га навоза с оптимальным соотношением углерода к азоту [5]. Поэтому многолетние травы стоят в ряду лучших предшественников, превосходя чистые и занятые пары [10, 13].

Насыщение полевых севооборотов многолетними травами до 33% площади пашни обеспечивает бездефицитный баланс гумуса в дерново-подзолистой почве, а с увеличением их доли до 50% и более баланс становится положительным [14]. Дернина и мощный травяной покров надежно предохраняют почву от эрозии [6].

Другое эффективное средство повышения плодородия почвы в зерновых севооборотах – зеленое удобрение, которое по своей ценности не уступает навозу, но значительно дешевле других органических удобрений, особенно когда применяется в виде промежуточных культур – пожнивных, поукосных, подсевных, озимых [6, 12, 16, 17].

Использование промежуточных культур в качестве сидератов – дальнейшее развитие идей Д.Н. Прянишникова о широком внедрении зеленого удобрения в земледелии Нечерноземной зоны. Именно такая форма сидерации экономически наиболее выгодна, так как она позволяет, не снижая выхода основной продукции севооборота, повысить плодородие почвы [6].

В качестве сидеральных промежуточных культур в Нечерноземье хорошо себя зарекомендовали сравнительно новые культуры из семейства капустовых – рапс, горчица белая, редька масличная, сурепица, а также фацелия, амарант и некоторые другие [18].

Из всех культур семейства капустовых наиболее устойчивой к неблагоприятным условиям, которые бывают в отдельные годы в центральных областях Нечерноземья, оказалась белая горчица. При посеве в начале августа в условиях Подмосковья она быстро растет и к началу октября, выдерживая осенние ночные заморозки до -6°C, способна формировать до 25-30 т/га зеленой массы, которая по удобрительной ценности равна такому же количеству навоза [6].

Если внесение 20 т/га навоза на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах повышает урожайность картофеля на 48%, а равноценное ему количество минеральных удобрений – на 36%, то заплата зеленой массы пожнивной горчицы (18-20 т/га) в чистом виде увеличивает сбор клубней на 49,8%, а в сочетании с удобрением соломой озимых культур (5-6 т/га) – на 58,6%. При этом возрастает товарность клубней и содержание крахмала в них [4, 6].

На супесчаных дерново-подзолистых почвах Брянской области после пожнивного сидерата урожайность картофеля возрастала на 86%, после внесения равнозначного количества минеральных удобрений – на 46%, минеральных удобрений с навозом – на 84% [5].

Длительное использование (в течение 4 ротаций шестипольного зернового севооборота с 83% зерновыми культурами) пожнивного сидерата в сочетании с удобрением соломой на фоне минеральных удобрений обеспечивало такой же уровень содержания гумуса и общего азота в пахотном слое почвы, как и в плодосменном севообороте с двумя полями многолетних трав [6]. При этом многолетнее применение пожнивного зеленого удобрения, как в чистом виде, так и в сочетании с удобрением соломой на фоне минеральных удобрений снижало плотность почвы в пахотном слое, повышало содержание структурных агрегатов и водопроницаемость почвы.

Литература.

1. *Сельскохозяйственная энциклопедия*. М.: Изд. «Советская энциклопедия», 1974. Т. 5. С. 121–125.
2. Прянишников Д.Н. *Избранные сочинения в 3 томах*. М.: Сельхозгиз, 1965.
3. Тимирязев К.А. *Избр. соч.* М.: ОГИЗ-СЕЛЬХОЗГИЗ, 1948. т. 1-4.
4. Прянишников Д.Н. *Резервный миллиард*. Избр. соч. М.: Колос, 1965. Т.3. С. 257–263.
5. Лошаков В.Г. *Севооборот и плодородие почвы / Под ред. В.Г. Сычева*. М.: Изд. ВНИИА, 2012. 512 с.
6. Прянишников Д.Н. *Об удобрении полей и севооборотах*. М.: МСХ РСФСР, 1962. 422 с.
7. Воробьев С.А. *Севообороты интенсивного земледелия*. М.: Колос, 1979. 368 с.
8. *Российский статистический ежегодник*. М.: Росгосстат. 2010 г.
9. Лошаков В.Г. *Научно-теоретические основы зерновой специализации севооборотов // Изв. ТСХА*. 2006. Вып. 4. С. 3–22.
10. *Агрономические основы специализации севооборотов / Под ред. С. А. Воробьева и А. М. Четверня*. М.: Агропромиздат, 1987. 240 с.
11. Лошаков В.Г. *Если имя твое тимирязевец...* М.: Изд-во ВНИИА, 2015. 492 с.
12. *Севооборот в современной земледелии / Под ред. В.Г. Лошакова*. М.: МСХА, 2004. 308 с.
13. Авров О.Е., Мороз З.М. *Использование соломы в сельском хозяйстве*. Л.: Колос, 1979. 200 с.
14. Новиков М.Н., Тужилин В.М., Самохина О.А. и др. *Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне*. Владимир: ВНИП-ТИОУ, 2004. 260 с.
15. Чекмарев П.А. *Состояние плодородия пахотных почв Центрально-Черноземных областей России // Агротехнический вестник*. 2015. №3. С. 8–11.
16. Кирюшин В.И. *О Белгородской модели модернизации сельского хозяйства и биологизации земледелия // Земледелие*. 2013. №1. С. 3–6.
17. П.А. Литвинцев, И.А. Кобзева. *Влияние систематического использования сидератов на продуктивность зернопарового севооборота // Земледелие*. 2014. №8. С. 23–54.
18. Чекмарев П.А. *Урапа большие перспективы // Земледелие*. 2009. №2. С. 3–5.

VALUE OF SCIENTIFICALLY-AGRICULTURAL HERITAGE OF D.N. PRYANISHNIKOV IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN THE NONCHERNOZEM ZONE

V.G. Loshakov

D.N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agricultural Chemistry, ul. Pryanishnikova, 31A, Moskva, 127550, Russian Federation

Summary. The article presents the role of D.N. Pryanishnikov in the development of scientific agronomy in our country, its large contribution to the improvement of the theory and practice of agriculture and crop production. Relative to the agriculture of Non-chernozem Zone it is possible to distinguish four directions of research and development activity of D.N. Pryanishnikov, which have the development in the work of his students and followers and were introduced in the practice of modern agriculture: sowing of clover and crop rotation farming; the theory on crop rotations; sowing of lupine and use of biological nitrogen; grain specialization. The realization of the principles of crop rotation with the highest levels of chemicalization of the agriculture in Non-chernozem Zone and other regions of our country provides an increase in the productivity of the main crops on the average 1.5-1.7 times, which confirms their stability. Crop rotations, recommended by D.N. Pryanishnikov, became the basis of the biologization and ecologization of agriculture in the modern agro-landscape systems of farming. Their elaboration taking into account the compatibility and self-compatibility of crops became the further stage in the development of Pryanishnikov's theory about crop rotations. The ideas of lupine sowing went forward in the wide use of an intermediate green fertilizer in the combination with straw. Against the background of mineral fertilizers it is the economically advantageous method, which can be considered as valuable replacement to the introduction of manure, the application of which in the modern agriculture reduced 4-5 times. The embedding of green manure with straw equalizes the effectiveness of the special grain crop rotation with succession cropping. Due to the wide use of chemical means in the agriculture in 1980th in the Non-chernozem Zone the dream of D.N. Pryanishnikov was realized – 1 billion of poods of grain was grown.

Keywords: agronomy, particular and general agriculture, crop rotation, farming system, crop rotation, field fodder-grass cultivation, green manure, intermediate crops, clover, lupine, soil fertility, yield.

Author Details: V.G. Loshakov, D. Sc. (Agr.), research fellow (e-mail: LVG36@yandex.ru)

For citation: Loshakov V.G. Value of Scientifically-Agricultural Heritage of D.N. Pryanishnikov in the Development of Agriculture in the Nonchernozem Zone. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No 11. Pp. 17-21 (In Russ.).

РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНОГО КАПИТАЛА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

З.Ч. ПАК, кандидат экономических наук, доцент
Ю.А. КИТАЁВ, кандидат экономических наук, доцент
(e-mail: yurgenk@rambler.ru)

Д.П. КРАВЧЕНКО, кандидат экономических наук, доцент

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, ул. Вавилова, 1, пос. Майский, Белгородский р-н, Белгородская обл., 308503, Российская Федерация

Резюме. Практический интерес к социальному капиталу, как инструменту повышения эффективности хозяйствующих субъектов, начал увеличиваться со вступлением России в ВТО. Согласно принципам этой организации прямая поддержка сельхозтоваропроизводителей, которая в нашей стране и без того недостаточна, не допускается. В то же время мероприятия, направленные на развитие социального капитала сельской территории, напрямую не стимулируют увеличение объема производства продукции и не подлежат ограничению, а поэтому могут способствовать устойчивому социально-экономическому развитию. В современной научной литературе термин «социальный капитал» широко используют психологи, социологи, политологи и экономисты. Разнообразие концептуальных подходов к проблемам социального капитала означает, что это понятие определяет область пересечения научных интересов, а, следовательно, позволяет вести конструктивный междисциплинарный обмен идеями и методами научного исследования. Характерная особенность развития Белгородской области – создание в аграрном секторе экономики холдинговых формирований, которые могут эффективно производить основные виды сельскохозяйственной продукции, реализовать положительный эффект масштаба. Однако они не уделяют достаточного внимания формированию социального капитала сельских территорий, развитие и укрепление которого в регионе служит значительным резервом снижения трансакционных издержек на всех стадиях производственного процесса: от закупки ресурсов до реализации продукции предприятиями в рамках различных форм хозяйствования в АПК.

Ключевые слова: социальный капитал, институт доверия, Белгородская область, социально-экономическое положение, сельские территории, агрохолдинг.

Для цитирования: Пак З.Ч., Китаёв Ю.А., Кравченко Д.П. Развитие социального капитала сельских территорий в условиях Белгородской области // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. №11. С. 22-24.

Практический интерес к социальному капиталу, как инструменту повышения эффективности хозяйствующих субъектов, начал увеличиваться после вступления России в ВТО. Согласно принципам этой организации прямая поддержка сельхозтоваропроизводителей, и без того недостаточная в нашей стране, не допускается. При этом мероприятия, направленные на развитие социального капитала территории, не стимулируют прямого увеличения объема производства продукции и не подлежат ограничению, а, следовательно, могут служить действенным инструментом социально-экономического развития.

Вместе с тем, вопросы формирования социального капитала сельских территорий в условиях их взаимодействия с различными формами хозяйствования недостаточно изучены и остаются объектом научных дискуссий в сфере институциональной экономики.

Цель нашего исследования – обоснование влияния хозяйственной деятельности предприятий АПК различных форм собственности на процесс формирования социального капитала в границах конкретных сельских территорий.

Условия, материалы и методы. В современной научной литературе термин «социальный капитал» широко

используют психологи, социологи, политологи и экономисты. Трактовки этого понятия в контексте различных областей научного знания принципиально различаются, но при этом взаимодополняют одна другую.

Базовый вклад в развитие теории социального капитала сделали французский социолог Пьер Бурдье и американский экономист Джеймс Коулман, которые исследовали специфику индивидуального и группового поведения. Акцент в их работах был сделан на выгодах, которые получают отдельные индивиды, семьи или ассоциации в процессе взаимодействия. Такой тип социального капитала получил название «неформального» [1, 2].

Одной из ключевых фигур в сложившейся теории социального капитала принято считать американского политолога Роберта Патнэма. В его трактовке социальный капитал рассматривается как культурное явление, которое определяет поведение людей как членов гражданского общества, формирование социальных норм, влияющих на коллективные действия и уровень доверия к социальным институтам [3].

Расширительная трактовка социального капитала включает социальную и политическую среду, которая оказывает влияние на формирование и развитие норм и таким образом определяет социальную структуру. Этот теоретический взгляд включает в орбиту научных интересов такие формализованные структуры как государство, политическая система, законодательство, судебная система, гражданские и политические свободы.

Рассмотренные концептуальные подходы к природе социального капитала тесно связывают социальную, экономическую и политическую сферы. Они акцентируют внимание на важности социальных отношений практически во всём спектре человеческой деятельности – от внутрисемейных и внутрифирменных до внешнеполитических.

Широкое разнообразие концептуальных подходов к проблемам социального капитала означает, что это понятие определяет область пересечения научных интересов и, в свою очередь, позволяет вести конструктивный междисциплинарный обмен идеями и методами научного исследования.

По мнению американских ученых – социолога Фрэнсиса Фукуямы и представителей новой институциональной теории Дугласа Норта и Мансура Олсона – социальные взаимодействия и доверие играют значительную роль в поддержке экономического развития. Экономисты-неоинституционалисты обращают внимание на то, что для эффективного социально-экономического развития кроме механизма правильного ценообразования необходимо иметь правильные институты, к числу которых относится социальный капитал [4, 5, 6].

Экономическое значение социального капитала состоит прежде всего в том, что он существенно сокращает издержки, связанные с координацией хозяйственной деятельности, так как способен замещать сложные процедуры подготовки, заключения и защиты контрактов, а также другие формальные институты отношениями доверия, соблюдением профессиональных стандартов, правил делового общения, то есть неформальными институтами.

Социальный капитал стимулирует экономическое развитие, содействуя связям между предпринимателями и работниками, минимизируя трансакционные

издержки и, таким образом, значительно облегчая принятие коллективных решений и повышая эффективность коллективных действий.

Ф. Фукуяма в своей знаменитой работе «Доверие: социальные добродетели и путь к процветанию», исследуя квинтэссенцию социального капитала – институт доверия, разделяет современные государства на фамилистические с сильной склонностью к объединению и индивидуалистические, для которых характерна слабая склонность к ассоциациям и соответствующий низкий уровень доверия. Во вторую группу он относит Россию и другие бывшие социалистические страны [4].

Формируемый в обществах конкретный уровень доверия вызывает значительные социально-экономические последствия. Слабый общественный капитал (низкий уровень доверия) стимулирует формирование крупных предприятий, в том числе иницируемых со стороны государства. Высокий уровень социального капитала и его квинтэссенции – доверия – способствует расширению предпринимательской деятельности, применению более широкого спектра различных организационных форм бизнеса, что, в свою очередь, обеспечивает активизацию инновационного развития национальной экономики.

Результаты и обсуждение. Белгородская область входит в число эффективно развивающихся индустриально-аграрных регионов Российской Федерации. Выгодное экономико-географическое положение, наличие природных ресурсов, развитая инфраструктура делают область привлекательной для инвестиционных проектов, продвижения инновационных технологий.

Несмотря на сложную экономическую ситуацию в стране, в Белгородской области по итогам 2014 г. индекс промышленного производства составил 101,2%. Объем валового регионального продукта достиг 604 млрд руб., что на 2,2% выше величины аналогичного показателя в 2013 г. В расчете на душу населения ВРП составил порядка 400 тыс. руб., что позволило региону занять третье место по величине этого показателя в Центральном федеральном округе, уступив г. Москва и Московской области.

Производство сельхозпродукции в расчете на душу населения в регионе составило 121,4 тыс. руб., что более чем в 4 раза превышает общероссийский показатель. Белгородская область – один из немногих субъектов РФ, в которых объем аграрного производства в расчете на 1 га пашни превышает 100 тыс. руб. В 2014 г. он достиг 123,9 тыс. руб./га. Средняя рентабельность предприятий АПК в области – 26,6 % [7, 8].

Ключевые производители сельскохозяйственной продукции в регионе – агрохолдинги, что во многом определяет специфику социально-экономического развития сельских территорий, на которых они работают.

По данным Федеральной службы государственной статистики в сельскохозяйственных предприятиях области занято более 55 тыс. человек. С учетом того, что численность сельского населения региона составляет 511,7 тыс. человек, примерно каждый десятый житель в сельской местности занят в АПК, а учитывая членов семьи и лиц, находящихся на иждивении, можно утверждать, что каждый третий житель сельской местности зависит от деятельности предприятий этой отрасли. Следовательно, есть основания предполагать, что социальный капитал – важный фактор развития аграрного сектора региона.

Степень склонности людей к созданию различного рода ассоциаций различается в границах одной территории от поселения к поселению. Во многом это, предположительно, зависит от предприятия, дающего работу большей части сельских жителей, от его стремления

инвестировать в развитие территории, которая служит внешней средой для предприятия. А это, в свою очередь, определяется формой хозяйствования, в рамках которой оно осуществляет свою деятельность.

Факторы социального характера непосредственно воздействуют на устойчивое развитие сельских территорий через формирование человеческого и социального капитала, возникающего в процессе производственно-сбытовой деятельности предприятия. Это касается отношений, складывающихся между работниками одного предприятия, между работниками различных предприятий, между работниками предприятия и жителями сельской территории, на которой предприятие осуществляет свою деятельность.

В результате исследований, проведенных сотрудниками Белгородского ГАУ, найдено подтверждение гипотеза о влиянии хозяйственной деятельности предприятий АПК на процесс формирования социального капитала сельских территорий. Условия для его формирования на территориях, где осуществляют деятельность кооперативные предприятия существенно лучше, чем на территориях, развивающихся под влиянием корпоративных форм хозяйствования. Прежде всего это связано с тем, что принятие основных решений в кооперативах осуществляется общим собранием пайщиков, которых объединяет личное трудовое участие или участие в хозяйственной деятельности организации.

Так, Бессоновское сельское поселение Белгородского района расположено на землях села Бессоновка, близлежащих сел и хуторов. На 1 января 2015 г. численность его населения составила около 5000 человек, в том числе трудоспособного – около 2900 человек. При этом почти половина экономически активного населения (около 1400 человек) работает в колхозе имени Горина, который на сегодняшний день представляет собой высокотехнологичное, диверсифицированное, высокорентабельное и динамично развивающееся сельскохозяйственное предприятие. Эффективное развитие колхоза имени Горина на протяжении нескольких десятилетий стимулирует рост социально-экономического развития сельских территорий. Одна из главных особенностей деятельности предприятия – наличие, наряду с узкоэкономическими целями, социальных приоритетов. Факторы социального характера непосредственно воздействуют на устойчивое развитие сельских территорий через формирование человеческого и социального капитала, возникающего в процессе производственно-сбытовой деятельности предприятия.

На социальные программы в последние годы колхоз имени Горина тратит порядка 150 млн руб. Наряду с расширением производственных мощностей, предприятие профинансировало строительство почти всех сельских социальных объектов – детский сад на 350 мест, три средних школы на 1200 учащихся, клубы, дом культуры в селе Солохи, здание администрации Бессоновского сельского поселения, храм в селе Бессоновка, мемориалы Славы. Колхоз имени Горина первым в Белгородской области провел газификацию всех сел.

С другой стороны, приоритетные цели функционирования корпораций – экономические, прежде всего, наращивание производства, расширение рынков, получение максимальной выручки и, как следствие, максимизация функции прибыли, достижение высокой рентабельности. Социальные программы агрохолдингов носят, в большей степени, узкопрагматический характер. В первую очередь они создают комфортные условия для роста производительности труда работников своей корпорации.

К примеру, в состав одного из лидирующих белгородских агрохолдингов – АПХ «БЭЗРК-Белгранкорм» входит более 40 структурных подразделений, которые располо-

жены в 8 районах Белгородской области и 4 районах Новгородской области. Одна из ключевых компаний – ОАО «Белгородский экспериментальный завод рыбных комбикормов» – находится на территории городского поселения «Поселок Пролетарский» Ракитянского района Белгородской области, в который входит 3 населенных пункта, а также территория сельского поселения «Солдатский». Это предприятие основной налогоплательщик, формирующий доходную часть бюджета Ракитянского района, который за первое полугодие 2015 г. получил от него 4 млн руб. налоговых поступлений. Таким образом, агрохолдинг косвенно оказывает благоприятное влияние на социально-экономическое развитие сельских территорий, на которых расположена компания.

Однако в рамках социальной корпоративной политики предприятия финансирует в первую очередь мероприятия, направленные на создание непрерывной системы профессионального обучения персонала, строительство жилого фонда для работников и создание социальной инфраструктуры. Завершается строительство микрорайона «Ясные Зори» из 116 жилых домов на территории Солдатского сельского поселения Ракитянского района Белгородской области. С целью снижения текучести кадров и закрепления высокопрофессиональных специалистов корпорация выделяет беспроцентные ссуды для покупки жилья, а также предоставляет сотрудникам служебное жилье с оплатой его аренды.

В корпорациях (прежде всего в агрохолдингах) ключевые решения принимают владельцы капитала и топ-менеджмент компании, что порождает проблему «принципал-агент», последствиями которой становятся оппортунистическое поведение и «проблема безбилетника». Последнее означает низкий уровень социального

капитала и прежде всего дефицит доверия. А это, по мнению Ф. Фукуямы [9], накладывает существенные ограничения на устойчивое экономическое развитие и, таким образом, как бы облагает предпринимательскую деятельность дополнительным налогом, что в итоге увеличивает уровень как трансформационных, так и транзакционных издержек.

Сформировавшийся общественный капитал, прежде всего, отражает различный уровень доверия работников и сельских жителей к агропромышленным предприятиям, осуществляющим хозяйственную деятельность. Так, по результатам анкетирования, проведенного на территории Бессоновского сельского поселения Белгородского района, 61% опрошенных оценили уровень доверия в трудовых отношениях как «отличный». В то же время в поселке Пролетарский Ракитянского района такую же оценку дали только 36,7% респондентов.

Выводы. На основании изучения особенностей формирования социального капитала сельских территорий Белгородской области можно утверждать, что регион имеет достаточно высокий уровень экономического развития. Его характерная особенность – широкое создание в аграрном секторе экономики холдинговых формирований, которые могут эффективно производить основные виды сельскохозяйственной продукции, реализуя положительный эффект масштаба. Однако такие структуры не уделяют достаточного внимания формированию социального капитала сельских территорий.

С другой стороны, распространение кооперативной формы хозяйствования в рамках АПК и формирование на этой основе высокого уровня социального капитала может стать мощным катализатором успешного и устойчивого развития сельских территорий Белгородской области.

Литература.

1. Бурдые П. Формы капитала. Различение: социальная критика суждения (фрагменты книги) // *Западная экономическая социология: хрестоматия современной классики*. М.: РОССПЭН, 2004. 680 с.
2. Коулман Дж. Капитал социальный и человеческий // *Общественные науки и современность*. 2001. № 3. С. 52–63.
3. Патнем Р. Цветущая комьюнити, социальный капитал и общественная жизнь // *Мировая экономика и международные отношения*. 1995. № 4. С. 24–36.
4. Фукуяма Ф. Доверие: социальные добродетели и сотворение благоденствия // *Неприкосновенный запас*. 2001. № 2 (16). С. 67–83.
5. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997. 180 с.
6. Олсон М. Логика коллективных действий: общественные блага и теория групп. М.: Фонд Экономической Инициативы, 1995. 165 с.
7. Инвестиционный портал Белгородской области [Электронный ресурс]. URL: <http://belgorodinvest.com> (дата обращения: 27.10.2015).
8. Отчет Губернатора Белгородской области Евгения Савченко о результатах деятельности Правительства области в 2014 году [Электронный ресурс] // *Официальный сайт Белгородской областной думы*. URL: <http://www.investinregions.ru/regions/belgorod/www.belduma.ru/news/detail.php?ID=26758> (дата обращения 27.10.2015).
9. Фукуяма Ф. Доверие: социальные добродетели и путь к процветанию. М.: ООО «Издательство АСТ»: ЗАО НПП «Ермак», 2004. 730 с.

DEVELOPMENT OF SOCIAL CAPITAL OF RURAL AREAS UNDER CONDITIONS OF BELGOROD REGION

Z.Ch. Pak, Y.A. Kitaev, D.P. Kravchenko

Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin, ul. Vavilova, 1, pos. Mayskiy, Belgorodskiy r-n, Belgorodskaya obl., 308503, Russian Federation

Summary. The practical interest in social capital as the tool of increase in the efficiency of business entities began to rise with the entry of Russia into the WTO. According to the WTO principles the direct support of agricultural producers, already insufficient, is a tool not valid in the framework of the integrated group. At the same time activities aimed at the development of social capital in rural areas, do not directly stimulate the increase in the production, and are not subject to restrictions, and can therefore contribute to sustainable socio-economic development. In the modern scientific literature the term "social capital" is widely used by psychologists, sociologists, political scientists and economists. A wide variety of conceptual approaches to the problems of social capital means that this term defines the area of intersection of research interests that allows for a constructive interdisciplinary exchange of ideas and methods of scientific research. As a result of studying of features of formation of social capital of rural areas of Belgorod region it can be argued that the region has a fairly high level of socio-economic development. A characteristic feature of this sustainable development is the widespread establishment of holding units in the agricultural sector, which can effectively produce the main types of agricultural products, realizing economies of scale. However, formation of holdings does not pay sufficient attention to the conditions for the effective formation of social capital of rural areas. The development and strengthening of social capital of rural areas of the Belgorod region is a significant reserve to reduce transaction costs at all stages of the production process from procurement of resources to the sale of products by enterprises under various forms of management in agriculture.

Keywords: social capital, institute of trust, Belgorod region, socio-economic situation, rural areas, agricultural holding.

Author Details: Z.Ch. Pak, Cand. Sc. (Econ.), assoc. prof.; Y.A. Kitaev, Cand. Sc. (Econ.), assoc. prof. (e-mail: yurgenk@rambler.ru); D.P. Kravchenko, Cand. Sc. (Econ.), assoc. prof.

For citation: Pak Z. Ch., Kitaev Y.A., Kravchenko D.P. Development of Social Capital of Rural Areas under Conditions of Belgorod Region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. Pp. 22-24 (In Russ.).

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛАКТИКИ СТРЕССА У РОДИТЕЛЬСКОГО СТАДА КУР

Н.А. ЖУРАВЕЛЬ, кандидат ветеринарных наук, доцент
А.В. МИФТАХУТДИНОВ, доктор биологических наук,
начальник инновационного научно-исследовательского
центра (e-mail: nirugavm@mail.ru)

Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул. Гагарина, 13, Троицк, Челябинская обл., 457100, Российская Федерация

Резюме. В птицеводстве отсутствует точная методика экономической оценки ветеринарных мероприятий. Основой для разработки методических принципов расчета экономической эффективности мер при профилактике стресса у кур родительского стада мясного направления продуктивности стали положения действующих нормативно-правовых документов в области ветеринарии, сельского хозяйства и бухгалтерского учёта, а также результаты исследований, проведённых в разные годы научной школой под руководством профессора И.Н. Никитина. Предложен адаптированный для птицеводства единый метод расчёта с интерпретацией формул с учётом таких показателей, как ветеринарные затраты и экономический эффект от проведения мероприятий. Ветеринарные затраты представляют собой совокупность расходов, связанных с антистрессовой терапией – стоимостью средств в израсходованном количестве с учётом утилизированных остатков, затратами на оплату труда. Экономический результат – показатель, в максимальной степени определяющий экономический эффект, зависит не только от сохранности кур, но и от их яйценоскости, количества инкубационных яиц, оплодотворённости яиц, выводимости яиц, вывода молодняка птицы. При использовании антистрессовых препаратов эти показатели возрастают в зависимости от величины терапевтического эффекта. Более объективные результаты экономической оценки достигаются при учёте продуктивности птицы за весь цикл хозяйственного использования, даже при отсутствии немедленного высокого эффекта. При выборе антистрессового препарата для применения в птицеводстве следует ориентироваться не на его стоимость, а на степень влияния на показатели продуктивности. Использование разработанного метода позволит не только достоверно оценить экономическую эффективность практического применения антистрессовых препаратов, но и провести предварительную оценку терапии в расчёте на конкретное поголовье.

Ключевые слова: экономическая эффективность, экономический эффект, ветеринарные затраты, стресс, родительское стадо, птицеводство.

Для цитирования: Журавель Н.А., Мифтахутдинов А.В. Особенности расчёта экономической эффективности профилактики стресса у родительского стада кур // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 25–27.

Доказано, что в процессе содержания птицы стрессы обуславливают развитие ряда заболеваний и в конечном итоге снижают такие производственные показатели, как сохранность и продуктивность [1]. Воздействие стресс-факторов приводит к морфологическим и функциональным изменениям в органах и тканях, что вызывает повышение потребности в питательных веществах. Вместе с тем в стрессовом состоянии птица хуже поедает корм, следовательно, поступление питательных веществ снижается [2, 3]. В связи с изложенным остаются актуальными исследования, направленные на испытание и внедрение препаратов, обладающих специфическим антистрессовым действием, связанным с нормализацией течения адаптационных процессов, обусловленной специфическим воздействием на центральную нервную систему, общей стимуляцией метаболизма и выраженным антиоксидантным действием [4, 5].

Одно из условий внедрения в практику животноводства того или иного препарата – экономическая целесообразность. К сожалению, существующая «Методика определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий» [6] не в полном объеме отражает особенности оценки ветеринарных мероприятий в птицеводческой отрасли, что часто приводит к необъективным результатам и вызывает определённые трудности при проведении расчётов не только у специалистов, но и у исследователей. Более полно отражают экономику ветеринарных мероприятий и направлены на подробное описание методов определения экономической эффективности в скотоводстве, животноводстве и звероводстве исследования И.Н. Никитина [7]. Однако в целом точная методика их определения в птицеводстве отсутствует.

В работе представлены результаты исследований, цель которых заключалась в разработке методических принципов расчёта экономической эффективности ветеринарных мероприятий при профилактике стресса у кур родительского стада мясного направления продуктивности.

Условия, материалы и методы. Определяющим условием разработки алгоритма оценки экономической эффективности профилактики стресса у родительского стада кур стало применение адаптированного для птицеводческой отрасли единого метода расчёта с интерпретацией формул, а также доступность методики расчёта для пользователей. Основой для ее разработки послужили положения действующих нормативно-правовых документов в области ветеринарии, сельского хозяйства и бухгалтерского учёта, а также результаты исследований, проведенных в разные годы научной школой под руководством профессора И.Н. Никитина. В соответствии с его рекомендациями [8], при определении экономической эффективности на 1 руб. затрат необходимы такие показатели, как ветеринарные затраты (Z_v) и экономический эффект от проведения ветеринарных мероприятий (E_v).

Результаты и обсуждение. Ветеринарные затраты (Z_v) представляют собой совокупность всех расходов, связанных с проведением ветеринарных мероприятий. И.Н. Никитин [7] отмечает, что при расчете их эффективности не всегда требуется учитывать все виды затрат. При экономическом обосновании применения препаратов для профилактики стрессов следует использовать формулу:

$$Z_v = Z_m + Z_{от} + O_{от}, \quad (1)$$

где Z_m – затраты материальные; $Z_{от}$ – затраты на оплату труда ветеринарных работников; $O_{от}$ – отчисления от оплаты труда.

Затраты материальные включают стоимость препаратов и расходного материала (иглы, шприцы и прочее). Для их расчета удобно использовать следующую формулу:

$$Z_m = \sum M \times C, \quad (2)$$

где M – количество израсходованных средств ветеринарного назначения, ед.; C – цена единицы средства ветеринарного назначения, руб.

При многократном использовании средств для расчёта их количества, израсходованного за период реализации комплекса ветеринарных мероприятий с учётом утилизации остатков, рекомендуется показатели для однократного применения умножить на общее количество используемых средств. Таким образом, сначала нужно найти общее коли-

чество израсходованного средства, затем определить его стоимость с учётом утилизации остатков.

Зарботную плату работников при осуществлении отдельных ветеринарных мероприятий рассчитывают за короткий промежуток времени (1 ч, 1 мин) двумя способами. Первый предполагает годовой фонд рабочего времени – 1845 ч. Зарботную плату в год (зарботная плата в месяц умножается на 12) необходимо разделить на годовой фонд рабочего времени ветеринарного специалиста, получив размер зарботной платы в час. Затем следует определить время, израсходованное на проведение мероприятий (в часах) – развешивание препарата, смешивание его с водой, растворителем, применение птице и прочее. Затраты на оплату труда находят путём умножения зарботной платы работника в час на количество времени (выраженное в часах), затраченного на выполнение работ [9]. Вторым способом предполагает деление должностного оклада на 25,6 (среднее количество рабочих дней в месяце) для установления дневной ставки ветеринарного специалиста, разделив которую на количество часов в рабочем дне определяют зарботную плату в час [7]. Отчисления от оплаты труда ($O_{от}$), по состоянию на 01.09.2015 г., составляют 30,2 %.

Следует обратить внимание, что ветеринарные затраты главным образом представляют собой материальные затраты, расходы на оплату труда и начисления незначительны, так как современные антистрессовые препараты удобны в применении и не требуют больших затрат времени для использования птице [5, 10]. При этом ошибочно ориентироваться и только на цены реализации препаратов, так как эффект от их использования в большей степени зависит не от стоимости, а от влияния на конечные производственные показатели – продуктивность кур.

Экономический эффект (\mathcal{E}) от проведения ветеринарных мероприятий показывает разность между экономическим результатом и затратами на их осуществление. При этом экономический результат представляет собой сумму ущерба, предотвращённого в случае проведения ветеринарных мероприятий, и стоимости продукции, полученной дополнительно:

$$\mathcal{E} = \Pi_y + D_c - \mathcal{Z}_b, \quad (3)$$

где Π_y – ущерб, предотвращённый в результате проведения ветеринарных мероприятий, руб.; D_c – стоимость, полученная дополнительно за счет увеличения количества и (или) повышения качества продукции, руб.; \mathcal{Z}_b – ветеринарные затраты, руб.

Предотвращённый экономический ущерб – потери животноводческой продукции, в нашем случае – падеж кур родительского стада, не допущенные в результате проведения антистрессовых мероприятий и выраженные в денежной форме:

$$\Pi_y = Y_k - Y_o, \quad (4)$$

где Y_k и Y_o – соответственно ущерб от падежа в группах, где не применяли и применяли антистрессовые препараты, руб.

Ущерб от падежа (Y) определяется по формуле:

$$Y = M_n \times \mathcal{C}, \quad (5)$$

где M_n – количество павших кур, гол.; \mathcal{C} – себестоимость одной птицы, руб.

Если расчёты осуществляются предварительно, до фактического применения антистрессовых препаратов, то следует применять формулу:

$$Y = M \times K_n \times \mathcal{C}, \quad (6)$$

где M – количество кур в группе по технологическому плану производства продукции, гол.; K_n – коэффициент летальности; \mathcal{C} – себестоимость одной курицы, руб.

Следует отметить, что коэффициент летальности в группах, где курам не планируется давать препараты,

необходимо определять, исходя из средней величины этого показателя по предприятию за последний период, или по тому, который предусмотрен технологией производства продукции. В группах, где запланировано применение препаратов, он должен быть ниже, так как использование антистрессовых средств в конечном итоге увеличивает сохранность птиц.

В соответствии с «Методическими рекомендациями...» [11], себестоимость курицы учитывается на счёте производственных запасов «Животные на выращивании и откорме», так как птица относится к животным с быстрой отдачей, а потому не нуждается в начислении амортизации [12, 13].

Стоимость, полученную дополнительно благодаря увеличению количества и (или) повышению качества продукции, следует определять по числу цыплят-бройлеров на одну несушку:

$$D_c = (B_n - B_o) \times \mathcal{C}, \quad (7)$$

где B_n и B_o – соответственно, количество цыплят-бройлеров в группе, которой применяли и не применяли антистрессовые препараты, гол.; \mathcal{C} – себестоимость 1 головы, руб.

Если нужны предварительные расчёты, то для определения количества цыплят на одну несушку следует применять формулу:

$$B_c = M_n \times M_{ия} \times B_{мт}, \quad (8)$$

где M_n – количество кур-несушек в группе по технологическому плану производства продукции, гол.; $M_{ия}$ – количество инкубационных яиц по технологическому плану производства продукции, шт.; $B_{мт}$ – вывод молодняка птицы по технологическому плану производства продукции, %.

При проведении расчётов следует учитывать, что в группах, где запланировано использование определённых препаратов, перечисленные показатели должны быть выше, что связано с получением дополнительной стоимости благодаря увеличению продукции – кондиционного молодняка – суточного молодняка птицы, не имеющего отклонений от нормы в развитии.

Согласно положениям ГОСТ 18473-88 «Птицеводство. Термины и определения» [14], в отрасли используется термин «яйценоскость» – количество яиц, снесенных самкой сельскохозяйственной птицы (несушкой) за определенный период. При этом различают яйценоскость на начальную, среднюю и выжившую несушку. Это показатели, определяемые отношением валового сбора яиц за определённый период соответственно к поголовью несушек на начало учитываемого периода, к среднему поголовью за период и к поголовью на конец учитываемого периода. Ориентируясь на указанные термины, следует определять количество инкубационных яиц по отношению к той или иной несушке в зависимости от цели исследования.

Вывод молодняка птицы – показатель результатов инкубации яиц, определяемый отношением количества выведенного кондиционного молодняка к количеству всех заложенных яиц в инкубатор, выраженным в процентах. В производственных условиях часто применяют показатель «выводимость яиц» – отношение количества выведенного кондиционного молодняка к количеству оплодотворенных яиц, заложенных в инкубатор, выраженное в процентах.

При расчётах с учётом этого показателя следует применять формулу:

$$B_c = M_n \times Y_n \times O_n \times B_n, \quad (9)$$

где M_n – количество кур-несушек в группе по технологическому плану производства продукции, гол.; Y_n – яйценоскость на одну курицу-несушку, шт.; O_n – оплодотворенность яиц (показатель, вычисляемый отношением количества оплодотворённых яиц к числу яиц, заложенных в инкубатор), %; B_n – выводимость яиц, %

Себестоимость 1 тыс. гол. суточных птенцов определяется исходя из суммы затрат по цеху инкубации, приходящейся на продукцию отчетного года, за вычетом стоимости побочной продукции, к которой относятся неоплодотворённые яйца; яйца, изъятые после второго миража; мясо забитых суточных птенцов, предназначенное для кормления животных [13].

Экономическая эффективность ветеринарных мероприятий на 1 руб. затрат (\mathcal{E}_p) рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_p = \mathcal{E}_z : Z_v, \quad (10)$$

где \mathcal{E}_z – экономический эффект от проведения ветеринарных мероприятий, руб.; Z_v – ветеринарные затраты, руб.

Для выполнения расчета экономической эффективности профилактических мероприятий в условиях птицеводческих комплексов в целях сокращения затрат времени на получение конечного результата авторы статьи разработали программу в среде Microsoft Excel, предусматривающую ввод исходных показателей, необходимых для определения экономического ущерба, дополнительной стоимости и ветеринарных затрат. Она позволяет автоматизировать расчёты по предложенной методике.

Литература.

1. Стрессы и стрессовая чувствительность кур в мясном птицеводстве. Диагностика и профилактика / В.И. Фисинин, П.Ф. Сурай, А.И. Кузнецов, А.В. Мифтахутдинов, А.А. Терман. Троицк: УГАВМ, 2013. 215 с.
2. Кавтарашвили А.Ш., Колокольникова Т.Н. Физиология и продуктивность птицы при стрессе // *Сельскохозяйственная биология*. 2010. № 4. С. 25–37.
3. Virden W.S., Kidd M.T. Physiological stress in broilers: Ramifications on nutrient digestibility and responses // *The Journal of Applied Poultry Research*, 2009. Volume 18 (Issue 2). Pp. 338–347.
4. Мифтахутдинов А.В., Кузнецов А.И., Терман А.Н. Продуктивные особенности кур родительского стада в связи с их стрессовой чувствительностью // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 4. С. 52–54.
5. Мифтахутдинов А.В., Терман А.А. Фармакодинамические свойства цитрата лития в модели технологических стрессов у кур // *Достижения науки и техники АПК*. 2014. № 6. С. 60–62.
6. Методика определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий // *Ветеринарное законодательство / Под редакцией В.М. Авилова. М.: Росзооветснабпром, 2000. Т. 1. С. 293–326.*
7. Никитин И.Н. Организация ветеринарного дела. С-Пб.: Лань, 2012. 288 с.
8. Никитин И.Н. Практикум по организации ветеринарного дела и предпринимательству. М.: КолосС, 2007. 311 с.
10. Никитин И.Н., Василевский Н.М. Ветеринарное предпринимательство. М.: Колос, 2001. 551 с.
11. Фисинин В., Папазян Т., Сурай П. Инновационные методы борьбы со стрессами в птицеводстве // *Птицеводство*. 2009. № 8. С. 10–14.
13. Об утверждении методических рекомендаций по бухгалтерскому учёту затрат на производство и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) в сельскохозяйственных организациях [Электронный ресурс]: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 6 июня 2003 г. № 792 // <<http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=LAW;n=59524;req=doc>> (Дата обращения – 01.09.2015 г.)
14. Об утверждении плана счётов бухгалтерского учёта финансово-хозяйственной деятельности предприятий и организаций агропромышленного комплекса и методических рекомендаций по его применению [Электронный ресурс]: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 июня 2001 г. № 654 // <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=LAW;n=66752;req=doc> (Дата обращения – 01.09.2015 г.)
15. Прокофьева А.И. Учет на птицефабриках, занимающихся производством яиц [Электронный ресурс] // *Главбух: Приложение «Учет в сельском хозяйстве»*. 2003. № 3 // <<http://fin-buh.ru/text/65299-1.html>> (Дата обращения – 26.08.2015 г.)
16. ГОСТ 18473-88. Птицеводство. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1989. 17 с.

FEATURES OF CALCULATION OF COST-EFFECTIVENESS OF PREVENTION OF STRESS IN THE PARENT FLOCK OF CHICKENS

N.A. Zhuravel, A.V. Miftakhutdinov

Southern Ural State Agrarian University, Gagarina ul., 13, Troitsk, Chelyabinskaya obl., 457100, Russian Federation

Summary. In the poultry industry there is no a precise method of economic evaluation of veterinary activities. The basis for the development of the methodological guidelines for calculating the cost-effectiveness of the prevention of stress in chicken from parent flock of meat direction were regulations of the existing law documents in the veterinary medicine, agriculture and accounting, as well as researches, carried out by the scientific school headed by professor I.N. Nikitin in different years. We propose the unified method of calculation adapted for poultry with the interpretation of formulas, taking into account such factors as veterinary costs and the economical effect of activities. Veterinary costs are the combination of the costs associated with anti-stress therapy: the cost of funds in the amount spent in view of recycled residues, and labor costs. The economic result is an indicator, maximally defining the economic effect, and it depends not only from the safety of hens, but also on their egg productivity, the number of incubated eggs, fertilized eggs, hatchability, or young birds. By using antistress medicaments these indicators are qualitatively improved depending on the degree of the exerted therapeutic effect. More objective results of the economic evaluation are achieved by taking into account the productivity of the birds for the whole cycle of its economic use, even in the absence of an immediate economic effect. Selecting a stress relieving drug for use in poultry keeping it should be guided not to its value, but on the degree of influence on the productivity parameters. Using of the developed method will not only reliably estimate the cost-effectiveness of the practical application of anti-stress medicaments, but also to make a preliminary assessment of the treatment in the calculation of the required population.

Keywords: economic efficiency, economic benefit, veterinary costs, stress, parent flock, poultry farming.

Author Details: N.A. Zhuravel, Cand. Sc. (Vet.), assoc. prof.; A.V. Miftakhutdinov, D. Sc. (Biol.), head of innovation research center (e-mail: nirugavm@mail.ru).

For citation: Zhuravel N.A., Miftakhutdinov A.V. Features of Calculation of Cost-effectiveness of Prevention of Stress in the Parent Flock of Chickens. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No 11. Pp. 25–27 (In Russ.).

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА «РОЖЬ РОССИИ»

В.А. СЫСУЕВ^{1,2}, академик РАН, председатель президиума¹, директор²

Л.И. КЕДРОВА², доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом

Н.Е. РУБЦОВА¹, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. председателя (e-mail: svntmc.zam@mail.ru)

Р.В. РУСАКОВ¹, кандидат биологических наук, ученый секретарь

И.А. УСТЮЖАНИН¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь

Е.И. УТКИНА², кандидат биологических наук, зав. лабораторией

¹Северо-Восточный региональный аграрный научный центр, ул. Ленина, 166а, Киров, 610007, Российская Федерация

²Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, ул. Ленина, 166а, Киров, 610007, Российская Федерация

Резюме. Представлены основные результаты исследований по Межотраслевой научно-технической программе «Рожь» (7 адаптивных сортов озимой ржи, новые технологии возделывания и переработки, технические средства, 22 сорта хлеба и 14 видов кондитерских изделий с использованием ржаного сырья, более 60 статей и 3 монографии). Обозначены концептуальные направления развития научно-инновационного проекта полного цикла «Рожь России», цель которого – разработка и освоение инноваций в сфере производства и переработки озимой ржи на основе результатов фундаментальных и прикладных научных исследований. Среди приоритетных научных направлений: селекция сортов целевого назначения с высоким потенциалом продуктивности и адаптивности; разработка агроэкологически специализированных сортовых технологий семеноводства и производства зерна; совершенствование технологий и технических средств для подсева, очистки зерна, кормоприготовления и глубокой переработки; физиологическая оценка влияния продуктов питания из ржаного сырья на организм человека и совершенствование технологий использования озимой ржи в пищевой промышленности. Результаты НИР должны стать основой конкурентоспособного производства и переработки зерна ржи в российских регионах. Важная роль при реализации проекта «Рожь России» отводится мерам поддержки его научной составляющей, а также организации региональных и межрегиональных кластеров по производству и переработке озимой ржи, объединяющих усилия научных, производственных, перерабатывающих, образовательных организаций, региональных органов исполнительной власти и других заинтересованных структур.

Ключевые слова: концепция, озимая рожь, многофункциональное использование, селекция, производство, переработка, приоритетные направления НИР, инновации.

Для цитирования: Концептуальные направления развития научно-инновационного проекта «Рожь России» / В.А. Сысуев, Л.И. Кедрова, Н.Е. Рубцова, Р.В. Русаков, И.А. Устюжанин, Е.И. Уткина // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 28-31.

дачи главная роль принадлежит такому социально важному продукту, как зерно.

В формировании зернового рынка северных территорий Российской Федерации особую роль играет озимая рожь, как наиболее приспособленная к сложным природно-климатическим условиям этих регионов [1]. Ни одна зерновая культура не может сравниться с рожью по зимостойкости, засухо- и кислотоустойчивости, способности формировать стабильный урожай в неблагоприятные и экстремальные по метеоусловиям годы.

На сегодняшний день в Российской Федерации наблюдается глубокий кризис производства ржи. За последние 10 лет площадь ее посевов сократилась более чем в 2 раза, валовые сборы находятся на уровне 3,4-4,0 млн т, или около 30 кг на одного человека (в странах ЕС – 50 кг, в Республике Беларусь – 120 кг) [2]. Потеря исторически сложившихся приоритетов, необоснованное вытеснение озимой ржи посевами яровой пшеницы, происходит и в северных регионах страны.

Учитывая исключительную значимость культуры в обеспечении продовольственной безопасности страны, по инициативе Зонального научно-исследовательского института сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого разработана и осуществляется совместно с ведущими российскими научными учреждениями Межотраслевая научно-техническая программа Россельхозакадемии «Рожь», направленная на создание сортов и гибридов этой культуры целевого назначения, разработку технологий производства и переработки зерна на пищевые, кормовые и технические цели [3].

В ходе исследований только в НИИСХ Северо-Востока создано 7 сортов озимой ржи, внесенных в Госреестр и рекомендованных к возделыванию в 34 субъектах Российской Федерации, в том числе Фаленская 4, Рушник и Флора, сочетающие высокие хлебопекарные качества с адаптивностью, хорошей зимостойкостью и стабильной урожайностью. Разработано 22 новых сорта хлеба и 14 видов мучных кондитерских изделий с использованием ржаного сырья повышенной пищевой и биологической ценности. Получены новые знания для совершенствования технологий возделывания сортов ржи целевого назначения, использования ржаного сырья в кормлении сельскохозяйственных животных (КРС и птицы), производства крахмала из ржаного сырья с разработкой машины для фракционирования зерна. Для подготовки зерна к скармливанию животным разработаны и изготовлены двуступенчатые плющилки различной производительности [3, 4, 5].

Цель наших исследований – разработка Концепции развития научно-инновационного проекта полного цикла «Рожь России», направленного на обеспечение устойчивого производства и многофункционального использования озимой ржи.

Для достижения поставленной цели и развития ранее достигнутых научных результатов мы сформулировали ряд приоритетных направлений научно-исследовательских работ.

Основа национальной безопасности государства – надежное обеспечение населения продовольствием отечественного производства. В решении этой за-

Селекция сортов озимой ржи целевого назначения, сочетающих стабильную продуктивность с устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессорам, для широкого использования и производства в конкретных условиях российских регионов при минимальных затратах.

В основу селекционной работы должны быть положены следующие направления:

выявление закономерностей наследования и изменчивости признаков устойчивости растений ржи, характера проявления генетической дифференциации районированных и перспективных сортов на широкий спектр воздействия абиотических факторов;

разработка новых селекционно-генетических и биотехнологических методов оценки и отбора исходного материала с высоким потенциалом продуктивности и адаптивности, а также оценка этого потенциала в различных экологических условиях (экологическое испытание);

создание качественно нового исходного материала, адаптированных доноров хозяйственно-ценных признаков, сочетающих генетически контролируемую устойчивость с высокими показателями других признаков;

совершенствование схем, методов и технологий селекции озимой ржи целевого назначения (в первую очередь, на высокую переваримость и усвояемость зерна, повышение питательных и диетических качеств).

Требуют развития следующие направления селекции:

на экологическую адаптивность (зимостойкость, кислото- и алюмоустойчивость, засухоустойчивость) с изучением механизмов устойчивости, выявлением взаимосвязи между степенью устойчивости корневой системы озимой ржи и работой фотосинтетического аппарата;

на скороспелость, устойчивость к полеганию и прорастанию зерна в колосе;

на устойчивость к основным болезням (снежной плесени, бурой и стеблевой ржавчине, мучнистой росе, фузариозным заболеваниям и спорынье);

на улучшение технологических и хлебопекарных качеств зерна, повышение его питательной ценности и усвояемости (в том числе низкопентозановой ржи с учетом качественных и количественных изменений в структуре водорастворимых пентозанов);

специализированных сортов для оздоровительного питания с повышенным содержанием биоактивных соединений – пищевых волокон и микронутриентов;

на пригодность зерна для производства продуктов переработки (спирта, солода, сиропа, крахмала, фармацевтических препаратов и др.).

Разработка и уточнение сортовых технологий производства зерна ржи целевого назначения в условиях изменяющегося климата предусматривает корректировку сроков сева, интегрированный подход к профилактике и защите посевов от вредителей и болезней (включая комплекс агротехнических и биологических мер); поиск технологических приемов, направленных на производство зерна целевого качества; сравнительную экономическую и энергетическую оценку новых сортов и сортовых технологий.

Научное обеспечение производства оригинальных и элитных семян озимой ржи, кроме прочего, предусматривает решение следующих задач:

формирование агроэкологически специализированных зон устойчивого и рентабельного производства семян высокого качества;

разработка и совершенствование технологий производства оригинальных и элитных семян новых сортов озимой ржи с использованием препаратов нового поколения (биологически активных веществ и пестицидов) с установлением возможных последствий в отношении продуктивных свойств семян таких растений на последующих этапах воспроизводства.

Совершенствование технологий использования озимой ржи в пищевой промышленности. По этому направлению необходимо разработать новые технологии с целью расширения ассортимента хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием ржаного сырья функционального и специализированного назначения; повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий из ржи (в том числе на основе биотехнологий).

Кроме того, необходимо постоянное совершенствование технологий глубокой переработки зерна на пищевые цели (например, на крахмал с учетом бимодальной дисперсности его зерен), уменьшение энергозатратности, создание комбинированных технологий с использованием побочных продуктов в жидком виде, без концентрирования и сушки, как исходного сырья для других производств.

Физиологическая оценка влияния продуктов питания на основе ржаного сырья на организм человека предусматривает биохимический и эпидемиологический скрининг дефицита витаминов и микронутриентов в российских регионах, а также оценку обеспеченности организма человека этими компонентами; выявление физиологического воздействия на организм здорового человека употребления хлебобулочных изделий на основе ржаного сырья, в том числе изготовленных из новых сортов ржи для оздоровительного питания; оценку эффективности использования продуктов питания из ржаной муки в повышении результативности лечебного процесса.

Расширение возможности использования озимой ржи в кормопроизводстве, глубокая переработка зерна озимой ржи для производства сахаристых и белковых продуктов кормового назначения. В этом направлении требуется проведение дальнейших исследований по оптимизации составов смешанных злаковых и бобово-злаковых фитоценозов как на основе, так и с участием озимой ржи, подбор эффективных соотношений и сочетаний адаптивных к условиям региона культур и сортов, обеспечивающих увеличение пластичности агрофитоценозов и высокое качество различного корма (фураж, зеленый корм, сенаж, зерносеяж).

В связи с отдельными недостатками бобово-злаковых фитоценозов с участием озимой ржи и озимой вики (слабая зимостойкость и кислотоустойчивость бобового компонента) [6] интересно изучение возможности добавления в состав агроценозов с озимой рожью ярового бобового компонента и отработка технологии их формирования для производства более сбалансированного по белку и аминокислотному составу корма. Важными остаются вопросы подбора системы ухода за смешанными посевами, их защиты от вредителей и болезней.

Требует изучения возможность использования озимой ржи в качестве пастбищной культуры, что

весьма актуально на бедных почвах и при освоении залежных земель. Для этого необходимо провести исследования по подбору сортов и технологий посева, пригодных для формирования пастбищных фитоценозов, определению оптимальной структуры и режимов их использования (частота и кратность стравливания).

При наметившейся тенденции увеличения продолжительности продолжительности осеннего периода вегетации в условиях умеренного климата необходимо максимально использовать возможности озимой ржи в качестве пожнивной или промежуточной культуры, что так же требует проведения ряда исследований по корректировке существующих технологий возделывания и формированию сырьевых конвейеров для кормопроизводства.

Для дальнейшего расширения использования зерна озимой ржи в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы необходимо провести следующие исследования:

максимально точно установить виды антипитательных соединений (на сегодняшний день учитывают только их группы), разработать экспресс-методики количественного и качественного определения, выявить степень влияния на физиологические процессы пищеварения у разных видов сельскохозяйственных животных;

изучить кормовую ценность новых сортов зернофуражной (низкопентозановой) озимой ржи;

продолжить разработку экономически оправданных экологически безопасных способов подготовки зерна к скармливанию, технологий производства сахаристых продуктов (в том числе кормовой патоки), позволяющих сбалансировать рацион и повысить продуктивность сельскохозяйственных животных (наиболее перспективно использование мультиферментных комплексов и разработка методов их применения).

Совершенствование теоретических основ, технологий и технических средств механизации для подсева, обработки и переработки зерна озимой ржи предусматривает первоочередное решение следующих вопросов:

подсев озимой ржи в дернину для создания пастбищных агрофитоценозов;

первичная и вторичная очистка зерна (в том числе, от спорыньи), его фракционирование для идентификации и отбора на соответствие требованиям селекции и переработки;

подготовка зерна озимой ржи и смесей на ее основе к скармливанию животным (в плане увеличения усвояемости корма животными и птицей различных видов);

многофункциональная глубокая переработка сырья из озимой ржи.

Ряд разработок необходимо осуществить и для *научного обоснования энергоэкономичности возделывания озимой ржи, организации конкурентоспособного производства и переработки ее зерна.*

В первую очередь это касается оценки соответствия экологических условий российских регионов требованиям возделывания озимой ржи и выявления территорий для устойчивого производства культуры. Ранее были установлены макроареалы устойчивого выращивания озимой ржи с высоким качеством зерна – центральные и южные районы Кировской области, южная часть Удмуртской Республики, основная

территория Республики Марий Эл, правобережная часть Нижегородской области и вся Республика Мордовия [7]. Сегодня необходима реализация следующих этапов агроэкологического районирования – выделение и группировка агроэкологически однотипных территорий для возделывания озимой ржи на мезо- и микроуровне (в границах конкретных хозяйств), что позволит подготовить рекомендации для рационального размещения культуры, в том числе с учетом выращивания зерна целевого назначения.

Требуется разработка технологий дифференцированного применения удобрений и средств защиты растений, направленных на достижение рентабельности производства ржи в конкретных условиях возделывания (элементы точного земледелия); экономическая оценка технологий полного цикла (выращивание и переработка) с использованием новых сортов целевого назначения, адаптивных к условиям регионов; научное обоснование для органов законодательной и исполнительной власти субъектов РФ стратегий устойчивого развития рынка зерна озимой ржи в целях разработки механизмов стимулирования его конкурентоспособного производства и переработки.

Очень важна разработка стратегий формирования региональных и межрегиональных кластеров по производству и переработке озимой ржи, объединяющих усилия научных, производственных, перерабатывающих, образовательных организаций, региональных органов исполнительной власти и других заинтересованных структур. При этом следует учитывать, что межрегиональная система кластера предоставляет больше возможностей для развития, чем региональная, в силу специфики природно-экономических особенностей территорий, различной специализации сельскохозяйственного производства и имеющейся инфраструктуры перерабатывающих предприятий, уровня инновационной привлекательности и активности территорий.

В состав кластеров должны войти регионы с наиболее развитым производством озимой ржи (в первую очередь, Кировская и Нижегородская область, Удмуртская Республика и Республика Марий Эл.). Такие территории с развитым уровнем пищевой и перерабатывающей промышленности, как Нижегородская область, Республика Марий Эл или инвестиционно активная Республика Мордовия, очевидно, будут иметь приоритет в реализации инновационных проектов по переработке. В любом случае, первичный этап организации кластерной системы должен быть основан на реальных возможностях конкретных территорий, оценке потенциала предполагаемых участников кластера.

Существуют возможности вхождения ржаного кластера в другие подобные образования на территории Российской Федерации, в первую очередь включенные в перечень инновационных территориальных кластеров и получившие государственную поддержку. Кроме того, в рамках кластера можно организовать эффективную пропаганду здорового питания населения (с использованием продуктов из ржи), формировать региональный рынок спроса на ржаные продукты, стереотипы пищевого поведения разных групп населения. На сегодняшний день активную работу в этом направлении осуществляют ученые НИИСХ Северо-Востока [8, 9] совместно с представителями Российской гильдии пекарей и

кондитеров, научных и образовательных учреждений России в рамках реализации Системного проекта «Целебная сила ржи».

Для реализации научной составляющей проекта «Рожь России» необходимо осуществление следующих мер:

объединение интеллектуальных ресурсов с целью достижения комплексности и междисциплинарности исследований (путем заключения соглашений, временного объединения научных, образовательных и внедренческих организаций при координирующей функции Отделения сельскохозяйственных наук РАН и головных НИУ). Чрезвычайно важно расширить научно-практические контакты с лечебными учреждениями, клиниками и кафедрами медицинского профиля с целью проведения совместных исследований;

усиление приборного обеспечения и материально-технической базы аграрных научных учреждений ФАНО, использование имеющегося потенциала центров коллективного пользования приборами и оборудованием, в том числе для проведения современных

молекулярно-генетических и биотехнологических исследований;

целевое финансирование научно-инновационного проекта «Рожь России» (как и других научно-исследовательских работ по блоку «агротехнологии и продукты питания»), поскольку обеспечение продовольственной безопасности – основополагающий национальный приоритет исследований и разработок в АПК России.

Для реализации стратегически важного для страны научно-инновационного проекта полного цикла «Рожь России» крайне важно объединить усилия научных учреждений ФАНО России, Российской академии наук, Министерства сельского хозяйства РФ, Министерства здравоохранения РФ, Роспотребнадзора, отраслевых союзов и ассоциаций.

Выводы. Реализация перечисленных концептуальных направлений развития научно-инновационного проекта полного цикла «Рожь России» позволит получить новые знания для создания современных технологий устойчивого производства и многофункционального использования озимой ржи.

Литература.

1. Жученко А.А. Рожь – стратегическая культура в обеспечении продовольственной безопасности России в условиях глобального и локального изменения погодно-климатических условий. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2009. 52 с.
2. Гончаренко А.А. Состояние производства и селекция озимой ржи в Российской Федерации // Материалы Всероссийской научно-практической конференции (28-29 июня 2012 г.) г. Екатеринбург: ГНУ Уральский НИИСХ Россельхозакадемии; Уральское издательство, 2012. С. 5-11.
3. Озимая рожь. Возделывание, использование на пищевые, кормовые и технические цели. Проблемы и решения / В.А. Сысоев, Л.И. Кедрова, Н.К. Лаптева, В.А. Фигурин, Т.К. Шешегова, Ф.Ф. Мухамадьяров, Р.В. Русаков, Е.И. Уткина, А.А. Гончаренко, С.С. Санин, В.А. Поляков, Н.Р. Андреев, Л.И. Кузнецова, В.Д. Кобылянский, Р.Р. Исмагилов, В.М. Косолапов, А.И. Фицев, В.Г. Косолапова, В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуrow. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. 172 с.
4. Лаптева Н.К. Ассортимент хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием ржаного сырья и его роль в питании современного человека // Достижения науки и техники АПК. 2012. №6. С. 75-78.
5. Сысоев В.А., Кедрова Л.И., Уткина Е.И. Рожь – стратегическая зерновая культура в развитии адаптивного растениеводства и обеспечении продовольственной безопасности России // Образование, наука и производство. 2014. № 2-3. С. 31-33.
6. Рекомендации по выращиванию озимой ржи в смеси с озимой викой на корм / В.А. Фигурин, Р.В. Русаков, Л.И. Кедрова, Е.И. Уткина, Н.П. Сунцова, И.А. Устюжанин. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2012. – 23 с.
7. Сысоев В.А., Мухамадьяров Ф.Ф. Методы повышения агробиологической эффективности растениеводства. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2001. 216 с.
8. Энергия ржи для здоровья человека / В.А. Сысоев, Л.И. Кедрова, Н.К. Лаптева, Е.И. Уткина, М. Вянянен, Т.Н. Никулина. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2010. 103 с.
9. Кусочек ржаного хлеба / В.А. Сысоев, Л.И. Кедрова, Е.Ю. Уткина, Т.Н. Никулина, Е.М. Смолкина. Санкт-Петербург: ООО «Первый издательско-полиграфический холдинг», 2015. 38 с.

CONCEPTUAL TRENDS OF DEVELOPMENT OF SCIENTIFICALLY-INNOVATIVE PROJECT "RYE OF RUSSIA"

V.A. Sysuev^{1,2}, L.I. Kedrova², N.E. Rubtsova¹, R.V. Rusakov¹, I.A. Ustyuzhanin¹, E.I. Utkina²

¹North-East Regional Agrarian Scientific Center, ul. Lenina, 166a, Kirov, 610007, Russian Federation

²N.V. Rudnitsky North-East Agricultural Research Institute, ul. Lenina, 166a, Kirov, 610007, Russian Federation

Summary. The main results of investigations on interindustry science-and-technology program "Rye" (7 adaptive varieties of winter rye, new technologies of cultivation and processing, technical tools, 22 kinds of bread and 14 kinds of confectionaries with the use of rye raw material) are presented. The conceptual directions of the development of scientifically-innovative full-circle project "Rye of Russia" are pointed out. The aim of the project is development and introducing of innovations in the sphere of manufacture and processing of winter rye. It will be achieved on the basis of results of fundamental and applied researches. There are some prioritized scientific directions of the project. First of all is breeding of winter rye varieties of special mission having high potential of productivity and adaptivity. Secondly, it is the design of agro-ecologically specialized varietal technologies of seed growing and production of rye grain. Then there are modernization of technologies and technical tools for under-sowing, cleaning of grain, making of fodders, and deep processing of winter and, at last, physiological estimation of influence of winter rye foodstuff on human organism and modernization of technologies of winter rye using in food industry. The results of scientific researches should become a basis for a competitive production and processing of rye grain in Russian regions. Scientific-organizational measures of support of scientific part of the project have an especial role in realization of the project "Rye of Russia". The same is correct for the organization of regional and inter-regional clusters on manufacture and processing of winter rye. These activities demand joining efforts of scientific, industrial, processing, educational institutions, regional government agencies and other interested organizations.

Keywords: conception, winter rye, multifunctional use, breeding, manufacture, proceeding, prioritize direction of researches, innovations.

Author Details: V.A. Sysuev, member of the RAS, chairman of presidium, director; L.I. Kedrova, D. Sc. (Agr.), head of division; N.E. Rubtsova, Cand. Sc. (Agr.), deputy chairman (e-mail: swnmc.zam@mail.ru); R.V. Rusakov, Cand. Sc. (Biol.), academic secretary; I.A. Ustyuzhanin, Cand. Sc. (Agr.), academic secretary; E.I. Utkina, Cand. Sc. (Biol.), head of laboratory

For citation: Sysuev V.A., Kedrova L.I., Rubtsova N.E., Rusakov R.V., Ustyuzhanin I.A., Utkina E.I. Conceptual Trends of Development of Scientifically-Innovative Project "Rye of Russia". *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. pp. 28-31 (In Russ.)

ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ПЕНТОЗАНОВ В РЖАНОМ ШРОТЕ МЕТОДОМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА

М.Л. ПОНОМАРЕВА, доктор биологических наук, зав.отделом

С.Н. ПОНОМАРЕВ, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: sponomarev@yandex.ru)

Л.Ф. ГИЛЬМУЛЛИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Г-з. С. МАННАПОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Оренбургский тракт, 48, Казань, 420059, Российская Федерация

Резюме. Содержание водорастворимых пентозанов в зерне ржи влияет на его хлебопекарные и кормовые свойства. Вязкость водного экстракта (ВВЭ) зернового шрота – важный показатель для оценки содержания пентозанов. В работе, проведенной в ФГБНУ «Татарский НИИСХ», исследованы пробы зерна более 1800 образцов озимой ржи (популяционные сорта, гибриды F₁, самоопыленные линии) урожая 2001–2014 гг. Цель работы – провести фенотипическую оценку содержания пентозанов в зерне ржи, а также выделить перспективные генотипы и линии с ценными аллелями генов высокого и низкого содержания водорастворимых пентозанов. Кинематическую вязкость водного экстракта зернового шрота оценивали по методикам А.А. Гончаренко и др. (2005), Boros D. et al. (1993) с использованием капиллярного вискозиметра ВПЖ-1. Уровень ВВЭ обусловлен не только генотипическими, но и средовыми факторами. Наименьшие величины вязкости водного экстракта и размах их варьирования отмечены в годы с избыточным увлажнением. В умеренно засушливых условиях 2001 и 2006 гг., а также нормально увлажненном 2009 г. коэффициент вариации ВВЭ был самым высоким (53,2; 50,7 и 58,0%, соответственно). Наибольшая дифференцирующая способность проявляется в годы, когда в период налива складываются оптимальные и средние засушливые погодные условия. Доля влияния генотипа на изменчивость ВВЭ составила 25,6%, средовых факторов – 49,8%, взаимодействие «генотип-год» – 24,5%. Изученные сорта хорошо различались по показателю кинематической вязкости. У 60% исследуемых сортов вязкость была больше или равна стандарту Эстафета Татарстана. Более низкой вязкостью водного экстракта, по сравнению со стандартом, характеризовались сорта Огонек, Радонь, Безенчукская 87, Саратовская 6, Антарес, а также новые Популяции 10 и 12.

Ключевые слова: озимая рожь, вязкость водного экстракта зернового шрота, сорт, изменчивость.

Для цитирования: Фенотипическая оценка содержания пентозанов в ржаном шроте методом определения вязкости водного экстракта / М.Л. Пономарева, С.Н. Пономарев, Л.Ф. Гильмуллина, Г.С. Маннапова // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 32–35.

Важный аспект диверсификации использования зерна ржи – фуражное направление с целью укрепления кормовой базы и организации рационального кормления сельскохозяйственных животных. Несмотря на то, что культуру возделывают в основном для пищевых целей (мука, хлебобулочные изделия, ржаной солод и др.), около 8–12% валового сбора зерна используют при производстве комбикормов [1]. Однако норма ввода ржи невелика и, как правило, не превышает 20% от массы зерна в рационе [2, 3].

Каждому сорту соответствуют свои генетически детерминированные свойства, позволяющие оценить его пригодность в качестве сырья для той или иной отрасли. Селекционная работа позволяет прогнозировать возможности совершенствования и расширения

сырьевой базы перерабатывающих предприятий, создания новых прогрессивных технологий, связанных с переработкой зерна озимой ржи [4].

Многочисленными исследованиями российских и зарубежных авторов доказано, что в зерне ржи в значительном количестве содержатся водорастворимые пентозаны, вызывающие расстройство пищеварения животных и снижающие переваримость питательных веществ [5, 6, 7, 8, 9]. Благодаря наличию арабиноксилановой фракции они очень гидрофильны и могут образовывать вязкие растворы [10]. Вследствие формирования стойких комплексов с белковыми веществами повышается вязкость водно-мучных суспензий и, соответственно, ржаного теста, что, несомненно, оказывает большое влияние на его физические свойства [11].

При изучении большого количества популяционных, гибридных сортов и 600 самоопыленных линий ржи по содержанию арабиноксиланов сделано заключение о значительном генотипическом разнообразии величины этого показателя. Она варьировала в пределах 35–88 мг/г у линий, 58–78 мг/г у сортов и 51–59 мг/г у гибридов F₁ [12]. Зерно популяций современной ржи содержит 7–13% арабиноксиланов, из которых водорастворимые фракции составляют 20–38% [13, 14].

В Польше выделены ценные инбредные линии ржи с высокой и низкой концентрацией водорастворимых пентозанов, а также с высоким содержанием водорастворимых пентозанов и белка в зерне [15]. В работе А.А. Гончаренко [16] убедительно показано, что после 5 циклов дивергентного минус-отбора по вязкости водного экстракта зернового шрота величина наследуемости этого признака варьировала в пределах $h^2 = 0,33-0,44$. Таким образом, дивергенция зависит как от генотипа сорта, так и от направления отбора. Благодаря относительно высокой наследуемости названного признака, была обоснована возможность целенаправленной популяционной и линейной селекции озимой ржи на улучшение хлебопекарных и кормовых свойств зерна [17].

Польские исследователи [18] показали наличие высокой корреляции между содержанием водорастворимых пентозанов (арабиноксиланов) и вязкостью экстракта ржи. Проведя анализ вязкости пшеницы, озимой и яровой ржи, тритикале, они сравнили различные способы экстрагирования пентозанов и установили самый простой из них. Вязкость водного экстракта зернового шрота стала важным показателем, как для определения хлебопекарных качеств ржи, так и для выявления кормовых достоинств ее зерна. Впоследствии ряд авторов экспериментально подтвердили возможность надежного прогнозирования хлебопекарных качеств ржи по экстрагируемой вязкости [16, 7, 19, 11].

Как содержание водорастворимых пентозанов, так и уровень вязкости водного экстракта, обусловлены не только генотипическими, но и экологическими факторами [20]. Установлено, что фенотипическая изменчивость этого признака зависит от количества осадков, выпавших после колошения ржи (r от -0,62 до -0,76), а также от типа почвы, технологии возделывания, времени созревания урожая, условий и срока хранения [21].

Таблица 1. Характеристика метеорологических условий весенне-летнего периода вегетации озимой ржи (апрель-июль), 2001-2014 гг.

Холодный \sum эфф. t выше $5^{\circ}\text{C} < 1100^{\circ}\text{C}$				Теплый \sum эфф. t выше $5^{\circ}\text{C} = 1101-1300^{\circ}\text{C}$				Жаркий \sum эфф. t выше $5^{\circ}\text{C} > 1300^{\circ}\text{C}$			
А*	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
2003	-	-	-	2005	2002	2009	-	-	-	2001	2010
				2007	2004	2014				2012	
				2008	2006					2013	
				2011							

*А – ГТК > 1,2 (избыточное увлажнение); Б – ГТК = 0,9-1,2 (достаточное увлажнение); В – ГТК = 0,6-0,9 (недостаточное увлажнение); Г – ГТК < 0,6 (засуха).

Цель наших исследований – провести фенотипическую оценку содержания пентозанов в ржаном зерне на популяционном, линейном и гибридном уровне, а также выделить перспективные генотипы и линии с ценными аллелями генов высокого и низкого содержания водорастворимых пентозанов в зерне.

Таблица 2. Вязкость водного экстракта зернового шрота озимой ржи

Год	Вязкость, сСт		Коэффициент вариации (V), %
	средняя (X+S _x)	лимиты (min – max)	
2001	39,8+9,9	15,5 – 83,2	53,2
2002	36,1+8,9	13,0 – 60,4	44,1
2003	35,3+8,7	15,5 – 48,3	31,1
2004	30,2+7,4	14,6 – 42,0	28,1
2005	12,0+2,9	6,1 – 16,1	33,4
2006	39,7+6,6	15,6 – 70,4	50,7
2007	12,1+1,5	8,5 – 14,1	18,2
2008	12,9+1,4	8,5 – 19,3	22,1
2009	14,4+2,6	5,6 – 30,7	58,0
2010	51,1+7,3	23,1 – 82,3	35,6

Условия, материалы и методы. Лабораторные исследования проводили в ФГБНУ «ТатНИИСХ». Материалом служили пробы зерна, районированных и перспективных популяционных сортов собственной и инорайонной селекции, гибридов F₁, самоопыленных линий урожая разных лет (2001-2014 гг.). Всего по вязкости водного экстракта (ВВЭ) зернового шрота ржи оценено более 1800 образцов. Отбор зерна для анализа проводили по ГОСТ 13586.3-83, навески муки и шрота – по ГОСТ 13586.5-85, влажность зерна определяли по ГОСТ 13586.5-93. В качестве стандарта использовали сорт озимой ржи Эстафета Татарстана, включенный в Государственный реестр по Средневожскому региону.

Кинематическую вязкость водного экстракта зернового шрота оценивали в сантистоксах по методикам А.А. Гончаренко и соавт. (2005) [22], Boros D. et al. (1993) [18] с использованием капиллярного вискозиметра ВПЖ-1. Определение кинематической вязкости основано на учете времени истечения через капилляр определенного объема жидкости из измерительного резервуара. Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием пакетов программ AGROS (версия 2.09), Excel 7.0.

Метеорологические условия, складывавшиеся в годы исследований, были очень разнообразными по температурному и влажностному режиму (табл. 1), что очень важно для определения диагностической ценности показателя ВВЭ в селекционной практике.

Результаты и обсуждение. Наименьшие величины вязкости и размах ее варьирования отмечены в 2007 и 2008 гг. (табл. 2), когда ГТК в период формирования зерна составлял, соответственно, 1,94 и 1,48 (избыточное увлажнение). В умеренно засушливых 2001 г. (ГТК=0,55) и 2006 г. (ГТК = 0,70), а также нормально увлажненном 2009 г. установлена наибольшая дифференциация со-

ртов по анализируемому признаку – коэффициент вариации был равен 53,2; 50,7 и 58,0%, соответственно.

Результаты исследований свидетельствует о том, что в годы с крайне жаркими условиями высокая водопогло- тительная способность пентозанами увеличивает гидро- динамические свойства набухания и вязкость водного экстракта, в результате чего возрастает показатель кинематической вязкости вытяжек из зернового шрота (впрочем, как и высоты амилограммы, а также числа падения). Так, в 2010 г. (жаркий, засушливый, ГТК=0,09) средняя вязкость водного экстракта составила 51,1 сСт при амплитуде варьирования 23,1-82,3 сантистокс, а в 2009 г. (теплый, недостаточное увлажнение) у того же набора сортов она

колебалась от 5,6 до 30,7 сСт при средней величине этого показателя 14,4 сСт. Следовательно, высокие оценки вязкости водного экстракта в жаркие и сухие годы не соответствуют объективной реальности качества. В избыточно влажные годы действие ферментов, присутствующих во ржи, ухудшает вязкие свойства пентозанов, уменьшает их способность к набуханию и водоудерживающую способность. Поэтому наиболее благоприятны для селекции на ВВЭ годы, когда в период налива складываются оптимальные и средне засушливые метеоусловия.

Таблица 3. Вязкость водного экстракта зернового шрота сортов озимой ржи в конкурсном сортоиспытании

Название	Продолжительность изучения, лет	Средняя вязкость, сСт		Отклонение от стандарта, сСт
		сорт	стандарт	
Эстафета Татарстана (st.)	10	29,2		
Татарская 1	10	40,3	29,9	10,4
Радонь	10	26,3	29,9	-3,6
Огонек	10	17,5	29,9	-12,4
Тантана	10	32,5	29,9	2,7
Популяция 4	5	42,5	34,1	8,5
Популяция 6	6	37,1	34,3	2,8
Популяция 8	4	20,2	19,3	0,9
Популяция 9	3	17,9	14,0	3,9
Популяция 10	3	12,7	14,0	-1,3
Популяция 11	3	26,3	25,9	0,4
Популяция 12	3	23,4	25,9	-2,5
Антарес	10	14,1	29,9	-15,8
Саратовская 6	5	14,7	28,7	-14,0
Татьяна	3	42,4	26,5	15,8
Безенчукская 87	2	10,2	13,5	-3,3
Роксана	3	34,9	25,9	8,9
Чулпан 7	2	35,7	32,2	3,5
НСР ₀₅				0,6

Таблица 4. Источники высокой и низкой вязкости водного экстракта

Селекционный материал	Вязкость водного экстракта	
	высокая	низкая
Популяционные сорта	Татарская 1, Тантана, Радонь, Эстафета Татарстана, Татьяна, Роксана	Саратовская 6, Безенчукская 87, Антарес, Огонек, Державинская 90, Albedo (Чехия), Altabar (Испания), Trenelense (Аргентина), Jana (Латвия)
Гибриды F ₁	Picasso, Evolo, Guttino, KWS-H 004	KWS-H 002, Minello
Линии	L ₀ 150, L ₀ 142	LSR 78, LSR 70, LSR77

Анализ современного сортимента собственной и инорайонной селекции по вязкости водного экстракта зернового шрота ржи (табл. 3) показал, что из семи перспективных популяций, испытанных в конкурсном сортоиспытании, три характеризуются более высокой величиной этого показателя, чем стандарт, две – более низкой. Следовательно, селекционный процесс идет в различных направлениях. В целом 60% исследуемых сортов формирует вязкость большую или практически равную контролю. Пониженной ВВЭ, по сравнению с ним, отличались сорта Огонек, Радонь, Безенчукская 87, Саратовская 6, Антарес, а также новые Популяции 10 и 12. Исследования подтвердили, что изученные сорта хорошо дифференцируются по кинематической вязкости и различия между ними достигают кратных размеров. Селекционный генофонд ржи в большей степени представлен формами, необходимыми для создания сортов хлебопекарного назначения [23, 24].

Сегодня, когда существует огромный выбор разнообразных сортов пшеницы, сорт озимой ржи будет иметь коммерческую ценность в случае, если его продуктивные качества и адаптивные свойства будут сочетаться на высоком уровне. Это в полной мере относится и к качественным характеристикам, хотя с селекционной точки зрения таким вопросам не уделяется должного внимания. Дисперсионный анализ десятилетних результатов оценки наиболее распространенных и востребованных в республике Татарстан сортов озимой ржи (Эстафета Татарстана, Татарская 1, Радонь, Огонек, Тантана, Антарес) показал, что доля влияния генотипа на ВВЭ составила 25,6%, тогда как средовые факторы обусловили 49,8%

ее изменчивости. Причем взаимодействие «генотип-год» также было высоким (24,5%). Сильная изменчивость вязкости водного экстракта зернового шрота затрудняет достоверную оценку генотипа по фенотипу в ходе селекции. Это может существенно удлинить сроки создания сортов целевого назначения, либо усложнить процесс дополнительными дорогостоящими анализами.

В результате многолетней работы по определению ВВЭ мы выделили популяционные и гибридные сорта, а также инбредные линии для селекции на низкое и высокое содержание пентозанов (табл. 4).

Выводы. Уровень вязкости водного экстракта зернового шрота обусловлен не только генотипическими, но и средовыми факторами. Наибольшая дифференцирующая способность по ВВЭ проявляется в годы, когда в период налива складываются оптимальные и средние засушливые метеоусловия. Изученные сорта хорошо дифференцируются по показателю кинематической вязкости. Более низкой вязкостью водного экстракта, по сравнению со стандартом, обладали сорта Огонек, Радонь, Безенчукская 87, Саратовская 6, Антарес, а также новые Популяции 10 и 12. Рекомендованы для использования в селекции на высокую вязкость популяционные сорта Татарская 1, Тантана, Радонь, Эстафета Татарстана, Татьяна, Роксана; гибриды F₁ Picasso, Evolo, Guttino, KWS-H 00; родительские линии L₀ 150, L₀ 142, на низкую вязкость – популяционные сорта Саратовская 6, Безенчукская 87, Антарес, Огонек, Державинская 90, Albedo (Чехия), Altabar (Испания), Trenelense (Аргентина), Jana (Латвия), Marcelllo; гибриды F₁ KWS-H 002, Minello; линии LSR 78, LSR 70, LSR77.

Литература.

1. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Селекция зернофуражной озимой ржи // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 6. С. 31–34.
2. Гончаренко А.А., Тимошенко А.С. Сравнительная оценка сортов зерновых культур по вязкости водного экстракта и структуре водорастворимых пентозанов // Вестник РАСХН. 2007. № 1. С. 58–61.
3. Генофонд озимой ржи для создания сортов кормового направления / Л.И. Кедрова, Е.И. Уткина, Е.С. Парфенова, И.А. Устюжанин, М.В. Грибков // Зерновое хозяйство. 2007. №2. С. 24–25.
4. Оценка технологического потенциала сортов озимой ржи / М.Л. Пономарева, С.Н. Пономарев, Л.Ф. Гильмуллина, А.З. Хазиев // Материалы Международной научно-практ. конф. «Производство растениеводческой продукции: резервы снижения затрат и повышения качества». Минск, 2008. Т. 2. С. 111–113.
5. Гончаренко А.А. Некоторые вопросы селекции озимой ржи на качество зерна в свете современных требований // Достижения и перспективы селекции и технологического обеспечения АПК в Нечерноземной зоне РФ. Немчиновка, 2006. С. 87–98.
6. Ермолаева Т.Я., Нуждина Н.Н. Озимая рожь, как продовольственная культура // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. Екатеринбург, 2012. С. 125–128.
7. Исмагилов Р.Р. Изменчивость содержания водорастворимых пентозанов в зерне ржи // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 6. С. 35–36.
8. Jagodziski J., Rakowska M. Feeding value of the grain of rye lines and hybrids // The International Symposium on Rye Breeding & Genetics of the EUCARPIA. 1996. P. 154.
9. Rakowska M., Raczynska-Bojanowska K., Kupiec R. Studies on the antinutritive compounds in rye grain. V. Effect polysaccharides complex on protein digestibility and feed utilization // Pol. J. Food Nutr. 1997. № 1/42. Pp. 95–102.
10. Devesa A., Martinez-Anaya M.A. Influence of pentosans on texture of starch gels during storage, and effects after enzyme treatment // European Food Research and Technology. 2003. T. 216. № 4. Pp. 323–330.
11. Cyran M., Cygankiewicz J. Content and composition of non-starch polysaccharide of rye flour in relation to its baking quality // Proceeding of the Eucarpia Rye Meeting. Radzikow. 2001. Pp. 291–298.
12. Extract viscosity as an indirect assay for water-soluble pentosans content in rye / D. Boros, R.R. Marquardt, B.A. Slominski, W. Guenter // Cereal Chem. 1993. V. 70. Pp. 575–580.
13. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Основы селекции малопентозановой ржи // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. СПб., 2009. Т. 166. С. 112–118.
14. Nutrient and lignin content, dough properties and baking performance of rye samples used in Scandinavia / M. Nilsson, P. Aman, H. Harkonen, G. Hallmans, K.E. Bach // Acta Agric. Scand., select. B, Soil and Plant Sci. 1997. № 47. Pp. 26–34.

15. Madej L., Raczyńska-Bojanowska K., Rybka K. Variability of the content of soluble non-digestible polysaccharides in rye inbred lines // *Plant Breeding*. 1990. V. 140. Pp. 334.
16. Использование дивергентного отбора по вязкости водного экстракта в селекции озимой ржи / А.А. Гончаренко, С.А. Ермаков, А.В. Макаров, Т.В. Семенова, В.Н. Точилин, Н.В. Цыганкова // *Зерновое хозяйство России*. 2011. № 5. С. 11–19.
17. McLeod J.G., Gan Y., Scoles G.J. Extract viscosity and feeding quality of rye // *Vortr. Pflanzenzucht*. 1996. № 35. Pp. 97–108.
18. Extract viscosity as an indirect assay for water-soluble pentosans content in rye / D. Boros, R.R. Marquardt, B.A. Slominski, W. Guenter // *Cereal Chem*. 1993. V. 70. Pp. 575–580.
19. Исмагилов Р.Р., Ванюшина Т.Н., Аюпов Д.С. Пентозаны ржи. Уфа: Изд-во БГАУ, 2006. 113 с.
20. Extract viscosity of winter rye: variation with temperature and precipitation / Y.T. Gan, J.G. McLeod, G.L. Scoles, G.L. Campbell // *Canad. J. Plant Sc.* 1997. V.77. № 4. P. 555–560.
21. Исмагилов Р.Р., Ахиярова Л.М. Кормовые качества зерна различных сортов озимой ржи // *Достижения науки и техники АПК*. 2007. № 11. С. 16–17.
22. Оценка хлебопекарных качеств зерна озимой ржи по вязкости водного экстракта / А.А. Гончаренко, Р.Р. Исмагилов, Н.С. Беркутова, Т.Н. Ванюшина, Д.С. Аюпов // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2005. № 1. С. 6–9.
23. Гильмуллина Л.Ф., Пономарев С.Н., Пономарева М.Л. Изучение вязких свойств водно-мучных экстрактов у сортов озимой ржи // *Материалы Всероссийской научно-практ. конференции «Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка»*. Уфа, 2009. С. 114–116.
24. Гильмуллина Л.Ф., Пономарев С.Н., Пономарева М.Л. Изучение исходного материала озимой ржи по кормовым и хлебопекарным свойствам зерна // *Озимая рожь: селекция, семеноводство, технология и переработка: материалы Всеросс. научн.-практ. конф. Екатеринбург, Уральское изд-во, 2012. С.54–59.*

PHENOTYPIC EVALUATION OF PENTOSAN CONTENT IN RYE SOLVENT CAKE BY METHOD OF VISCOSITY DETERMINATION OF WATER EXTRACT

M.L. Ponomareva, S.N. Ponomarev, L.F. Gilmullina, G.S. Mannapova

Tatar Scientific Research Institute of Agriculture, Orenburgsky tract, 48, Kazan, 420059, Russian Federation

Summary. Content of water soluble pentosans in rye grain affects its baking and fodder properties. The viscosity of water extract (WVE) of grain solvent cake is an important indicator for an assessment of the pentosan content. In the work, carried out in FSBRU "Tatar Research Institute of Agriculture", more than 1800 samples of winter rye (population varieties, F1 hybrids, self-pollinated lines) from harvest of 2001-2014 were investigated. The work aim was to evaluate phenotypically the pentosan content in rye grain, as well as to identify promising genotypes and lines with valuable alleles of genes of high and low content of water soluble pentosans. Kinematic viscosity of water extract of grain solvent cake was estimated by the methods of A.A. Goncharenko, et al. (2005), D. Boros, et al. (1993) with use of the capillary VPZh-1 viscometer in centistokes. The WVE level is caused not only by the genotypic, but also by the environmental factors. The lowest values of the viscosity of water extract and the scale of its variation were observed in the years with excess moisture. Under moderate drought conditions of 2001 and 2006, as well as in the normally moist 2009, the coefficient of variation of WVE was the highest (53.2; 50.7 and 58.0%, respectively). The greatest differentiating ability appears in years when there are optimum and medium dry weather conditions during ripening. The influence of a genotype on the variability of WVE was 25.6%, of environmental factors—49.8%, interaction "genotype-year"—24.5%. The studied varieties well differ on an indicator of kinematic viscosity. In general 60% of the studied varieties the viscosity was stronger or equal to the control Estafeta Tatarstana. Varieties Ogonek, Radon, Bezenchukskaya 87, Saratov 6, Antares, and new populations 10 and 12 had lower viscosity of water extract in comparison with the standard variety.

Keywords: winter rye, viscosity of water extract of grain solvent cake, variety, variability.

Author Details: M.L. Ponomareva, D. Sc. (Biol.), head of division; S.N. Ponomarev, D. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: smponomarev@yandex.ru); L.F. Gilmullina, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow, G.S. Mannapova, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow.

For citation: Ponomareva M.L., Ponomarev S.N., Gilmullina L.F., Mannapova G.S. Phenotypic Evaluation of Pentosan Content in Rye Solvent Cake by Method of Viscosity Determination of Water Extract. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. pp. 32-35 (In Russ)

ЗАМЕЧЕНА ОПЕЧАТКА

Уважаемые читатели! В № 10-2015 г. на стр. 90 название материала и первые абзацы текста правильно необходимо читать следующим образом:

Доктор биологических наук, профессор, Кононов Валентин Петрович

20 октября 2015 г. исполняется год со дня кончины крупного ученого в области биологии размножения животных, доктора биологических наук, профессора Кононова Валентина Петровича.

Свою трудовую деятельность В.П. Кононов начал в 1960 г. заведующим ветеринарным участком после окончания ветеринарного факультета Кировского сельскохозяйственного института. Спустя четыре года он вернулся в вуз, но уже в должности младшего научного сотрудника лаборатории искусственного осеменения при кафедре акушерства. Еще через два года Валентин Петрович поступил в аспирантуру Всесоюзного НИИ животноводства, с которым и связал свою дальнейшую судьбу. Закончив аспирантуру, он прошел в стенах этого учреждения путь от младшего научного сотрудника до заведующего отделом биологии воспроизводства, а в 1996 г. возглавил Всероссийский научно-исследовательский институт свиноводства.

Основное достижение В.П. Кононова – метод криоконсервации семени хряков, разработанный научным коллективом под его руководством. Проблема заключалась в том, что семя животных этого вида чувствительно к охлаждению. Поэтому предложенная технология включает множество оригинальных технических и биологических решений, использование которых позволило достичь блестящих результатов. Сегодня она успешно и эффективно применяется для решения задач в племенной работе.

Использование этой технологии позволило организовать криобанк семени уникальных хряков-производителей, которое применяют для создания новых селекционных форм с уникальным генотипом в разных регионах СНГ. (далее по тексту)

Приносим свои извинения.

Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК»

НОВЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СМЕСИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ

Т.Б. КУЛЕВАТОВА, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: Rogozhkina2008@yandex.ru)

А.И. ПРЯНИШНИКОВ, доктор сельскохозяйственных наук, директор

Л.Н. ЗЛОБИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник

Т.Я. ЕРМОЛАЕВА, зав. лабораторией

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока, ул. Тулайкова, 7, Саратов, 410010, Российская Федерация

Резюме. Проведены исследования с целью изучения различий между 13 сортами озимой ржи по показателям реологических свойств водных суспензий шрота и количественной выраженности «эффекта улучшения» (Е) смесей на их основе с массовой долей улучшающего и улучшаемого компонента соответственно 10:90% и 50:50%. Анализировали показатели следующих индексов: BC_n (начальная вязкость суспензии), BC_0 (вязкость суспензии по достижении заданной температуры $42^{\circ}C$), BC_{10} , BC_{30} (вязкость суспензии через 10 и 30 мин. эксперимента), $\bar{V}_n, \bar{V}_{10}, \bar{V}_{30}, \bar{V}_{10+}, \bar{V}_{30+}$ (средние скорости изменения вязкости на начальном этапе, за 10, 30, 17 и 37 мин. эксперимента). Эффект улучшения определяли по формуле $E = 100(P_1 - P_2)/P_2$, где P_1 – показатель качества смеси, P_2 – показатель качества улучшаемого компонента (сорт озимой ржи Саратовская 6). Коэффициент межсортовой вариации составил 27–84%. Значимые различия смесей по сортам при массовой доле Саратовской 6 в смеси 90% наблюдали по показателю BC_0 ($F=3,7^*$; $HCP=15,0$), при соотношении компонентов 50:50 – по трем показателям: BC_{30} ($F=3,3^*$; $HCP=62,4$), \bar{V}_{30} ($F=3,4^*$; $HCP=0,8$), \bar{V}_{30+} ($F=3,4^*$; $HCP=1,4$). К лучшим по смеси способности, оцениваемой по эффективности улучшения (по BC_n), при обоих изучаемых соотношениях, можно отнести Саратовскую 1. По показателям BC_0 , BC_{10} , BC_{30} при соотношении компонентов 10:90 хорошо проявили себя Саратовская 1, Саратовская крупнозерная, Памяти Бамбышева, УПР, Короткостебельная 3, Волжанка. Лучшими по кинетическим характеристикам были Саратовская 4, Белозерная, Елисеевская. При соотношении компонентов 1:1 по BC_n лучшие результаты продемонстрировали Саратовская 1, Саратовская 4, Елисеевская. Показана принципиальная возможность оценки смеси способности по индексам вискограммы, характеризующим некрахмальные полисахариды. Обоснован новый подход к определению смеси способности «улучшителей» Саратовской 6 сорт Саратовская 1, Белозерная, Волжанка при соотношении компонентов 10:90% и Елисеевская, Саратовская 1 и Памяти Бамбышева при соотношении компонентов 50:50%.

Ключевые слова: озимая рожь, вискограф, водная суспензия, качество зерна, селекция.

Для цитирования: Новый методический подход к оценке смеси способности зерна озимой ржи / Т.Б. Кулеватова, А.И. Прянишников, Л.Н. Злобина, Т.Я. Ермолаева // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 36–38.

В последние годы по Российской Федерации наблюдается тенденция сокращения посевных площадей озимой ржи. Происходящее при этом некоторое увеличение урожайности культуры не позволяет компенсировать негативное воздействие такого процесса на валовой сбор ее зерна, который, начиная с 1991 г., сокращается на 342,2 тыс. т в год [1]. Для наращивания производства продукции культуры в регионах страны активно ведутся исследования по оптимизации технологии ее возделывания [2, 3] и селекции [4, 5].

Многоплановость использования требует развития различных направлений селекции ржи. Для создания специализированных сортов необходима оценка селекционного материала, как по углеводно-амилазному, так и по белково-протеиназному комплексам [6]. Поиск и освоение

новых методических подходов к оценке качества зерна ржи сегодня очень актуален. Ранее мы начали изучение показателей набухания некрахмальных полисахаридов в системе шрот озимой ржи – вода, в результате чего удалось получить данные, характеризующие высокую сортовую вариацию этих признаков [7, 8]. Кроме того, была изучена и объяснена, в основном, сопряженность индексов вискографа с различными показателями качества зерна [9].

Известно, что под смеси способностью понимают возможность улучшать качество смесей с менее ценными генотипами [10].

Цель исследований – доказать возможность использования новых (нетрадиционных) показателей качества зерна для оценки смеси способности озимой ржи на основе рассчитанного «эффекта улучшения».

Условия, материалы и методы. В качестве экспериментального материала использовали зерно 13 сортов озимой ржи урожая 2010 г., выращенное в питомнике конкурсного сортоиспытания НИИСХ Юго-Востока. В качестве «улучшаемого» компонента выбран сорт озимой ржи Саратовская 6, поскольку он отличается невысокими по абсолютным величинам показателями реологических свойств суспензий, по сравнению с другими сортами саратовской селекции. В качестве «улучшителей» выступали Саратовская 1, Саратовская крупнозерная, Саратовская 4, Памяти Бамбышева, Белозерная, УПР, С-10, Короткостебельная 3, РЖ, Белозерная желтозерная, Елисеевская, Волжанка, которые значимо отличались от «улучшаемого» по индексам, характеризующим реограммы. Смесей на их основе составляли с массовой долей улучшающего и улучшаемого компонента соответственно 10:90% и 50:50%.

Метеорологические условия 2010 г. можно охарактеризовать как экстремально теплые. В мае количество осадков составило 33,8 мм (79,0% от нормы); в июне – 18,6 мм (41,0); в июле – 19,9 мм (39,0); в августе – 0,3 мм (1,0). Что касается температуры воздуха, то фактическая температура в мае была выше многолетней нормы 2,9°C; в июне – на 4,8°C; в июле – на 6,2°C; в августе – на 6,6°C. Особенности вегетационного периода позволили получить зерно озимой ржи с ярко выраженными генотипическими различиями, что дало возможность провести корректные исследования.

Реологические свойства оценивали на ротационном вискографе фирмы «Grabender». Изучали следующие показатели: начальная вязкость суспензии (BC_n), вязкость суспензии по достижении заданной температуры $42^{\circ}C$ (BC_0), вязкость суспензии через 10 и 30 мин. эксперимента (BC_{10} , BC_{30}). Рассчитывали средние скорости изменения вязкости на начальном этапе, за 10, 30, 17 и 37 мин. эксперимента ($\bar{V}_n, \bar{V}_{10}, \bar{V}_{30}, \bar{V}_{10+}, \bar{V}_{30+}$). Эффект улучшения определяли по формуле: $E = 100(P_1 - P_2)/P_2$, где P_1 – показатель качества смеси, P_2 – показатель качества улучшаемого компонента [10].

Данные были подвергнуты обработке методом однофакторного дисперсионного анализа с использованием пакета программ «Agros». Различия между вариантами оценивали по HCP_{05} (при достоверности F-критерия).

Результаты и обсуждения. Ранее было установлено, что показатели вискографа тесно связаны с хлебопекарными индексами [8]. Это значительно облегчает оценку селекционного материала. Необходимо отметить, что коэффициенты межсортовой вариации по индексам вискограммы в 2010 г. составили – 27–84%. По всем, без исключения,

Таблица 1. Показатели реологических свойств водных суспензий на основе шрота озимой ржи

Сорт	BC _н	BC _о	BC ₁₀	BC ₃₀	$\bar{V}_н$	\bar{V}_{10}	\bar{V}_{10+}	\bar{V}_{30}	\bar{V}_{30+}
Елисеевская	213	277	383	440	9,1	10,7	10,0	5,4	6,1
Саратовская 1	153	193	293	353	5,7	10,0	8,2	5,3	5,4
Волжанка	227	280	383	480	7,6	10,3	9,2	6,7	6,8
Саратовская крупнозерная	133	187	353	287	7,6	6,7	7,1	3,4	4,2
Саратовская 4	173	180	237	267	1,9	5,7	3,7	2,9	2,5
Саратовская 5	113	110	130	147	0,5	2,0	1,0	1,2	0,9
Саратовская 6	130	108	120	130	3,1	1,2	1,4	0,7	0,7
Марусенька	127	113	127	143	1,9	1,3	0,4	1,0	0,4
Памяти Бамбышева	150	173	250	293	3,3	7,7	5,9	4,0	3,9
Белозерная (ККГ)	153	157	210	237	3,3	5,3	3,3	2,7	2,3
УПР	180	190	263	307	2,4	7,3	4,9	3,9	3,4
Саратовская 7	110	100	120	137	3,4	2,0	1,0	1,2	0,7
С-10	120	113	153	183	0,9	4,0	2,0	2,3	1,7
Короткостебельная 3	157	123	150	170	4,7	2,7	2,0	1,6	1,1
РЖ	203	230	283	303	3,8	5,3	4,7	2,4	2,7
Белозерная белоколосая	120	100	123	137	2,8	2,3	1,0	1,2	0,6
Белозерная желтозерная	163	190	247	293	3,8	5,7	4,9	3,5	3,5
F	6,5*	21,7*	37,6*	41,8*	2,9*	34,8*	25,1*	23,0*	33,5*
HCP	40	36	41	47	4	2	2	1	1
CV (%)	27	37	42	44	84	62	79	62	76

* – значимо на 5%-ном уровне. HCP – наименьшая существенная разница, CV (%) – коэффициент межсортовой вариации, F – критерий Фишера.

показателям сортовые различия были достоверны (табл. 1). Исходя из этого, мы приняли решение о возможности использования таких реограмм для оценки.

В наших исследованиях среди сортов «улучшителей» по характеристикам BC_н, BC_о, BC₁₀ выделились сорта Елисеевская, Волжанка, Саратовская крупнозерная, РЖ (см. табл. 1). По расчетным (кинетическим) индексам, характеризующим скорости нарастания вязкости ($\bar{V}_н, \bar{V}_{10}, \bar{V}_{10+}, \bar{V}_{30}$) отличались Елисеевская, Саратовская 1, Волжанка, Памяти Бамбышева.

Таблица 2. Показатели реологических свойств смесей сортов озимой ржи с Саратовской 6

Сорт	BC _н	BC _о	BC ₁₀	BC ₃₀	$\bar{V}_н$	\bar{V}_{10}	\bar{V}_{10+}	\bar{V}_{30}	\bar{V}_{30+}
соотношение компонентов 10 и 90%									
Саратовская 1	140	125	145	155	2,2	2,0	0,3	1,0	0,4
Саратовская крупнозерная	115	115	130	145	1,4	1,5	0,9	1,0	0,9
Саратовская 4	105	100	125	140	0,7	2,5	1,2	1,3	1,0
Памяти Бамбышева	100	110	130	145	2,9	2,0	1,8	1,2	1,2
Белозерная (ККГ)	105	95	120	155	4,3	2,5	1,5	2,0	1,4
УПР	120	115	130	150	0,7	1,5	0,6	1,2	0,8
С-10	100	100	120	135	1,4	2,0	1,2	1,2	1,0
Короткостебельная 3	120	120	130	150	1,4	1,0	0,6	1,0	0,8
РЖ	105	105	120	135	1,4	1,5	0,9	1,0	0,9
Белозерная желтозерная	95	100	130	145	0,7	3,0	2,1	1,5	1,4
Елисеевская	100	105	135	155	0,7	3,0	2,1	1,7	1,5
Волжанка	110	115	135	155	0,7	2,0	1,5	1,3	1,3
F	2,8	3,7*	1,5	1,2	1,9	1,9	1,3	2,1	1,1
HCP	23,4	15,0	18,6	21,5	2,5	1,4	1,6	0,7	1,0
CV (%)	16,3	9,5	7,2	6,8	86,8	36,8	76,3	29,1	50,8
соотношение компонентов 50 и 50%									
Саратовская 1	145	155	195	215	2,9	4,0	3,0	2,0	1,9
Саратовская крупнозерная	115	115	150	165	1,4	3,5	2,1	1,7	1,4
Саратовская 4	145	130	150	170	2,2	2,0	0,9	1,3	0,7
Памяти Бамбышева	95	125	160	185	4,3	3,5	3,9	2,0	2,4
Белозерная (ККГ)	115	100	130	150	3,4	3,0	1,5	1,7	1,0
УПР	120	135	165	180	2,2	3,0	2,7	1,5	1,7
С-10	100	90	115	135	1,5	2,5	0,9	1,5	1,0
Короткостебельная 3	100	110	125	145	1,5	1,5	1,5	1,2	1,2
РЖ	120	125	150	165	0,7	2,5	1,8	1,4	1,3
Белозерная желтозерная	125	135	165	190	1,4	3,0	2,4	1,8	1,8
Елисеевская	135	180	235	270	6,4	5,5	5,9	3,0	3,7
Волжанка	120	135	170	200	2,2	3,5	3,0	2,2	2,2
F	1,8	2,1	2,3	3,3*	0,7	2,2	2,1	3,4*	3,4*
HCP	37,8	51,6	65,5	62,4	6,1	2,1	3,0	0,8	1,4
CV (%)	21,3	22,7	24,2	23,0	99,0	39,3	69,7	32,1	55,4

* – значимо на 5%-ном уровне. HCP – наименьшая существенная разница, CV (%) – коэффициент межсортовой вариации, F – критерий Фишера.

По результатам однофакторного дисперсионного анализа показателей смесей сортов озимой ржи значимые различия при массовой доле Саратовской 6 в смеси на уровне 90% наблюдали только по одному показателю – вязкость суспензии по достижении заданной температуры 42°C (BC_о), которая измеряется на начальном этапе исследований (табл. 2). Это имеет большое значение, так как оптимизация тестирования качества зерна (важный аспект селекционной практики) предполагает сокращение, как количества анализируемого материала, так и времени эксперимента.

При соотношении компонентов 1:1 (50:50%) достоверные различия наблюдали уже по трем параметрам – BC₃₀, \bar{V}_{30} , \bar{V}_{30+} . При этом последние два расчетных индекса, с учетом их информативности в предыдущих исследованиях [8] можно отождествить. Таким образом, для оценки смесительной способности селекционного материала целесообразно рекомендовать три показателя – BC_о, BC₃₀, \bar{V}_{30} .

Клучшим по смесительной способности, оцениваемой по эффективности улучшения (E), по показателю – начальная вязкость суспензии (BC_н) при обоих изучаемых соотношениях можно отнести Саратовскую 1 (табл. 3). По показателям BC_о, BC₁₀, BC₃₀ при соотношении компонентов 10 к 90% хорошо проявили себя Саратовская 1, Саратовская крупнозерная, Памяти Бамбышева, УПР, Короткостебельная 3, Волжанка. Лучшими по кинетическим характеристикам были Саратовская 4, Белозерная, Белозерная желтозерная, Елисеевская. При соотношении компонентов 1 к 1 по показателю BC_н проявили себя Саратовская 1, Саратовская 4, Елисеевская. Самый высокий эффект улучшения (185,7%) по абсолютному значению наблюдали при смешивании Саратовской 6 с Белозерной (ККГ) при соотношении компонентов 10 к 90% по средним скоростям нарастания вязкости. В варианте с соотношением 50 к 50% наилучшим образом проявили себя в качестве улучшителей такие сорта, как Елисеевская (по кинетическим характеристикам эффект улучшения превысил 300%) и Саратовская 1 (E= 171,4-233,3%).

Выводы. Предлагаемый подход к определению смесительной способно-

Таблица 3. Эффективность улучшения по показателям реограммы в смесях при различном соотношении компонентов, %

Сорт	BC _н	BC _о	BC ₁₀	BC ₃₀	\bar{V}_{10}	\bar{V}_{30}	\bar{V}_{30+}
соотношение компонентов 10 к 90%							
Саратовская 1	7,7	15,7	20,8	19,2	66,7	42,9	-
Саратовская крупнозерная	-	6,5	8,3	8,3	42,9	42,9	28,6
Саратовская 4	-	-	4,2	4,2	85,7	85,7	42,9
Памяти Бамбышева	-	1,9	8,3	11,5	71,4	71,4	71,4
Белозерная (ККГ)	-	-	0,0	19,2	185,7	185,7	100,0
УПР	-	6,5	8,3	15,4	71,4	71,4	14,3
С-10	-	-	0,0	3,8	71,4	71,4	42,9
Короткостебельная 3	-	11,1	8,3	15,4	42,9	42,9	14,3
РЖ	-	-	0,0	3,8	42,9	42,9	28,6
Белозерная желтозерная	-	-	8,3	11,5	114,3	114,3	100,0
Елисеевская	-	-	12,5	12,5	150,0	142,9	114,3
Волжанка	-	6,5	12,5	19,2	7,1	85,7	85,7
соотношение компонентов 50 к 50%							
Саратовская 1	11,5	43,5	62,5	65,4	233,3	185,7	171,4
Саратовская крупнозерная	-	6,5	25,0	26,9	191,7	142,9	100,0
Саратовская 4	11,5	20,4	25,0	30,8	66,7	85,7	0,0
Памяти Бамбышева	-	15,7	33,3	42,3	191,7	185,7	242,9
Белозерная (ККГ)	-	-	8,3	15,4	150,0	142,9	42,9
УПР	-	25,0	37,5	38,5	150,0	114,3	142,9
С-10	-	-	-	3,8	108,3	114,3	42,9
Короткостебельная 3	-	1,9	4,2	11,5	25,0	71,4	71,4
РЖ	-	15,7	25,0	26,9	108,3	100,0	85,7
Белозерная желтозерная	-	25,0	37,5	46,2	150,0	157,1	157,1
Елисеевская	3,8	66,7	95,8	107,7	358,3	328,6	428,6
Волжанка	-	25,0	41,7	53,8	191,7	214,3	214,3

сти косвенным методом весьма перспективен, так как наблюдается очень высокая сортовая вариация нетрадиционных показателей качества зерна озимой ржи. Эффект улучшения (E) выявляется уже в самом начале определения набухания некрахмальных полисахаридов при смешивании компонентов даже при минимальном (10%) добавлении «улучшителя». Наблюдаемый «эффект улучшения» сортоспецифичен. Наиболее перспективен для использования в качестве «улучшителей» Саратовской 6 такие сорта как Саратовская 1, Белозерная, Волжанка (при соотношении компонентов 10 к 90%) и Елисеевская, Саратовская 1 и Памяти Бамбышева (при соотношении компонентов 50 к 50%).

Литература.

1. Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., Тагиров М.Ш.. Динамика факторов производства и использования зерна ржи в Российской Федерации и Республике Татарстан // *Земледелие*. 2014. №8. С. 6–9.
2. Чайкин В.В., Пшеничная И.А., Тороп А.А. Полегание озимой ржи и хлебопекарные качества // *Земледелие*. 2013. № 5. С. 27–28.
3. Таланов И.П., Хусаинов Р.Р. Формирование урожая и качества зерна озимой ржи в зависимости от приемов основной обработки и фонов питания в условиях серой лесной почвы Республики Татарстан // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2013. Т. 8. № 1 (27). С. 125–128.
4. Ермолаева Т.Я. Селекция озимой ржи на качество зерна в Поволжье: Дисс. ученой степени канд. с.-х. наук. Саратов, 2001. С. 150.
5. Константинова О.Б., Кондратенко Е.П. Оценка урожайности и стабильности новых сортов озимой ржи в условиях лесостепной зоны Кемеровской области // *Достижения науки и техники АПК*. 2015. Т. 29. № 3. С. 7–9.
6. Великанова Н.М. Углеводно-амилазный комплекс озимой ржи и тритикале, селекционная значимость его критериев: Дисс. ... канд. биол. наук. Саратов, 2006. 115 с.
7. Бебякин В.М., Кулеватова Т.Б. Количественная выраженность показателей вискографической оценки озимой ржи в зависимости от сорта и условий среды // *Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства*, 2009. Ч. 1. С. 104–107.
8. Методические аспекты тестирования озимой ржи на качество по реологическим свойствам водных суспензий шрота / В.М. Бебякин, Т.Б. Кулеватова, Л.В. Андреева, С.В. Осипова // *Достижения науки и техники АПК*. 2010. №5. С. 27–28.
9. Бебякин В.М., Кулеватова Т.Б., Осипова С.В. Разграничивающая способность показателей вискографа и их согласованность с характеристиками качества зерна // *Аграрный вестник Юго-Востока*. 2009. №3. С. 28–30.
10. Осипова С.В. Смесительная ценность сортов озимой ржи и методические подходы к ее оценке: Автореферат дис.... канд.с.-х. наук. Саратов, 2008. 23с.

NEW METHODOLOGICAL APPROACH TO EVALUATION OF THE MIXING ABILITY OF WINTER RYE GRAIN

T.B. Kulevatova, A.I. Pryanishnikov, L.N. Zlobina, T. Y. Yermolaeva

Agricultural Research Institute of South-East Region, ul. Tulaykova, 7, Saratov, 410010, Russian Federation

Summary. We carried out the investigations to study the differences between 13 varieties of winter wheat upon indications of rheological properties of water suspensions of solvent cake. We also studied the quantitative intensity of the “effect of improvement” (E) of mixtures on their bases with weight fraction of improving and improved components (10:90) % and (50:50) %, respectively. We analyzed the values of the following indices: BC_i (the initial viscosity of the suspension), BC₀ (the viscosity of the suspension at the reaching of the desired temperature 42 degrees), BC₁₀, BC₃₀ (the viscosity of the suspension in 10 and 30 minutes of the test), V_i, V₁₀, V₃₀, V₁₀₊, V₃₀₊ (the average rates of change in the viscosity at the initial stage, in 10, 30, 17 and 37 minutes of the test). The effect of the improvement was determined by the formula $E = 100 * (P1 - P2) / P2$, where P₁ is the quality factor of the mixture, P₂ is the quality factor of the improving component (the variety of winter rye *Saratovskaya 6*). The coefficient of the intervarietal variation was 27–84%. The significant differences of mixtures in varieties at the mass fraction of *Saratovskaya 6* in mixture of 90% were observed for the index BC₀ (F = 3.7*, LSD = 15.0). With the ratio of components 50:50 the differences were observed for three indices: BC₃₀ (F = 3.3*, LSD = 62.4), V₃₀ (F = 3.4*, LSD = 0.8), V₃₀₊ (F = 3.4*, LSD = 1.4). *Saratovskaya 1* variety can be attributed to the best varieties according to their mixture ability, established by the efficacy of improvement (BC_i), for both studied ratios. By indexes BC₀, BC₁₀, BC₃₀, with the ratio of components 10:90 varieties *Saratovskaya 1*, *Saratovskaya Krupnozernaya*, *Pamyati Bambysheva*, *UPR*, *Korotkostebel'naya 3*, *Volzhanka* showed good results. *Saratovskaya 4*, *Belozernaya*, *Eliseevskaya* were the best by kinetic properties. With the ratio of components 1:1 by the index BC_i *Saratovskaya 1*, *Saratovskays 4*, *Eliseevskaya* showed good results. It was demonstrated the principled possibility assessment of mixing ability by indices of a viscogram, characterized non-starch polysaccharides. The new approach for definition of the mixing ability of improvers of *Saratovskaya 6*: *Saratovskaya 1*, *Belozernaya*, *Volzhanka* (with the ratio of the components 10% to 90%) and *Eliseevskaya*, *Saratovskaya 1* and *Pamyati Bambysheva* (with the ratio of the components 50% to 50%) was proved.

Keywords: winter rye, viscograph, water suspension, grain quality, breeding.

Author Details: T.B. Kulevatova, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow (e-mail: Rogozhkina2008@yandex.ru); A.I. Pryanishnikov, D. Sc. (Agr.), director; L.N. Zlobina, Cand. Sc. (Agr.), research fellow; T.Y. Yermolaeva, head of laboratory.

For citation: Kulevatova T.B., Pryanishnikov A.I., Zlobina L.N., Yermolaeva T. Y. New Methodical Approach to Evaluation of the Mixing Ability of Winter Rye Grain. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No. 11. Pp. 36–38 (In Russ).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОПУРКИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НАТУРЫ ЗЕРНА ОТДЕЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ

Н.И. СТЕПОЧКИНА, научный сотрудник

П.И. СТЕПОЧКИН, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: petstep@ngs.ru)

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции, ул. С-100, 21, Краснообск, Новосибирская обл., 630501, а/я 375, Российская Федерация

Резюме. Представлены результаты оценки натурности зерна (масса зерна в стандартном объеме) растений пшеницы и тритикале с помощью маленького цилиндрического резервуара (микропурки) с целью использования этого метода в селекционной практике. В наши задачи входило определение корреляции данных при оценке натурности зерна мягкой пшеницы с помощью выбранной микропурки и стандартной 0,25 литровой пурки. Исследования выполнены в 2015 г. на 10 селекционных линиях мягкой пшеницы гибридного происхождения (F_2-F_9) Сибирского института растениеводства и селекции. Влажность зерна доводили до 13%. Натурность зерна каждого селекционного образца пшеницы из питомников определяли стандартным методом согласно ГОСТ, затем их засыпали в микропурку диаметром 1,8 см, высотой 1,125 см, объемом 2,86 см³, плотно прижимали пластмассовой пластиной и ею же ровняли набранные семена на уровне краёв. Взвешивание осуществляли на весах ЛК-600. Процедуру для каждого образца повторяли 5 раз. При обоих способах определения ранжирование линий пшеницы почти совпало. Коэффициент корреляции между средними данными натурности зерна от взвешиваний в микропурке и обычной пурке составил 0,98. Максимальная ошибка взвешивания, равная 2,3%, дает возможность использовать микропурку для определения натурности зерна пшеницы на ранних этапах селекции.

Ключевые слова: пурка, натура зерна, мягкая пшеница, тритикале

Для цитирования: Стёпочкина Н.И., Стёпочкин П.И. Использование микропурки при определении натурности зерна отдельных растений тритикале и пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 39-40.

В СибНИИРС ведутся работы по формированию коллекций и созданию исходного материала для селекции пшеницы. Натурная масса зерна – один из важных показателей качества зерна злаковых растений. Натурой (натурной массой или насыпной плотностью) называют массу определенного объема зерна (по российским стандартам – это 1 л), выраженную в граммах или килограммах [1]. При определении в чистых от примесей и стандартных по влажности образцах она тесно связана с выполненностью и плотностью зерна, а также его крупностью и формой.

Выполненность – показатель пищевой ценности и технологических свойств зерна, поскольку в выполненном

зерне выше содержание эндосперма и, соответственно, больше выход муки. О выполненности можно судить по плотности зерна (отношение массы к объему), которая зависит в основном от химического состава и анатомического строения. В состав зерна входят вещества, имеющие разную плотность (крахмал – 1,48-1,61 г/см³; белок – 1,24-1,31 г/см³; сахара – 1,46 г/см³; жир – 0,90-0,98 г/см³), поэтому, чем больше эндосперма, тем больше в нем составных веществ с наибольшей плотностью (углеводов и белков). На плотность зерна также влияет консистенция эндосперма, у стекловидного она больше, чем у мучнистого. В среднем для пшеницы величина этого показателя равна 1,49 г/см³.

Поскольку методы определения плотности относительно сложны и трудоемки, в селекционной практике их применяют редко, но определяют натурную массу. Для этого используют пурки вместимостью 1 л, а при малом количестве материала – 0,5 и 0,25 л. В Сибирском НИИ сельского хозяйства создана многокамерная микропурка для определения натурности зерна при навесках от 1,3 до 15 г при сопряженности с данными 0,25 литровой пурки на уровне 0,84-0,97 [2].

Однако для оценки натурности зерна единичных растений из гибридных комбинаций или элитных растений в ранних селекционных питомниках необходимы микропурки с гораздо меньшим объемом (0,785-3,0 г/см³), вмещающие зёрна с нескольких колосьев растения, иногда даже с одного.

Цель исследований – определить сопряженности данных по оценке натурности зерна мягкой пшеницы с помощью микропурки и стандартной 0,25 литровой пурки.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в 2015 г. на 10 селекционных линиях яровой мягкой пшеницы гибридного происхождения (F_2-F_9) в Сибирском институте растениеводства и селекции урожая 2012 г. Влажность зерна предварительно доводили до 13%.

Натурность зерна каждого селекционного образца пшеницы из питомников определяли стандартным методом с помощью 0,25 литровой пурки, согласно ГОСТ [3]. Затем их засыпали в микропурку диаметром 1,8 см, высотой 1,125 см, объемом 2,86 см³, плотно прижимали пластмассовой пластиной и ею же ровняли набранные семена на уровне краёв наполненной микропурки. Взвешивали на весах ВК-600, откалиброванные с пустой микропуркой. Наполнение микропурки семенами и взвешивание одного и того же образца проводили 5

Таблица. Масса зерна селекционных образцов мягкой яровой пшеницы в микропурке и стандартной пурке, урожай 2012 г.

Наименование линии по повторностям	Масса зерна в микропурке, г						Масса зёрен в микропурке, г/л	Масса зёрен в пурке, г/л
	1	2	3	4	5	средняя		
Сибирская 17 × Изумрудная	2,00	2,02	2,04	1,98	2,07	2,02*** ± 0,03	706,6	712
Сибирская 99 × Омская 28	2,09	2,05	2,08	2,13	2,11	2,09** ± 0,03	731,0	734
Изумрудная × Сибирская 14	2,10	2,15	2,04	2,13	2,12	2,10** ± 0,04	736,6	738
Целинная Юбилейная × Сибирская 17/1	2,11	2,18	2,16	2,12	2,11	2,14* ± 0,03	746,4	740
Сибирская 12 × Сибирская 17	2,10	2,17	2,10	2,11	2,22	2,14* ± 0,05	747,8	746
Nandu × Сибирская 12/26	2,16	2,16	2,14	2,07	2,22	2,15* ± 0,05	751,3	750
Целинная Юбилейная × Сибирская 17/2	2,19	2,14	2,14	2,17	2,17	2,16* ± 0,02	755,5	752
Сибирская 17 × (Сибирская 60 × Удача)	2,14	2,16	2,19	2,16	2,13	2,16* ± 0,02	753,4	756
Nandu × Сибирская 12/30	2,13	2,16	2,18	2,14	2,21	2,16* ± 0,03	756,2	760
Сибирская 17 × Сибирская 12	2,26	2,22	2,19	2,23	2,23	2,23*** ± 0,02	777,8	774
Среднее по выборке						2,13	746,3	746

Примечание: * – достоверное отличие при $p < 0,05$ от минимальной средней, ** – достоверное отличие при $p < 0,05$ от максимальной средней; *** – достоверное отличие при $p < 0,01$

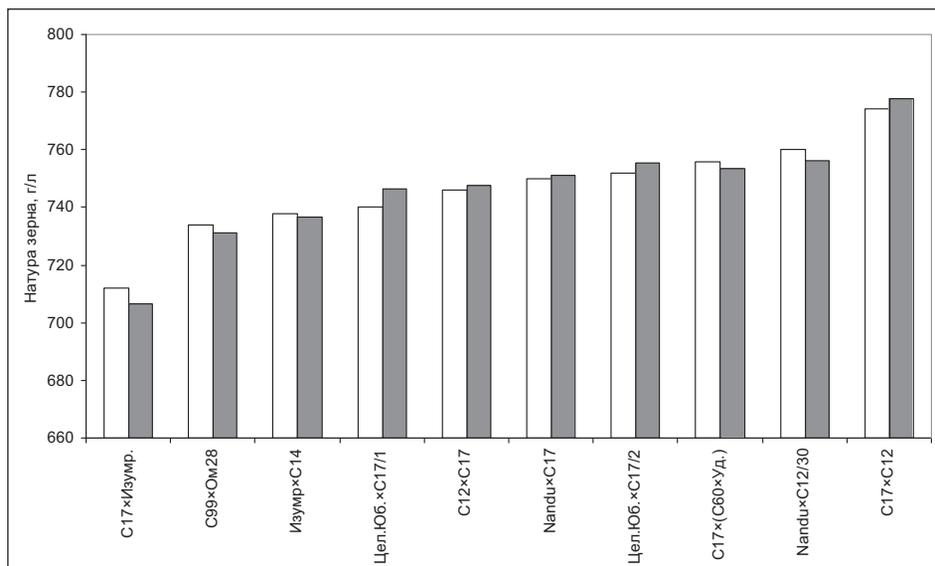


Рисунок. Диаграмма соответствия массы зерна в макропурке и в микропурке, г/л: □ – макропурка; ■ – микропурка.

раз. Среднюю массу вычисляли по пяти повторениям взвешивания каждого образца.

С помощью компьютерной программы Microsoft Excel высчитывали среднее арифметическое значение, ошибку пятикратных взвешиваний, коэффициент корреляции между средними данными селекционных образцов от взвешиваний в микропурке и взвешиваний в стандартной пурке.

Результаты и обсуждение. Ошибки средних значений при пятикратном взвешивании в микропурке 10 селекционных образцов яровой мягкой пшеницы урожая 2012 г. из питомника конкурсного испытания составили 0,02-0,05 г (см. табл.). По отношению к средним значениям взвешивания ошибка варьировала от 0,9 до 2,3%. При обоих способах определения ранжирование линий пшеницы почти совпало. Среди изученных образцов наибольшей натурой зерна характеризовалась линия Сибирская 17 × Сибирская 12, наименьшей – Сибирская 17 × Изумрудная.

Самое большое расхождение между показателем массы зерна в стандартной пурке и в микропурке (в пере-

ски соответствие данных, полученных с помощью микропурки и 0,25 литровой пурки, умножим среднюю массу зерна в микропурке для каждого образца на коэффициент перевода, равный 350 (средняя масса зерна в пурке, поделённая на среднюю массу зерна в микропурке). Отображение полученных результатов на диаграмме (см. рисунок) наглядно свидетельствует о близком расположении этих величин.

По отношению к приведённой массе зерна (г/л) наибольшая ошибка взвешивания (при $P_{0,05} = 0,05$ г), равная 2,3% у линии Сибирская 12 × Сибирская 17 составит 17,2 г.

Выводы. Коэффициент корреляции между средней массой зёрен пшеницы в стандартной пурке и в микропурке (при взвешивании не менее 5 раз) равен 0,98, что позволяет использовать последнюю на ранних этапах селекции пшеницы и тритикале. Это открывает возможности для отбора элитных растений с выполненным зерном в гетерогенных гибридных популяциях пшеницы и пшенично-ржаных амфиплоидов.

Литература.

1. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки» 2007-2016. Натура – важный показатель качества зерна URL: <http://www.fczerna.ru/News.aspx?id=1613> (дата обращения 10.11.2015).
2. Колмаков Ю.В. Качество зерна пшеницы и пути его улучшения: Дис. ... д-ра с.-х. наук: Омск, 2004. 360 с.
3. Зерно. Метод определения натурной массы. Государственный стандарт Союза ССР. ГОСТ 10840-64. Зерновые, бобовые и масличные культуры. М.: Изд-во стандартов, 1980, с. 258–260.

USE OF MICROCHONDROMETER FOR DETERMINATION OF GRAIN NATURE OF SINGLE PLANTS OF TRITICALE AND WHEAT

N. I. Stepochkina, P. I. Stepochkin

Siberian Research Institute of Plant Growing and Breeding, ul. S-100, 21, Krasnoobsk, Novosibirskaya obl., 630501, a/ya 375, Russian Federation

Summary. The results of evaluation of the grain nature (grain weight in the standard volume) of wheat and triticale plants using a small cylindrical container (microchondrometer) in order to use this method in the breeding practice are presented. Our tasks were to define the data correlation on the assessment of the grain nature of soft wheat with the chosen microchondrometer and the standard 0.25 liter chondrometer and to carry out the comparative assessment of grain nature of spring triticale plants. The investigations were carried out in 2015 on 10 breeding lines of soft wheat of hybrid origin (F7-F9) and the VIR triticale collection from the 2013 nursery of the Siberian Institute of Plant Growing and Breeding. The moisture content of the grain was reduced to 13%. The grain nature of triticale was determined by microchondrometer only. This parameter of every wheat samples was determined by the standard method according to GOST. Then wheat grains were put in the microchondrometer (the diameter is 1.8 cm, the height is 1.125 cm, the volume is 2.86 cm³), tightly pressed with a plastic plate and leveled the seeds at the level of the edges. It was weighed on the scales LK-600. The procedure was repeated five times for every sample. Both methods showed almost the same ranking of the wheat lines. The correlation coefficient between the average data of grain nature from microchondrometer and from standard chondrometer was 0.98. The maximum error of weighting, equal to 2.3%, allows using the microchondrometer for the estimation of grain nature of wheat and triticale at the early stages of breeding.

Keywords: chondrometer, grain nature, soft wheat, triticale.

Author Details: N. I. Stepochkina, research fellow; P. I. Stepochkin, D. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: petstep@ngs.ru).

For citation: Stepochkina N. I., Stepochkin P. I. Use of Microchondrometer for Determination of Grain Nature of Single Plants of Triticale and Wheat. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No. 11. Pp. 39-40 (In Russ).

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Н.З. ВАСИЛОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: tatniva@mail.ru)

Д.Ф. АСХАДУЛЛИН, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Д.Ф. АСХАДУЛЛИН, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Э.З. БАГАВИЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

М.Р. ТАЗУТДИНОВА, научный сотрудник

И.И. ХУСАИНОВА, младший научный сотрудник

Г.Р. НАСИХОВА, младший научный сотрудник

Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Оренбургский тракт, 48, Казань, 420059, Российская Федерация.

Резюме. Проведено многолетнее испытание (2001-2015 гг.) семи сортов яровой мягкой пшеницы, районированных в Республике Татарстан в разные годы. Целью исследований было определение влияния ГТК в период май – июнь на реализацию потенциала и особенности формирования продуктивности яровой мягкой пшеницы в Татарстане. Установлена значительная дифференциация коэффициента вариации урожайности. У сорта МиС при сборе зерна от 1,3 до 4,6 т/га она достигает 32%, схожая тенденция прослеживается и по другим образцам. Средняя урожайность испытываемого материала составляет лишь 65-77% от максимального в опыте, а минимального к максимальному – 28-44%. Во многом эти колебания объясняются погодными флуктуациями, так как режимы питания растений и агротехнические условия при испытании сортов были достаточно стабильны в виду применения устоявшихся традиционных технологий. Большую роль в формировании урожая в условиях Татарстана, играет водно-температурный режим в период май – июнь, на который выпадает прохождение фаз кущение – начало колошения, коэффициент корреляции составляет $0,69 \pm 0,08$. Если рассматривать эту зависимость для конкретного сорта, то она варьировала от средней ($r=0,57$) у сорта Памяти Азиева, до сильной ($r=0,76$) у сорта Тулайковская 10. Колебание урожайности у сорта яровой мягкой пшеницы Тулайковская 10 имело практически синхронный вид с изменением ГТК за период май – июнь, что может быть использовано при моделировании таких условий и прогнозировании урожайности. В производственных условиях сохранение влаги в почве в период май – июнь – должно стать одним из основных направлений повышения урожайности яровой мягкой пшеницы в Республике Татарстан.

Ключевые слова: яровая пшеница, гидротермический коэффициент, урожайность, сорт, количественные признаки.

Для цитирования: Влияние условий выращивания на формирование урожайности яровой мягкой пшеницы / Н.З. Василова, Д.Ф. Асхадуллин, Д.Ф. Асхадуллин, Э.З. Багавиева, М.Р. Тазутдинова, И.И. Хусаинова, Г.Р. Насихова // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С.

В зерновом балансе Республики Татарстан (РТ) приоритетное место занимает ценнейшая продовольственная культура – пшеница мягкая яровая, высококачественное зерно которой находит самое широкое применение. По данным Федеральной службы государственной статистики за период с 1995 г. по 2009 г. посевные площади яровой пшеницы в Республике Татарстан варьировали от 495,1 тыс. га (2000 г.) до 690,7 тыс. га (1998 г.). В 2013 г. эта культура занимала в регионе 11,5% пашни – 500 тыс. га, что составляет около 33% зернового клина [1]. В 2014 г. площадь ее посевов сохранилась практически на том же уровне – 495,5 тыс. га

Реализация потенциала урожайности яровой мягкой пшеницы, как в Республике Татарстан, так и во всем Поволжье, в производственных условиях, как правило, не превышает 50-60%, что зависит как от биологических особенностей сорта и факторов среды, регулируемых человеком (технологии), так и от почвенно-климатических особенностей региона [2, 3]. Основной фактор, лимитирующий урожайность в республике – низкая влагообеспеченность (особенно в критические периоды развития растений) [4, 5].

Цель исследований – выявить влияние ГТК в мае – июне на реализацию потенциала и особенности формирования продуктивности яровой мягкой пшеницы в Татарстане для создания сортов наименее чувствительных к изменению условий в этот период.

Условия, материалы и методы. Опыты закладывали в 2001-2015 гг. на полях селекционного севооборота Татарского НИИСХ, расположенного в Предкамской зоне РТ. Почва – серая-лесная, хорошо окультуренная, типичная для зоны, средне гумусированная, реакция почвенного раствора близкая к нейтральной, содержание подвижных форм фосфора – высокое, калия – повышенное (по Кирсанову в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26207-91). Объектом исследования служили 7 сортов

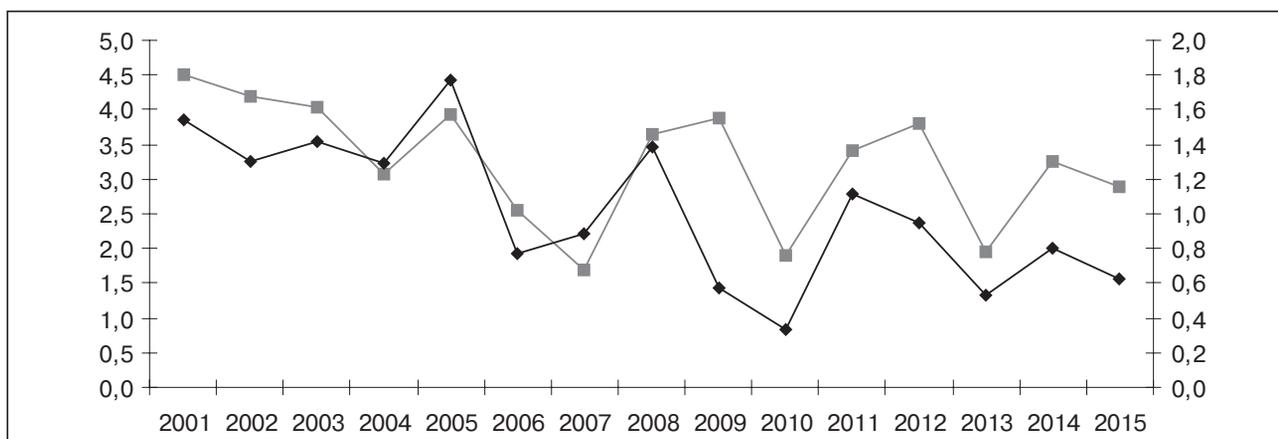


Рис. 1. Гидротермический коэффициент (ГТК) за период май – июнь и урожайность сортов яровой мягкой пшеницы: ■ – ГТК; ◆ – урожайность, т/га.

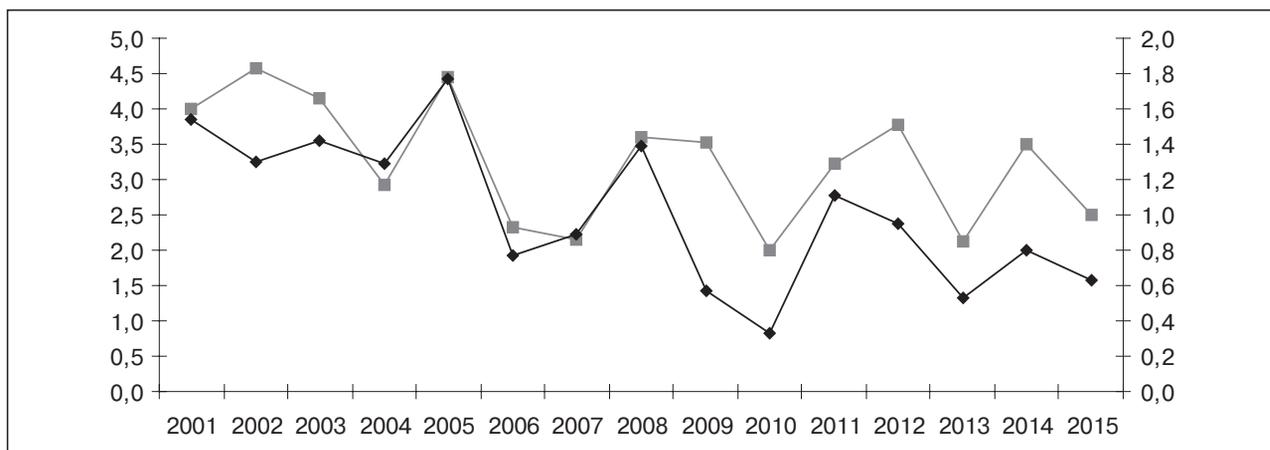


Рис. 2. Гидротермический коэффициент за период май – июнь и урожайность сорта яровой мягкой пшеницы Тулайковская 10: —■— — урожайность, т/га; —◆— — ГТК.

мягкой яровой пшеницы: Памяти Азиева, Амир, Омская 33, Казанская Юбилейная, Тулайковская 10, Люба, МиС, районированных в Татарстане в разные годы и различающихся по потенциалу продуктивности. Посев проводили селекционными сеялками в четырехкратной повторности, площадь делянки 20-25 м², размещение вариантов каждого повторения систематическое в шахматном порядке. До 2004 г. использовали данные метеостанции Казань-Опорная (14 км от опытных участков), а с 2004 г. – метеостанции ТатНИИСХ, находящейся в непосредственной близости к опытным участкам. Метеоусловия вегетационного периода в годы исследований отличались неустойчивостью. В первую пятилетку они были близки к среднемноголетней норме, что способствовало формированию высокой урожайности – в среднем 3,94 т/га. В следующие 5 лет наблюдали ухудшение режима влагообеспеченности и сильную вариацию сбора зерна испытываемых сортов по годам, при этом его средняя величина снижалась на 31% (2,73 т/га). Третья пятилетка отличалась умеренным увлажнением в начале мая и повышенной влагообеспеченностью в конце июня – начале июля, в отдельные годы в этот период осадков выпадало в 2 раза больше нормы, что привело к увеличению массы зерна, средняя урожайность за этот период составила 3,06 т/га.

Посев в основном осуществляли в первой декаде мая, только в 2007 и 2015 гг. его проводили во второй декаде мая, а в 2008 и 2010 гг. – в III декаде апреля. Норма высева 5,5 млн шт. всхожих семян/га. Основная и предпосевная обработка почвы традиционная для зоны. Статистическую обработку результатов исследований проводили по методическому руководству Б.А. Доспехова [6].

Результаты и обсуждение. Анализ показал, что большее влияние на уровень урожайности оказывает гидротермический режим в мае – июне, в это время у

пшеницы закладываются генеративные органы, проходят фазы всходы – колошение. Связь между этими показателями отсутствовала только в 2009 г., что мы объясняем оптимизацией водно-температурного режима в начале июля. Это привело к удлинению периода формирования вегетативной массы и, как следствие, к увеличению оттока пластических веществ к зерну. В результате масса 1000 зерен составила 40,8 г, при средней величине этого показателя – 35,4 г. Дальнейшее изучение взаимосвязи так же подтверждает ее наличие (рис. 1) с коэффициентом корреляции равным 0,69 ± 0,08. При этом корреляция урожайности с водно-термическими условиями июля недостоверна. Если рассматривать влияние гидротермических условий периода май – июнь на конкретный сорт, то зависимость варьировала от средней (r=0,57) у сорта Памяти Азиева до сильной (r=0,76) у Тулайковская 10. Тренд изменения урожайности Тулайковской 10 имел практически синхронный вид с колебаниями водно-температурного режима мая–июня (рис. 2.), исследования, проведенные в Самарском НИИСХ, показали отзывчивость этого сорта (имеющего транслокацию от пырея промежуточного) на изменение условий выращивания [7]. Меньшее влияние изучаемого фактора на сбор зерна сорта Памяти Азиева объясняется тем, что он относится к среднеранней группе спелости, тогда как все остальные к среднеспелой, поэтому прохождение фазы всходы–колошение у него проходит в более короткие сроки.

Значимого влияния на даты наступления колошения не оказывали ни водно-температурный режим мая–июня, ни срок посева, колебания по годам составляли не более 10 дн.

Урожайность сортов при изменении условий выращивания варьировала от Cv=25% у сорта Памяти Азиева до Cv=32% у МиС (табл. 1). Полученные результаты косвенно указывают на высокую экологическую устойчивость сорта

Таблица 1. Характеристика сортов пшеницы мягкой яровой, 2001-2014 гг.

Сорт	Урожайность		Количество продуктивных побегов		Масса 1000 зерен		Количество зерен в колосе	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$, т/га	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$, шт./м ²	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$, г	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$, шт.	Cv, %
Памяти Азиева	3,10±0,21	25	438±22	19	35,0±1,1	12	26,2±0,8	12
Амир	3,34±0,28	31	417±20	18	30,7±1,2	14	32,5±1,6	18
Омская 33	3,48±0,27	29	427±15	13	37,5±1,4	14	27,3±1,1	15
Казанская Юбилейная	3,35±0,25	28	401±22	20	38,4±1,2	12	25,8±1,2	18
Тулайковская 10	3,31±0,24	27	417±19	17	33,6±0,7	7	28,4±1,3	18
Люба	3,07±0,25	30	412±20	18	35,4±1,1	12	27,5±1,0	14
МиС	3,24±0,28	32	412±18	17	37,0±2,1	21	28,0±1,4	19

\bar{x} – среднее значение признака, $S\bar{x}$ – стандартная ошибка, Cv – коэффициент вариации

Таблица 2. Коэффициенты фенотипической корреляции с урожайностью, 2001-2014 гг.

Сорт	Количество продуктивных побегов на единице площади	Озерненность колоса	Масса зерновки	Масса зерна с колоса
Памяти Азиева	0,26	0,46	0,62	0,70
Амир	0,22	0,31	0,66	0,62
Омская 33	0,22	0,60	0,45	0,78
Казанская Юбилейная	0,35	0,43	0,70	0,76
Тулайковская 10	0,53	0,54	0,42	0,59
Люба	0,18	0,80	0,55	0,86
МиС	0,08	0,52	0,59	0,70

Памяти Азиева. Изменчивость количественных признаков, определяющих продуктивность, проявлялась в меньшей степени. Наименьшей модификационной изменчивостью характеризовалась масса зерновки – $C_v=7-14\%$, за исключением сорта МиС ($C_v=21\%$), у которого она сильно снижалась в неблагоприятные по условиям увлажнения годы. Количество продуктивных побегов и зерен в колосе изменялось в средней степени ($C_v=12-20\%$).

Корреляционный анализ вклада количественных признаков в урожайность яровой пшеницы (табл. 2) подтверждает, что наибольшая его доля приходится на массу зерновки и озерненность колоса, составляющая продуктивной кустистости значительно ниже. Это объясняется спецификой формирования урожайности культуры в регионе, которое происходит благодаря однопобеговым растениям и во многом определяется продуктивностью колоса, на что указывают и более ранние исследования [8, 9].

Литература.

1. Яровая пшеница в Республике Татарстан: науч.-практ. рекомендации / М.Ш. Тагиров, Н.З. Василова, Д.Ф. Асхадуллин, Д.Ф. Асхадуллин, Э.З. Багавиева. Казань: Центр инновационных технологий, 2014. 72 с.
2. Неттевич Э.Д. Избранные труды. Селекция и семеноводство яровых зерновых культур. Немчиновка, НИИСХ ЦРНЗ: [б.и.], 2008. 348с.
3. Чичкин А.П. Система удобрений и воспроизводство плодородия обыкновенных черноземов Заволжья. М.: РАСХН: [б.и.], 2001. 257 с.
4. Хадеев Т.Г. Агроэкологическое обоснование приемов регулирования продуктивности и фитосанитарного состояния посевов пшеницы в лесостепи Поволжья: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук. Кинель, 2011. 12 с.
5. Зависимость урожайности яровой пшеницы от гидротермических условий вегетационного периода в Предкамской зоне среднего Поволжья / И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов, И.И. Майоров, С.В. Петров, Ф.Ф. Галлиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. Т. 8 № 4 (30). С. 138–142.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 240 с.
7. Шаболкина Е.Н., Чичкин А.П. Продуктивность и качество перспективных сортов яровой пшеницы в степном Заволжье // Зерновое хозяйство России. №1 (7). 2010. С.7–13.
8. Багавиева Э.З. Селекционная ценность сортов и гибридов яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук Пенза, 2011. 22 с.
9. Василова Н.З. Адаптивный потенциал продуктивности и качества зерна яровой мягкой пшеницы в Республике Татарстан: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пенза, 2003. 21 с.

INFLUENCE OF GROWTH CONDITIONS ON FORMATION OF SPRING WHEAT PRODUCTIVITY

N.Z. Vasilova, D.F. Askhadullin, D.F. Askhadullin, E.Z. Bagavieva, M.R. Tazutdinova, I.I. Khusainova, G.R. Nasihova
Tatar Research Institute of Agriculture, Orenburgsky trakt 48, Kazan, 420059, Russian Federation

Summary. The long-term investigation (2001-2015) of seven varieties of spring soft wheat, released in the Republic of Tatarstan in different years, was carried out. The aim of the experiment was to determine the influence of hydrothermic factor during May and June on the realization of the potential of spring soft wheat and peculiarities of the formation of its productivity in Tatarstan. It was established the significant differentiation of the variation coefficient of yield. In the MiS variety it reaches 32% with the grain yield from 1.3 to 4.6 t/ha. The similar tendency is also outlined for other samples; the average productivity of tested material is 65-77% only from the maximal one in the experiment; and the ratio of the minimal yield to the maximal one is 28-44%. These fluctuations are mainly explained by weather changes, as the plant nutrition and agronomic conditions remained fairly stable due to the use of the traditional technologies. The water-temperature regime in May-June, at the phases tillering-the beginning of the earing plays an important role in the formation of the yield under conditions of Tatarstan; the correlation coefficient is 0.69 ± 0.08 . For the specific varieties this dependence varied from medium one ($r = 0.57$) in the Pamyati Azieva variety to strong one ($r = 0.76$) in Tulajkovskaya 10. The changes in the productivity of this variety are almost synchronized with the changes in the hydrothermic factor for the period of May-June, which can be used for modeling such conditions and forecasting the productivity. Under the production conditions the keeping of moisture in the soil during May and June should become the main direction of an increase in the productivity of spring soft wheat in the Republic of Tatarstan.

Keywords: spring wheat, hydrothermic factor, yield, variety, quality characteristics.

Author Details: N.Z. Vasilova, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: tatniva@mail.ru); D.F. Askhadullin, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; D.F. Askhadullin, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; E.Z. Bagavieva, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; M.R. Tazutdinova, research fellow; I.I. Khusainova, junior research fellow; G.R. Nasihova, junior research fellow.

For citation: Vasilova N.Z., Askhadullin D.F., Askhadullin D.F., Bagavieva E.Z., Tazutdinova M.R., Khusainova I.I., Nasihova G.R. Influence of Growth Conditions on Formation of Spring Wheat Productivity. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No. 11. Pp. 41-43 (In Russ.).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СЕЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ

Е.А. СИМАКОВ, доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом (e-mail: vniikh@mail.ru)

А.В. МИТЮШКИН, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией

В.А. ЖАРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Г.В. ГРИГОРЬЕВ, старший научный сотрудник

А.А. ЖУРАВЛЕВ, старший научный сотрудник

А.С. ГАЙЗАТУЛИН, аспирант

Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха, ул. Лорха, 23, Красково-1, Люберецкий р-н, Московская обл., 140051, Российская Федерация.

Резюме. Для повышения эффективности селекции сортов картофеля различного целевого назначения, адаптированных к разным почвенно-климатическим условиям, в 2009-2014 гг. проведена экологическая оценка гибридных популяций в рамках географической сети из более чем 20 научно-исследовательских учреждений Сахалина, Камчатки, Дальнего Востока, Сибири, Урала, Поволжья и Северного Кавказа. В качестве исходного селекционного материала использовали одноклубнёвые гибридные популяции, сформированные во ВНИИКХ при выращивании семян в защищённом грунте (более 400 шт., включающие 120 тыс. генотипов) и ботанические семена от гибридизации родительских форм с комплексом хозяйственно-ценных признаков в относительно гомозиготном состоянии (860 популяций – более 480 тыс. генотипов). При передаче материала региональным НИУ учитывали особенности почвенно-климатических условий, фитосанитарной ситуации и направления их селекционной работы. Идентичные гибридные популяции оценивали в первой клубневой репродукции (одноклубнёвки) по эффективности селекционного отбора не менее чем в 3-4-х различных эколого-географических условиях. Количество популяций, ежегодно включаемых в эксперимент, варьировало в среднем от 15 до 45-50 шт. В результате совместной селекционной проработки создано 63 новых сорта, из которых 29 внесены в Госреестр РФ, 34 проходят Госиспытания и 22 реально используются в производстве товарного картофеля. Подтверждена возможность отбора сортов картофеля с широким диапазоном адаптивности для возделывания в различных агроэкологических условиях России, обеспечивающих стабильные показатели урожайности и качество клубней с учётом их целевого использования.

Ключевые слова: экологическая селекция, сорта, пребридинг, генотипы, исходные родительские формы, беккроссы, доноры, гибридные популяции, ботанические семена, адаптивность.

Для цитирования: Использование эколого-географических факторов для повышения результативности селекции картофеля / Е.А. Симаков, А.В. Митюшкин, В.А. Жарова, Г.В. Григорьев, А.А. Журавлев, А.С. Газайтулин // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 44-46.

Прогресс селекции картофеля во многом определяется наличием объективных методов экспресс-оценки исходного материала по важнейшим хозяйственно-ценным признакам, прежде всего, по уровню адаптивности, как к неконтролируемым факторам внешней среды, так и к широкому разнообразию вредоносных патогенов. Поэтому изучение факторов среды позволяет оценить потенциальные возможности исходного селекционного материала картофеля и выявить амплитуду изменчивости по основным количественным и качественным признакам, среди которых важная роль принадлежит устойчивости растений к биотическим и абиотическим стрессам [1, 2, 3].

Необходимо отметить, что уже в поисковых исследованиях по оценке гибридных популяций в контрастных

эколого-географических условиях Московской и Липецкой областей РФ были установлены значительные различия в распределении популяций по частоте селекционного отбора. Причём если большинство из них чётко распределялись по уровню отбора хозяйственно-ценных форм на группы с высоким, средним и низким показателем в нескольких экологических пунктах, то некоторые отличались значительным уровнем отбора в одном пункте и практически полным его отсутствием в другом [4, 5, 6].

Исходя из этого, цель нашего исследования – оценка возможности повышения эффективности селекции сортов картофеля различного целевого использования на основе проведения полевого испытания идентичных гибридных популяций в различных эколого-географических пунктах для идентификации новых перспективных гибридов с высокой адаптивной способностью.

Условия, материалы и методы. В 2009-2014 гг. проведены широкомасштабные исследования по агроэкологической оценке и отбору хозяйственно-ценных форм в гибридных популяциях картофеля, созданных в процессе пребридинга во ВНИИКХ, в условиях географической сети НИУ Сахалина, Камчатки, Дальнего Востока, Сибири, Урала, Поволжья и Северного Кавказа. Клубневые наборы гибридных популяций (по 1 клубню от каждого генотипа) формировали во ВНИИКХ в период вегетации и уборки семян в условиях защищённого грунта.

Кроме клубневой генерации, в качестве исходного селекционного материала использовали гибридные ботанические семена, полученные в результате скрещиваний большой группы родительских форм, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков в относительно гомозиготном состоянии.

Исходный селекционный материал поставляли согласно заявкам региональных учреждений с учётом особенностей почвенно-климатических условий, фитосанитарной ситуации и направления селекционной работы.

Идентичные гибридные популяции оценивали в первой клубневой репродукции (одноклубнёвки) по эффективности селекционного отбора не менее чем в 3-4-х точках, различающихся по эколого-географическим условиям. Количество популяций, ежегодно включаемых в эксперимент, варьировало в среднем от 15 до 45-50. В завершении селекционного процесса учитывали конечный результат работы – количество новых сортов, переданных в Госиспытания, включённых в Госреестр селекционных достижений РФ, реально используемых в производстве товарного картофеля.

За период исследований более чем 20 научно-исследовательским учреждениям РФ (региональным НИИ и опытным станциям) из селекцентра ВНИИКХ передано свыше 400 одноклубнёвых гибридных популяций, включающих более 120 тыс. генотипов и около 860 популяций (более 480 тыс. генотипов) ботанических семян различного генетического происхождения (табл. 1).

Несколько НИУ организуют селекционную работу с этапа выращивания гибридных семян, поэтому стабильно заказывают ботанические семена картофеля. К примеру, Приморский НИИСХ увеличил объёмы проработки исходного материала в виде ботанических семян с 8 тыс. в 2010 г., до 165 тыс. генотипов в 2014 г. При этом,

Таблица 1. **Объём одноклубнёвых гибридов и ботанических семян популяций картофеля для оценки в различных агроэкологических условиях региональных НИУ РФ, 2009-2014 гг.**

Учреждение	2009 г.		2010 г.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		Всего	
	1*	2**	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Смоленская ГОСХОС	3958	–	3201	–	2948	–	3205	–	2987	–	2909	–	19208	–
Брянская ОС	11543	–	7809	–	7538	–	3301	–	11569	–	1940	–	43694	–
Приморская ООС	2014	–	2000	8219	–	20154	–	51628	–	79360	–	165639	4014	–
Фаленская ОС	–	–	–	–	–	10000	–	–	–	8020	–	19970	–	325000
Коми НИПТИ АПК	1017	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	37900
Башкирский НИИСХ	1764	–	1874	3903	–	8080	–	–	–	3000	–	3000	3638	–
Южно-Уральский НИИПОК	550	10128	944	15633	1048	10050	905	–	932	10130	1304	10044	5683	17983
Чувашский НИИСХ	–	–	856	–	2016	–	–	–	1927	–	2814	–	7613	55985
ДальНИИСХ	660	–	–	–	1121	–	1508	–	1416	–	1462	–	6167	–
Самарский НИИСХ	807	–	–	–	1012	–	–	–	–	–	664	–	2483	–
Удмуртский НИИСХ	710	–	700	–	846	–	737	–	748	–	887	–	4618	–
Кабардино-Балкарский ГАУ	–	–	–	–	–	–	500	6485	2000	–	930	–	–	6485
СибНИИСХиТ	–	2500	–	–	–	–	1880	–	931	1440	413	–	3224	3940
Камчатский НИИСХ	–	–	–	–	–	–	945	–	–	–	–	–	945	–
Ингушский НИИСХ	–	–	–	–	–	–	–	–	1005	–	1479	–	2484	–
Рязанский НИИСХ	–	–	–	–	–	–	–	–	2738	–	2594	–	5332	–
Северо-Кавказский НИИГПСХ	1022	–	–	–	–	–	–	–	979	–	897	1500	2898	1500
Магаданский НИИСХ	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4396	–	4396
Кемеровский НИИСХ	–	2305	–	5559	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7864
Якутский НИИСХ	–	–	–	–	–	20290	–	–	–	–	–	–	–	20290
Калужский НИИПТИ АПК	4454	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4454	–
Итого	28499	14933	17384	33314	17542	68574	12981	58113	27226	101950	18293	201549	121925	481433

1* – гибриды, шт.; 2** – семена, шт.

Фаленская ОС в среднем ежегодно прорабатывает до 20 тыс. ботанических семян, Южно-Уральский НИИПОК – до 10 тыс., а Башкирский НИИСХ – до 5 тыс. генотипов. Южно-Уральский НИИПОК – единственное НИУ, которое организует селекционный процесс с использованием на начальном этапе исходного материала как в виде ботанических семян для выращивания гибридных сеянцев, так и одноклубнёвых гибридов для полевого испытания.

Различия в объёмах проработки исходного гибридного материала на начальном этапе селекционного процесса связаны с уровнем развития материально-технической базы региональных учреждений и наличием квалифицированных кадров-селекционеров.

Во ВНИИКС в программах пребридинга использовали большую группу родительских линий и доноров, сформированную на основе гибридов-беккроссов межвидового происхождения, содержащих в родословной от 2 до 7 различных генов 8-и северо- и южноамериканских видов. Выполнение пребридинга на их основе позволило получить исходный гибридный материал по таким важным направлениям, как полевая устойчивость к фитофторозу и вирусам, патотипу Ro1 золотистой картофельной нематоды; повышенная крахмалистость, пригодность к переработке на картофелепродукты и для диетического (здорового) питания [7]. Большинство из генотипов содержат доминантные гены полевой устойчивости к вирусу Y, переданные от разных источников (R_{and}, R_{chc}, R_{sto}). Широкое использование таких родительских линий в скрещиваниях на этапе пребридинга позволило получить ценный генофонд в виде гибридных ботанических семян и одноклубнёвых популяций, характеризующихся наличием полигенов полевой (горизонтальной) устойчивости к фитофторозу и доминантных генов резистентности к вирусу Y. Для успешного комбинирования комплекса полигенных и моногенных признаков, определяющих селекционную ценность гибридов с более ранним сроком созревания и высоким потребительским качеством клубней, в гибридизацию вовлекали лучшие коммерческие сорта отечественной и зарубежной селекции.

Результаты и обсуждение. Анализ результатов селекционного испытания гибридных популяций одного происхождения в полевых питомниках различных

эколого-географических пунктов. Это свидетельствует, с одной стороны, о наличии тесного взаимодействия генотип × среда при формировании конкретных фенотипов, а с другой – о значительном влиянии разнообразия эколого-географических факторов на степень генетической дивергенции гибридного потомства картофеля. Иными словами, различия факторов внешней среды эколого-географических пунктов в значительной степени детерминируют генотипы в гибридных популяциях картофеля, по сравнению с испытанием в одной экологической нише. В наших исследованиях большинство новых перспективных сортов были выделены из различных гибридных популяций и только в нескольких случаях отмечены сорта-сибсы из одной гибридной популяции

Ранее уже были зафиксированы отдельные факты отбора сортов-сисбсов в течение длительного периода совместной селекции ВНИИКС и региональных учреждений [4]. В частности, по 2 сорта были получены из гибридной популяции Мавка × Пересвет (Никулинский, Бузим), Кардиа × Гранола (Аспия, Марс), Эльвира × Зарево (Антонина, Памяти Рогачева), Резерв × Зарево (Предгорный, Сапрыкинский), Заравшан × Гите (Галактика, Парус), KE1001 × 733-65 (Москворецкий, Колобок), Чернский × Толлокан (Тулеевский, Удалец), а также по 3 сорта из популяций Никулинский × 946-3 (Свенский, Брянский юбилейный, Полонез), Никулинский × 807-11 (Болвинский, Престиж, Утро).

В период с 2009 по 2014 гг. этот перечень дополнили сорта-сисбсы, внесённые в Госреестр РФ, Дачный из гибридной популяции Чернский × Толлокан, из которой ранее были отобраны Тулеевский и Удалец, а также сорта Купец и Патриот – из популяции 219к-9 × 733-65.

При этом следует подчеркнуть, что даже с учётом возможности появления сортов-сисбсов, использование в процессе селекционного отбора разнообразных средовых фонов более перспективно, чем масштабное испытание генотипов на одном фоне и в одной экологической нише.

При многократном испытании идентичных клубневых наборов и ботанических семян гибридных популяций картофеля в различных эколого-географических условиях выявлено заметное повышение результативности селекции, что подтверждают сравнительные

Таблица 2. **Результативность селекции картофеля при испытании идентичных гибридных популяций в различных эколого-географических условиях, 2009-2014 гг.**

Наименование	Число созданных сортов, шт.			Доля сортов, %	
	селекцион- тром ВНИИ- КХ	совместно с региональ- ными НИУ	всего	селекционтра ВНИИКХ	совместных с региональ- ными НИУ
Проходящие Го- сиспытание	18	16	34	52,9	47,1
Внесённые в Госреестр РФ	17	12	29	58,6	41,4
Используемые в производстве	13	9	22	59,1	40,9

показатели созданного за обсуждаемый период сорти-
мента во ВНИИКХ и региональных НИУ (табл. 2).

В частности, на Госиспытание за этот период (2009-2014 гг.) переданы 18 сортов селекции ВНИИКХ и 16 – созданных совместно с региональными научными учрежде-
ниями. В Госреестр РФ включены 17 сортов селекции ВНИИКХ (Красавчик, Надежда, Престиж, Брянский юби-
лейный – в 2009 г.; Призер, Полонез – в 2010 г.; Дебрянск, Красавица, Утро, Фокинский – в 2011 г.; Великан, Метеор –
в 2013 г.; Барин, Василек, Купец, Патриот, Фиолетовый – в 2014 г.) и 12 сортов совместной селекции с региональными
НИУ: Батя – с Пензенским НИИСХ, Юбилар – с СибНИИСХ и торфа в 2009 г.; Нальчикский с Кабардино-Балкарским
НИИСХ – в 2010 г.; Зольский – с Кабардино-Балкарским НИИСХ, Югана – с СибНИИСХ и торфа в 2011 г.; Мусин-
ский – с Кабардино-Балкарским НИИСХ, Матушка – с Пензенским НИИСХ, Забава – со Смоленским ГОСХОС в
2013 г.; Бурновский – с Башкирским НИИСХ, Вектор – с ВНИИ фитопатологии, Дачный – с Приморским НИИСХ,
Фаворит – с ООО «МакКейн Агрокультура Рус» – в 2014 г.

Большинство этих со-
ртов в разные годы были
включены в программы ори-
гинального семеноводства
как во ВНИИКХ, так и в реги-
ональных научных учрежде-
ниях. Сегодня, несмотря на
жесткую конкуренцию с луч-
шими сортами-аналогами
европейских селекционно-
семеноводческих компаний,
по 13 сортам ВНИИКХ и 9 со-

ортам совместной селекции организовано производство
высококачественного семенного материала различных
категорий и классов. Среди наиболее востребованных
или коммерческих сортов следует выделить Василек,
Великан, Вымпел, Дачный, Забава, Красавчик, Крепыш,
Метеор, Надежда, Фаворит, Фиолетовый.

Выводы. На основе многолетних исследований по
экологической оценке идентичных гибридных популя-
ций в условиях широкой географической сети из 20
селекционных учреждений РФ установлено повышение
эффективности селекции сортов картофеля различных
сроков созревания и целевого использования. В резуль-
тате совместной селекционной проработки гибридов
создано более 60 новых сортов, из которых по 22 со-
ртам организовано производство высококачественного
семенного материала. Это подтверждает возможность
отбора сортов картофеля с широким диапазоном адап-
тивности для возделывания в различных агроэкологи-
ческих условиях России, обеспечивающих стабильные
показатели урожайности и качества клубней.

Литература.

1. Склярова Н.П., Мухамедова А.С. Результаты совместной работы по выведению новых сортов картофеля // Матер. конф. «Перспективы селекции картофеля». Минск: Мерлит, 1993. С. 42–46.
2. Яшина И.М., Логунова Н.Н., Кирсанова Л.И. Пути и методы селекции экологически устойчивых сортов картофеля // Агротехника и семеноводство картофеля в условиях юга РСФСР: Науч. тр. ВНИИИОЗ. Волгоград. 1985. С. 43–49.
3. Yashina I.M., Sklyarova N.P., Simakov E.A. Results and prospects of potato genetic resources application to breeding in different ecological and geographical zones // Breeding research of potatoes: Proc. Inter. Symp., June 23-26, 1998, Groß Lusewitz, Sahrngang. 1998. N.2. P.85–89.
4. Симаков Е.А., Яшина И.М., Склярова Н.П. Эффективность селекционного отбора при оценке гибридных популяций картофеля в различных эколого-географических условиях // Матер. между. науч.-практ. конф., посвященная 75-летию Института картофелеводства НАН Беларуси. Минск: Мерлит, 2003. Ч. 1. С. 92–100.
5. Симаков Е.А., Яшина И.М., Склярова Н.П. Селекция картофеля в России: история, общие тенденции и достижения. Картофелеводство в России: актуальные проблемы науки и практики // Матер. между. конгресса «Картофель. Россия-2007». М., 2007. С. 30–40.
6. Склярова Н.П., Яшина И.М., Симаков Е.А. Происхождение сортов картофеля селекции ВНИИКХ и совместного авторства // Картофель и овощи. 2008. № 5. С. 20–23.
7. Яшина И.М. Доноры и генетические источники для использования в селекционном процессе картофеля (каталог). М.: ВНИИКХ, Россельхозакадемия, 2010. 27с.

USE OF ECOLOGICAL AND GEOGRAPHIC FACTORS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF POTATO BREEDING

E.A. Simakov, V.A. Mityushkin, A.V. Zharova, G.V. Grigoriev, A.A. Zhuravlev, A.S. Gayzatulin

All-Russian research Institute of potato growing, ul. Lorkha, 23, Kraskovo-1, Lyuberetskiy r-n, Moskowskaya obl., 140051, Russian Federation

Summary. In 2009-2014 in order to increase the effectiveness of breeding of potato varieties for different use, adapted for different soil and climatic conditions, the hybrid populations were estimated ecologically. It was carried out in more than 20 research institutes of Sakhalin, Kamchatka, Far East, Siberia, the Urals, the Volga region and Northern Caucasus. As a source breeding material the one-tuber hybrid populations, generated in All-Russian Research Institute of Potato Farming during growing of seedlings in protected ground (more than 400 populations, including 120 thousand of genotypes). Botanical seeds from hybridization of parents forms with a complex of agronomic traits in the homozygous state (860 populations, more than 480 thousand genotypes) were also used as source material. At the passing of the material to the regional research institutes we took into account the peculiarities of soil and climatic conditions, the phytosanitary situation and tendency of breeding work. Identical hybrid populations were estimated in the first tuber reproduction according to the efficacy of selection no less than under 3-4 different ecological and geographical conditions. The number of populations, included in the experiment every year, varied from 15 to 45-50. As a result of joint study it was developed 63 new potato varieties, 29 of them were included in the State Register of the Russian Federation, 34 varieties pass the state tests and 22 varieties are used in the industry. It is confirmed the possibility of the selection of potato varieties with wide range of adaptivity for cultivation under different agro-ecological conditions of Russia, which ensure stable harvests and tuber quality taking into account their use.

Keywords: ecological breeding, varieties, prebreeding, genotypes, original parent forms, backcrosses, donors, hybrid population, botanical seeds, adaptability.

Author Details: E.A. Simakov, D. Sc. (Agr.), head of division (e-mail: vniikh@mail.ru); V.A. Mityushkin, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory; A.V. Zharova, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow; G.V. Grigoriev, senior research fellow; A.A. Zhuravlev, senior research fellow; A.S. Gizatulin, post-graduate student.

For citation: Simakov E.A., Mityushkin V.A., Zharova A.V., Grigoriev G.V., Zhuravlev A.A., Gizatulin A.S. Use of Ecological and Geographic Factors to Improve the Efficiency of Potato Breeding. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No. 11. Pp. 44-46 (In Russ).

РАЗМНОЖЕНИЕ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ ЗЕЛЕНЫМ ЧЕРЕНКОМ

А.В. ЖУРАВЛЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: sibniish@bk.ru)

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, просп. Королева, 26, Омск, 644012, Российская Федерация

Резюме. В саду Сибирского НИИ сельского хозяйства, расположенном в южной лесостепи Омской области, в 2014-2015 гг. проведены исследования с целью выявления клоновых подвоев яблони для дальнейшего использования в производстве. Почва опытного участка лугово-черноземная среднесуглинистого механического состава с выраженной песчаной фракцией. Реакция почвенного раствора в пахотном слое близка к нейтральной. Объект исследований – клоновые подвои яблони 54-118 и 62-396. Укоренение проводили в теплице с пленочным покрытием с установкой искусственного туманообразования. Субстрат – смесь песка с торфом (1:1). Схема посадки черенков 5 × 5 см. Повторность опыта четырехкратная (по 25 черенков в повторности), размещение рендомизированное. В качестве регулятора корнеобразования применяли корневин (опудривание срезов). Образцы клоновых подвоев яблони перенесли зиму без повреждений. Выпадов растений в маточнике не наблюдали. Начало вегетации в 2014 г. отмечено 29-30 апреля, в 2015 г. – 1-2 мая. Высота маточных растений подвоя 52-118 в конце вегетации в среднем за годы исследований составила 136 см, у подвоя 62-396 – 72,5 см. Количество побегов на растении у клонового подвоя 54-118 в среднем было равно 9,1 шт., у подвоя 62-396 – 11,6 шт., длина их 41,9 и 36 см, соответственно. Образование каллюса при черенковании зафиксировано на 8-12 день после посадки, массовое образование корней – через 3-4 недели. Многочисленного загнивания черенков в годы исследований не наблюдали, большинство неукоренившихся черенков были с каллюсом. Укореняемость клонового подвоя яблони 54-118 варьировала от 60 до 98%, подвоя 62-396 – от 32 до 84%, в среднем прирост черенков составил 7,8 и 4,5 см соответственно. Укорененные черенки подвоев яблони требуют доращивания.

Ключевые слова: размножение, клоновые подвои, яблоня, зеленый черенок, укореняемость.

Для цитирования: Журавлева А.В. Размножение клоновых подвоев яблони зеленым черенком // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 47-48.

Все подвои плодовых культур по способу размножения разделяются на семенные (сеянцы) и клоновые (вегетативно размножаемые) [1]. В России преобладающая часть садов выращивается на семенных подвоях. Однако привитые на сеянцах деревья, как правило, сильнорослые, поздно и медленно наращивают продуктивность, уход и уборка урожая в таких садах затруднены [2]. Клоновые подвои при интенсивном плодоводстве имеют большее значение, чем семенные. Они позволяют регулировать силу роста, скороплодность, урожайность и долговечность привитых растений. Для клоновых подвоев характерна наследственная однородность, что обеспечивает высокую выровненность развития надземной части привитых растений. Только среди клоновых подвоев есть слаборослые карликовые и полукарликовые формы, которые обеспечивают слабый рост, высокую скороплодность и урожайность деревьев. Небольшие размеры деревьев и высокая скороплодность позволяют резко увеличить плотность посадки, создать высокоинтенсивные сады с ранними и обильными урожаями [3].

Цель исследований – выявить ценные формы клоновых подвоев яблони для дальнейшего использования в производстве.

Условия, материалы и методы. Работа выполнена в 2014-2015 гг. в саду Сибирского НИИ сельского хозяйства, расположенном в южной лесостепи Омской области. Почва опытного участка лугово-черноземная среднесуглинистого механического состава с выраженной песчаной фракцией. Реакция почвенного раствора в пахотном слое близка к нейтральной.

Омск и его окрестности расположены на юге Западно-Сибирской равнины, которая имеет довольно плоский рельеф (высота не больше 150 м над уровнем моря). Климатические условия отличаются суровой холодной малоснежной зимой, теплым и даже жарким, но непродолжительным летом, короткой весной и осенью. Безморозный период в среднем составляет 110-120 дн. Ночные заморозки в воздухе прекращаются 21-22 мая и начинаются 10-22 сентября. Сумма средних суточных температур за период с температурой выше 10° составляет 1850-2050°, продолжительность этого периода 120-130 дн., вегетационного периода – в среднем 155-160 дн. Среднее многолетнее количество осадков составляет 300-350 мм. Большая их часть выпадает в летнее время (от 200 до 250 мм) [4, 5].

Зимой 2013-2014 гг. пониженные температуры отмечены в третьей декаде января и первой декаде февраля, отрицательного влияния на перезимовку они не оказали благодаря достаточному количеству осадков в предыдущий период. В 2014 г. выдалось теплое, но засушливое лето. Недобор осадков остро ощущался в мае-июне, что привело к переносу черенкования на более поздние сроки. Сумма осадков за вегетационный период составила 155,6 мм, или 66,8% от средних многолетних показателей.

Условия зимнего периода 2014-2015 г. были благоприятны для перезимовки растений и характеризовались как умеренно-холодные. Осадков выпало больше нормы, распределялись они равномерно. Анализ гидротермического режима летних месяцев характеризует погоду 2015 г., как теплую и влажную. Сумма осадков за вегетационный период была равна 261,4 мм, или 112% от средних многолетних показателей.

Объект исследования – клоновые подвои яблони селекции В.И. Будаговского: 54-118 и 62-396.

54-118 – группа роста: полукарликовая или среднерослая. Создан путем скрещивания парадизки Будаговского, привитой на крону подвоя МЗ, с подвоем 13-14. Это один из лучших подвоев для выращивания полунтенсивных садов в средней зоне садоводства. Вредителями и болезнями поражается слабо, обеспечивает высокий выход саженцев в питомнике. Высокозимостойкий, отличается высокой морозостойкостью корневой системы (корни сохраняются при -16°С). Засухоустойчив. Маточный куст имеет прямостоячую или слабораскидистую форму, высокий (90-100 см).

62-396 – группа роста: карликовая или полукарликовая. Создан путем скрещивания полукарликового подвоя 13-14 с карликовой парадизкой Будаговского. Корневая система выдерживает отрицательные температуры от -15 до -16°С. Засухоустойчив. Маточные растения имеют компактный или слабораскидистый низкорослый куст. Слабо поражается вредителями и болезнями.

Посадку маточника клоновых подвоев яблони проводили осенью 2009 г. по схеме 180 × 20 см. Черенкование подвоев в 2014 г. осуществляли 20 июня, в

2015 г. – в два срока: 10 и 20 июня. Субстрат – смесь песка с торфом (1:1), схема посадки подвоев 5 × 5, в четырехкратной повторности (по 25 шт.), рендомизировано. В качестве регулятора корнеобразования применяли корневин (опудривание срезов).

Заготовку побегов, нарезку черенков, уход, наблюдения и учеты в опытах осуществляли согласно методике, разработанной в ТСХА [6].

Окоренение определяли в процентном отношении окоренившихся зеленых черенков к общему количеству высаженных. Высоту растений и длину корневой системы измеряли линейкой у всех окоренившихся черенков.

Изучение биологических особенностей подвоев проводили по общепринятой программе и методике [7, 8]. Математическую обработку результатов исследований осуществляли согласно методике Б.А. Доспехова [9]

Результаты и обсуждение. Образцы клоновых подвоев яблони перенесли зиму без повреждений. Выпадов растений в маточнике не наблюдали. Начало вегетации в 2014 г. отмечено 29-30 апреля, в 2015 г. – 1-2 мая.

По силе роста клоновый подвой яблони 54-118 относится к полукарликовым. Высота маточных растений в конце вегетации в 2014 г. составила 130 см, в 2015 г. – 142 см. Клоновый подвой 62-396 – карлик, высота растений была равна соответственно 70 и 75 см. Количество побегов на растении у клонового подвоя 54-118 в среднем составило 9,1 шт., у подвоя 62-396 – 11,6 шт., длина их – 41,9 и 36 см, соответственно.

Образование каллуса при черенковании 20 июня в 2014 г. наблюдали на 10-12 дн. после посадки, массовое образование корней – через 3-4 недели. В 2015 г. при черенковании в первый срок (10 июня) образование каллуса отмечено на 8-10 дн., во второй срок (20 июня) – на 10-12 дн. после посадки черенков. Массового загнивания черенков в годы исследований не наблюдали, большинство неукоренившихся черенков были с каллусом.

Литература.

1. Будаговский В.И. Карликовые подвои для яблони. М.: Сельхозиздат, 1959. 350 с.
2. Интенсивный яблоневый сад на слаборослых вставочных подвоях / Е.Н. Седов, Н.Г. Красова, А.А. Муравьев, М.В. Палий, З.М. Серова / под общ. Ред. Е.Н. Седова. Орел: ВНИИСПК, 2009. 176 с.
3. Система производства плодов яблони в интенсивных садах средней полосы России (рекомендации) / Под ред. Ю.В. Трунова. Воронеж: Изд-во «Кварт», 2011. 182 с.
4. Климат Омска / под ред. Ц.А. Швер. Л.: Лениздат, 1980. 250 с.
5. Ковба С.А. Агроклиматический справочник по Омской области. Л.: Лениздат, 1959. 226 с.
6. Тарасенко М.Т. Зеленое черенкование садовых и лесных культур. М.: МСХА, 1991. 268 с.
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. Ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.
8. Гулько И.П. Методические рекомендации по комплексному изучению клоновых подвоев яблони. Киев: Изд. Украинского НИИ садоводства, 1981. 23 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

PROPAGATION OF CLONAL STOCKS OF APPLE TREES BY GREEN CUTTINGS

A.V. Zhuravleva

Siberian Research Institute of Agriculture, prosp. Korolyova, 26, Omsk, 644012, Russian Federation

Summary. In the garden of the Siberian Research Institute of Agriculture, located in the southern forest-steppe of Omsk region, the investigations were carried out in 2014-2015 in order to identify valuable forms of clonal stocks of apple trees for future use in the production. The soil of the experimental plot is meadow-chernozem, middle-loamy with expressed sand fraction. The reaction of the soil solution in the arable layer is close to neutral one. The object of research is clonal apple rootstocks 54-118 and 62-396. The rooting was carried out in a greenhouse with film cover with artificial misting plant. The substrate is a mixture of sand and peat (1:1). The scheme of cutting planting is 5 × 5 cm. The replication of the experiment is fourfold; the number of cuttings in every replication is 25 pcs. The arrangement is randomized. Kornevin was used as a rooting regulator (powdering of cuts). The samples of clonal rootstocks of apple tree wintered without damage. There were not losses of plants in the test. In 2014 the vegetation started on April 29-30, in 2015–on May 1-2. The height of 52-118 stools at the end of the vegetation on the average for the years of the research was 136 cm, of 62-396 rootstocks–72.5 cm. The number of shoots per plant at the clonal rootstock 54-118 on the average is 9.1 pcs, at the 62-396 rootstock–11.6 pcs; their length is 41.9 and 36 cm, respectively. Callus formation was observed in 8-12 days after planting, the mass formation of roots–in 3-4 weeks. We did not observe plentiful rotting of cuttings over the years of the study, the majority of nonrooted cuttings were with callus. Over the years of the research the rooting ability of the clonal apple rootstock 54-118 ranged from 60 to 98%, of the 62-396 rootstock–from 32 to 84%. On average, the growth of 54-118 was 7.8 cm, of 62-396–4.5cm. The rooted stock cuttings of apple tree require growing.

Keywords: reproduction, clonal rootstocks, apple tree, green cuttings, rooting ability.

Author Details: A.V. Zhuravleva, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: *sibniish@bk.ru*)

For citation: Zhuravleva A.V. Propagation of Clonal Stocks of Apple Trees by Green Cuttings. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No. 10. Pp. 47-48 (In Russ).

Таблица 1. Укореняемость зеленых черенков клоновых подвоев яблони, %

Подвой	2014 г.		2015 г.	
	20 июня	10 июня	10 июня	20 июня
54-118	60	98	71	
62-396	32	84	78	

В 2014 г. черенки клонового подвоя яблони 54-118 укоренились на 60%, подвоя 62-396 – на 32% (табл. 1). В 2015 г. доля укоренившихся зеленых черенков при первом сроке черенкования составила 84-98%, при втором – 71-78%. Черенки клонового подвоя яблони 54-118 при первом и втором сроках черенкования укоренились лучше, чем у подвоя 62-396.

Таблица 2. Биометрические показатели укоренившихся черенков

Подвой	2014 г.		2015 г.		В среднем	
	1*	2	1	2	1	2
54-118	6,6	4,2	9,0	4,8	7,8	4,5
62-396	3,8	3,5	5,2	3,7	4,5	3,6

*1 – прирост, см; 2 – длина корней, см.

Прирост у черенков подвоя 54-118 в 2014 г. составил 6,6 см, в 2015 г. – 9,0 см (табл. 2), у 62-396 он был равен соответственно 3,8 и 5,2 см. Наибольшие показатели прироста в 2015 г. обусловлены проведением черенкования в более ранние сроки. Длина корней у черенков клонового подвоя 54-118 в среднем за годы исследований составила 4,5 см, у подвоя 62-396 – 3,6 см. Таким образом, укоренившиеся черенки до конца сезона образуют небольшие побеги, величина которых не позволяет окультуривать подвои без доращивания.

Выводы. Более высокой укореняемостью зеленых черенков (60-98%) отличается подвой яблони 54-118. Укорененные черенки подвоев яблони в условиях Омской области требуют доращивания.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЧИСЛЕННОСТИ ФИТОФАГОВ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ В УСЛОВИЯХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.Н. ВИТЯЗЬ, кандидат биологических наук, доцент
(e-mail: svetlana_vityaz@mail.ru)

Е.А. ГОЛОВИНА, ассистент (e-mail: jeniadulova@mail.ru)

Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, ул. Марковцева, 5, Кемерово, 650056, Российская Федерация

Резюме. Актуальность применения биопрепаратов при выращивании ягодных культур продолжает оставаться высокой в силу нескольких причин, в первую очередь обусловленных высокой степенью экологической безопасности для растений и полезной энтомофауны, а также снижением нагрузки на окружающую среду. Чёрная смородина (*Ribes nigrum* L.) – одна из наиболее ценных ягодных культур, выращиваемых в Сибири. Ее насаждениям наносит ущерб более 75 видов различных вредителей, к числу которых относятся крыжовниковая огневка (*Zephodia convolutella* Hbn), почковый клещ (*Cecidophyes ribis* Westw.), смородинная моль (*Lampronia (Incurvaria) capitella* Cl), некоторые виды тлей, паутинные клещи, различные щитовки и др. В работе изучено влияние биологических препаратов на численность фитофагов черной смородины в условиях Западной Сибири. Полевые эксперименты проводили в 2013-2014 гг. по общепринятым методикам в посадках черной смородины в ООО «Плодопитомник» Прокопьевского района Кемеровской области. В ходе исследований изучены биологические особенности смородинного почкового клеща и таких чешуекрылых (*Lepidoptera*) вредителей, как крыжовниковая огневка и смородинная моль. Проведена оценка сортов черной смородины Ксюша (стандарт), Рита, Черный жемчуг, Агролесовская, Мила, Пушистая по устойчивости к фитофагам. В большей степени от вредителей страдал сорт Ксюша. При определении эффективности обработки черной смородины против фитофагов использовали общепринятые методики для оценки устойчивости смородины к почковому клещу и чешуекрылым вредителям. Проведенные испытания показали высокую биологическую эффективность препаратов лепидоцид и фитоверм. Против чешуекрылых вредителей она составила 59 и 69,3% соответственно.

Ключевые слова: смородинный почковый клещ, крыжовниковая огневка, смородинная почковая моль, черная смородина, биологический препарат, фитоверм, лепидоцид, биологическая эффективность, фитофаги.

Для цитирования: Витязь С.Н., Головина Е.А. Применение экологически безопасных средств для контроля численности фитофагов черной смородины в условиях Кемеровской области // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 49-51.

Чёрная смородина (*Ribes nigrum* L.) – одна из наиболее ценных ягодных культур, выращиваемых в Сибири. В ее плодах содержится большое количество пектиновых, дубильных и красящих веществ, различных органических кислот, сахаров, микроэлементов, других биологически активных соединений. Это определяет высокие вкусовые и пищевые свойства ягод черной смородины, которые служат ценным сырьем для приготовления варенья, джемов, соков, желе и используются в качестве вкусовых и витаминных добавок при изготовлении десертов и кондитерских изделий [1].

Смородина относится к неприхотливым в уходе садовым растениям и при правильном выращивании ее насаждения формируют очень высокие урожаи (до 14 т/га ягод). При этом потери от вредителей в зависимости от условий среды, температуры в зимнее время и в течение вегетационного периода могут достигать от 25 до 50% [2]. Одна из самых распространенных групп вредителей – насекомые, как специализированные, так

и многоядные [3]. Среди фитофагов черной смородины доминируют полифаги – 75%, на долю олигофагов приходится 14,7%, монофагов – 9,8% [4].

Из-за того, что с уменьшением урожая от повреждения фитофагами хозяйства несут финансовые потери, необходимо использовать защитные мероприятия для борьбы с ними. В то же время ягоды широко используют в свежем виде и для приготвления детского питания, поэтому применение различных химических пестицидов жестко регламентировано. В связи с этим оптимизация фитосанитарного состояния многолетних насаждений ягодных кустарников, к которым относится черная смородина, должна проводиться, прежде всего, экологически безопасными методами [5].

Цель наших исследований – изучение видового состава фитофагов смородины черной и определение возможности контроля их численности при использовании экологически безопасных препаратов в условиях Кемеровской области.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи: выявить видовой состав и хозяйственную значимость вредителей смородины черной; дать оценку поврежденности сортов этой культуры основными вредителями; определить эффективность биологических препаратов.

Условия, материалы и методы. Полевые эксперименты проводили по общепринятым методикам на посадках черной смородины сортов Ксюша (стандарт), Рита, Черный жемчуг, Агролесовская, Мила, Пушистая в ООО «Плодопитомник» Прокопьевского района Кемеровской области в 2013-2014 гг.

В ходе исследований оценивали устойчивость сортов смородины черной к таким наиболее распространенным на территории плодопитомника фитофагам, как смородинный почковый клещ (*Cecidophyes ribis* Westw.), крыжовниковая огневка (*Zephodia convolutella* Hbn), смородинная моль (*Lampronia (Incurvaria) capitella* Cl).

Устойчивость к почковому клещу оценивали осенью, после листопада, и весной, до распускания почек, обследуя каждый куст. При этом, по мнению Н.Н. Горбунова (2001), более точную информацию дают весенние учёты, в связи с тем, что осенью не все заселённые почки приобретают округлую форму [6].

Степень повреждения кустов оценивали визуально в баллах по общепринятой пятибалльной шкале: 0 – нет признаков повреждения; 1 – повреждение единичных почек; 2 – слабое повреждение; 3 – повреждение средней степени (до 30%); 4 – сильное повреждение (31-50%); 5 – очень сильное повреждение (более 50% почек). В случае, когда на сортах не отмечали характерных симптомов повреждения, дополнительно оценивали почки под биноклем по 5-и произвольно срезанным ветвям с каждого куста. Для оценки подбирали кусты в возрасте 5-6 лет и старше, так как согласно современным данным заселение растения вредителем происходит не одновременно во времени и пространстве [3]. При оценке устойчивости к огневке и смородинной моли обследовали 5 ветвей с разных сторон, вычисляя процент повреждения из наличия повреждённых ягод от общего их количества на побегах [6].

Таблица 1. Фитофаги смородины черной на территории ООО «Плодопитомник» (2013-2014 гг.)

Название	Пищевая специализация	Повреждаемые органы растений
Класс Паукообразные (Arachnida) отряд Тромбидиформные клещи (Trombidiformes)		
Сморodinный почковый клещ (<i>Cecidophyes ribis</i> Westw.)	монофаг	почки
Класс Насекомые (Insecta) отряд Чешуекрылые (Lepidoptera)		
Крыжовниковая огнёвка (<i>Zephodia convolutella</i> Hbn)	олигофаг	ягоды
Сморodinная моль (<i>Lampronia (Incurvaria) capitella</i> Cl)	монофаг	почки, ягоды
Отряд членистоногие (Hemiptera)		
Тля листовая галловая (<i>Cryptomyzus ribis</i> L.)	олигофаг	листья

В качестве экологически безопасных препаратов использовали фитOVERM и лепидоцид. ФитOVERM – инсектицид и акарицид биологического происхождения кишечного-контактного действия для защиты цветочных культур открытого и защищенного грунта. В его состав

входит этанольный экстракт авермектинов из мицелиальной массы актиномицета *Streptomyces avermitilis* штамма ВНИИСХМ-54 или ВНИИСХМ-51. Препарат вызывает паралич, а затем и гибель вредителей. Лепидоцид – биологический инсектицидный препарат, предназначенный для защиты лесных, сельскохозяйственных и парковых культур от гусениц чешуекрылых насекомых. Действующая основа – кристаллообразующая бактерия *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, активный ингредиент – спорокристаллический комплекс, в связи с чем он не обладает фитотоксичностью, не накапливается в растениях и плодах, гарантирует получение экологически безопасной продукции [7].

Изучение эффективности применения биопрепаратов против основных фитофагов смородины проводили только на сорте Ксюша. Согласно рекомендациям Списка разрешенных препаратов (2014) ФитOVERM, КЭ (2 г/л) использовали против всего комплекса фитофагов, а Лепидоцид, СК (10 000 спор на титр) против чешуекрылых вредителей (крыжовниковая огневка и почковая моль). Для сравнения эффективности биологических препаратов использовали химический инсектицид Командор, ВРК (200 г/л).

Обработку растений проводили в период формирования завязи ручным опрыскивателем «ORION-6». Норма расхода препарата ФитOVERM составляла 0,8-1,2 л/га; Лепидоцид, СК – 1-1,5 л/га; Командор, ВРК 0,2-0,25 л/га. В качестве контроля выступали растения без обработки. Эффективность действия препаратов учитывали через 5 сут.

Для расчета биологической эффективности препарата использовали формулу Аббота. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с помощью программы SNEDECOR для Windows.

Результаты и обсуждение. На территории ООО «Плодопитомник» среди вредителей черной смородины отмечены сморodinный почковый клещ (*Cecidophyes ribis* Westw.), крыжовниковая огнёвка (*Zephodia convolutella* Hbn), сморodinная моль (*Lampronia (Incurvaria) capitella* Cl) и тля листовая галловая (*Cryptomyzus ribis* L.).

Два из этих видов относятся к монофагам, два – к олигофагам (табл. 1).

Наиболее распространенными вредителями были сморodinный почковый клещ, крыжовниковая огнёвка и сморodinная моль. Тля листовая галловая встречалась крайне редко. Поражения растений этим фитофагом не превышали в исследуемый период пороговых значений (ЭПВ = 3-5% поврежденных почек).

Результаты статистического анализа заселенности почковым клещом свидетельствуют, что зависимость от сезона наблюдений (осень и весна) отсутствовала. Однако между растениями смородины черной разных сортов различия были значительными (табл. 2).

Таблица 2. Степень устойчивости сортов черной смородины к почковому клещу и чешуекрылым на территории ООО «Плодопитомник» (2013-2014 гг.)*

Сорт	Почковый клещ			Чешуекрылые		
	поврежденность, %	балл поврежденности	степень устойчивости	поврежденность, %	балл поврежденности	степень устойчивости
Ксюша (стандарт)	43,2	5	низкая	13,5	4	низкая
Рита	4,9	3	средняя	1,2	1	высокая
Черный жемчуг	2,7	0	высокая	0	0	Высокая
Агролесовская	9,3	3	средняя	0,5	0	Высокая
Мила	1,5	0	высокая	0,75	1	Высокая
Пушистая	3,2	2	средняя	2	2	Средняя
НСР ₀₅	13,9			3,3		

*обследовали по 50 кустов каждого сорта.

Сморodinным почковым клещом в большей степени повреждался сорт Ксюша (43,2%), в то время как сорта Черный жемчуг и Мила демонстрировали высокую степень устойчивости к этому вредителю. Повреждение почек у этих сортов находилось на уровне 2,7% и 1,5% соответственно.

Кроме того, в 2013-2014 гг. было отмечено значительное повреждение растений чешуекрылыми. При этом установлено, что в большей степени повреждался сорт Ксюша – в среднем 13,5%, что выше пороговых значений (ЭПВ = 3-5% поврежденных почек). Повреждение остальных сортов не превышало экономического порога вредоносности.

В связи с тем, что сорта Рита, Черный жемчуг, Агролесовская, Мила, Пушистая отличались средней и высокой степенью устойчивости к фитофагам,

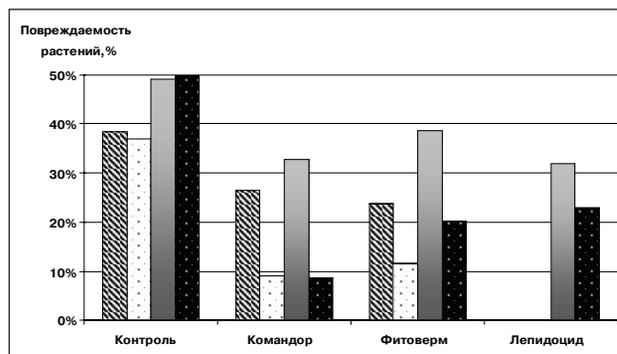


Рис. 1. Эффективность применения препаратов против комплекса фитофагов (2013-2014 гг.): ▨ – клещ до обработки; □ – клещ после обработки; ■ – чешуекрылые до обработки; ▩ – чешуекрылые после обработки.

их посадки в дальнейшем не подвергали обработке инсектицидами. На наш взгляд, возделывание этих устойчивых сортов позволит значительно сократить затраты на применение пестицидов и одновременно снизить отрицательное воздействие на окружающую среду.

В результате обработки фитOVERMом количество поврежденных клещом растений достоверно снизилось, по сравнению с контролем, в 2 раза, чешуекрылыми вредителями – в 1,5 раза (рис. 1). Лепидоцид обеспечивал контроль численности чешуекрылых. В результате его применения количество поврежденных растений уменьшилось на 9%.

Биологическая эффективность лепидоцида против чешуекрылых вредителей составила 59%, фитOVERMа – 69,3%. В отношении почкового клеща у фитOVERMа она была равна 70,2%. Эффективность химического инсектицида против чешуекрылых вредителей и смородинного почкового клеща в среднем составила 76,6 и 74,6% соответственно.

Анализ урожайности сорта Ксюша показал (рис. 2), что продуктивность исследуемой культуры в 2013 г. составила при обработке фитOVERMом 2,4 т/га, лепидоцидом – 2,2 т/га ($HCP_{05}=0,21$), в 2014 г. величина этого показателя в обоих вариантах была равна 2,1 т/га ($HCP_{05}=0,22$). Это ниже, чем после химобработки, соответственно, на 0,2-0,4 т/га (при обработке фитOVERMом) и на 0,4 т/га (при обработке лепидоцидом), однако больше, чем в контроле, на 0,6-0,8 т/га (фитOVERM) и 0,6 т/га (лепидоцид).

При этом использование биопрепаратов обеспечивает высокую степень экологической безопасности для

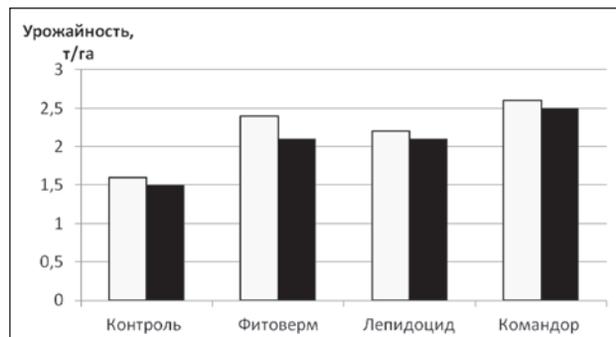


Рис. 2. Урожайность сорта Ксюша: □ – 2013 г.; ■ – 2014 г.

растений и полезной энтомофауны, а также снижение нагрузки на окружающую среду [8, 9].

Выводы. В результате исследования выявлены наиболее распространенные вредители черной смородины в условиях Кемеровской области, к числу которых относятся крыжовниковая огневка, смородинная почковая моль и смородинный почковый клещ. Наиболее устойчивы к этим вредителям сорта Черный жемчуг и Мила, меньшую устойчивость проявляет сорт Ксюша. Биологическая эффективность биопрепаратов в полевых условиях составила 59-70,2% и была ниже, чем при использовании химпрепарата, в отношении почкового клеща на 4,4%, в отношении чешуекрылых вредителей – на 7,3-17,6%. При этом обработка биологическими препаратами позволила повысить урожайность сорта Ксюша, по сравнению с контролем, на 0,6-0,8 т/га (при обработке фитOVERMом) и 0,6 т/га (при обработке лепидоцидом).

Литература.

1. Сорта плодовых, ягодных и овощных культур для Западной Сибири / А.М. Белых, В.Ф. Северин, А.Б. Горбунов, Н.Н. Чернышева // Новосибирск, 2006. 409 с.
2. Витковский В.Л. Плодовые растения мира. Спб.: Издательство «Лань», 2003. 592 с.
3. Чурилина Т.Н. Видовое разнообразие насекомых-фитофагов черной смородины в условиях оренбургского степного Зауралья // Вестник ОГУ. 2009. №6. С. 418–420.
4. Зейналов А.С. Паразитизм и хищничество представителей типа Arthropoda в агробиоценозах основных ягодных культур: автореф. дис.... д.б.н. М., 2008. 43 с.
5. Зейналов А.С. Защита черной смородины // Защита и карантин растений. 2005. № 9. С. 38–42.
6. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в 2014 году. М., 2014. 580 с.
7. Горбунов Н.Н. Фитосанитарный контроль за вредителями и сорняками сельскохозяйственных культур в Сибири: учебное пособие. Новосибирск: НГАУ, 2001. 146 с.
8. Васькин М.А., Штерншис М.В. Лепидоцид и ФитOVERM против фитофагов черной смородины // Сиб. вестн. с.-х. науки. 2006. № 3. С. 48–53.
9. Штерншис М.В. Экологические основы биологической защиты растений // Защита растений в Сибири: Сб. науч. тр. / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Новосибирск, 2003. С. 3–8.

USE OF ENVIRONMENTALLY SAFE MEANS TO CONTROL THE NUMBER OF BLACKCURRANT PHYTOPHAGES IN KEMEROVO REGION

S.N. Vityaz, Y.A. Golovina

Kemerovo State Institute of Agriculture, ul. Markovtseva 5, Kemerovo, 650056, Russian Federation

Summary. The application of biological products for growing berries remains of current importance for several reasons. Biological products have a high degree of environmental safety for plants and useful entomofauna, as well as it can reduce the stress for the environment. Blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) is one of the most valuable berries grown in Siberia. More than 75 different kinds of pests damage currants. The most widespread pests are the gooseberry fruit moth (*Zephodia convolutella* Hbn), bud mite (*Cecidophyes ribis* Westw.), currant moth (*Lampronia (Incurvaria) capitella* Cl), some species of aphids, spider mites, scale insects and others. In this paper we study the effect of biological agents on the number of blackcurrant phytophages in the Western Siberia. Field experiments were carried out in 2013 and 2014 according to the conventional techniques in plantings of black currant in OOO "Plodopitomnik" of Prokopyevsk district of Kemerovo region. The biological characteristics of currant bud mite and such lepidopterous insects (Lepidoptera) as gooseberry fruit moth and currant moth were examined. The varieties of black currant Ksyusha (standard), Rita, Cherny Zhemchug, Agrolesovskaya, Mila, Pushistaya were evaluated for the resistance to phytophages and the effectiveness of biological preparations was estimated. It was found that the variety Ksyusha was damaged by phytophages most of all. Determining the effectiveness of black currant treatment against phytophages, we used the conventional techniques to evaluate black current resistance to bud mite and lepidopterous pests. The conducted studies revealed high biological efficacy of the lepidocide and phytoverm preparations. Against lepidopterous pests it was on the average 59 and 69.3%, correspondingly.

Keywords: currant bud mite, gooseberry fruit moth, currant bud moth, blackcurrant, biological preparation, phytoverm, lepidocide, biological efficiency, phytophages.

Author Details: S.N. Vityaz, Cand. Sc. assoc. prof. (e-mail: svetlana_vityaz@mail.ru); Y.A. Golovina, assist. (e-mail: jeniadulova@mail.ru)

For citation: Vityaz S.N., Golovina Y.A. Use of Environmentally Safe Means to Control the Number of Blackcurrant Phytophages in Kemerovo Region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. Pp. 49-51 (In Russ.).

БИОТИПНЫЙ СОСТАВ И ЧИСТОСОРТНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ПРОЛАМИНАМ ЗЕРНА

М.М. КОПУСЬ, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: biokhimiya.vniizk@mail.ru)

Н.Г. ИГНАТЬЕВА, старший научный сотрудник, зав. лабораторией

Д.П. ДОРОХОВА, младший научный сотрудник

Н.С. КРАВЧЕНКО, научный сотрудник

Н.И. САРЫЧЕВА, старший научный сотрудник

Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур, Научный городок, 3, Зерноград, Ростовская обл., 347740, Российская Федерация

Резюме. Во Всероссийском научно-исследовательском институте зерновых культур им. И.Г. Калининко в 2012-2014 гг. проведены исследования с целью сортовой идентификации по аллелям проламиновых белков зерна, составления эталонных спектров сортов, передаваемых в ГСИ, определения биотипного состава и соотношения биотипов в полиморфных сортах, а также наличия примесей для дальнейшей возможности отслеживания и поддержания в первичном семеноводстве сортовых (генетических) качеств семян и их сохранности (подлинности) лабораторными методами. Материалом для исследований послужили 8 перспективных сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного (Кипчак, Бонус, Казачка, Лучезар) и полунтенсивного (Капитан, Капризуля, Адмирал, Краса Дона) типа селекции ВНИИЗК им. И.Г. Калининко, которые находятся в ГСИ. Электрофорез белков зерна пшеницы (глиадинов) проводили на крахмальном геле в алюминий лактатном буфере (рН 3, 1), идентификацию аллелей глиадинкодирующих локусов – в соответствии с каталогом, SDS седиментацию – согласно научно-практическим рекомендациям, разработанным во ВНИИЗК им. И.Г. Калининко. Сорт Капризуля состоит из 2-х биотипов, остальные исследованные сорта – мономорфны. Выявлены примеси в сортах Казачка (3%) и Адмирал (2%). Обнаружены мутации у сорта Бонус – Gld 1D2 (снижение интенсивности 1-го компонента блока) и Казачка – Gld 1D0 (делеция всего аллеля – блока). Сорта Лучезар и Краса Дона были сходными по глиадиновым спектрам.

Ключевые слова: сорта, пшеница, глиадины, полиморфизм, биотипный состав, примеси, сортовые качества семян.

Для цитирования: Биотипный состав и чистосортность сортов озимой мягкой пшеницы по проламинам зерна / М.М. Копусь, Н.Г. Игнатъева, Д.П. Дорохова, Н.С. Кравченко, Н.И. Сарычева // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 52-54.

Озимая мягкая пшеница на юге России – главная зерновая продовольственная культура. Новые ее сорта создаются преимущественно для интенсивных и полунтенсивных технологий выращивания. Зерновая продуктивность нового сорта – это генетический признак, который важно не растерять в процессе первичного семеноводства при проведении индивидуальных отборов, браковок и репродуцирования семян. Для этого необходимо использовать основные апробационные признаки в полевых условиях и полиморфизм белков зерна (глиадинов) – в лабораторных условиях [1]. Благодаря своей простоте и высокой эффективности метод

электрофореза белков широко используют в разных лабораториях мира – это объект стандартизации таких международных организаций, как ISTA, UPOV [2].

Биотипы по глиадинам не должны отличаться по морфологии (иначе сорт не пройдет полевую апробацию) и обязательно должны быть представлены более чем 5%. Как правило, очень малые биотипы при первичном семеноводстве изымаются. Сорт считается мономорфным, если имеет один биотип. С такими сортами проще вести семеноводство и их сохранность повышается. Во всем мире стремятся создавать именно такие сорта, однако полиморфные – могут быть более устойчивы биологически, как микро популяции [3]. Например, сорт Донская безостая, которая находится в Госреестре (районировании) более 35 лет, состоит из 4 биотипов [4].

Цель исследований – осуществить сортовую идентификацию по аллелям проламиновых белков зерна, составить эталонные спектры сортов, передаваемых в ГСИ, установить биотипный состав и соотношение биотипов в полиморфных сортах, определить наличие примесей для дальнейшей возможности отслеживания и поддержания в первичном семеноводстве сортовых (генетических) качеств семян и их сохранности (подлинности) лабораторными методами.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в 2012-2014 гг. во Всероссийском НИИ зерновых культур им. И.Г. Калининко.

Материалом для изучения послужили 8 сортов озимой мягкой пшеницы селекции НИИ зерновых культур им. И.Г. Калининко: интенсивного (Казачка, Бонус, Кипчак, Лучезар) и полунтенсивного (Адмирал, Капризуля, Краса Дона, Капитан) типа, которые в 2015 г. находились в Государственном сортоиспытании.

Электрофорез белков зерна пшеницы (глиадинов) проводили на крахмальном геле в алюминий лактатном буфере (рН 3, 1) по методической рекомендации М.М. Копусь [4]. Идентификацию аллелей глиадинкодирующих локусов осуществляли в соответствии с каталогом [5, 6], SDS седиментацию – согласно научно-практическим рекомендациям [7].

При передаче сортов пшеницы в Государственное сортоиспытание мы изучали как суммарный спектр

Таблица 1. Внутрисортной полиморфизм по глиадинам перспективных сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа

Сорт	Биотип		Глиадин							оцен-ка*	SDS седиментация (2012-2014 гг.), мл
	№	%	1A	1B	1D	6A	6B	6D			
Кипчак	Σ	100	3	1	4	3	1	1	X ⁺⁺	56	
	1б	100	3	1	4	3	1	1	X ⁺⁺		
Бонус	Σ	100	4	1	2	3	1	2	X [*]	54	
	1б	99	4	1	2	3	1	2	X [*]		
Казачка	16/м	1	4	1	2м	3	1	2	X [*]	53	
	Σ	100	4	1	2	3	1	1	X [*]		
Лучезар	1б	96	4	1	2	3	1	1	X [*]	54	
	Примесь	1	4	7	2	1	1	1	X [*]		
	Примесь	1	4	1	7	1	1	1	X [*]		
	Примесь	1	4	1	1	1	1	1	X		
	Мутация	1	4	1	0	3	1	1	X [*]		
Лучезар	Σ	100	3	1	7	1	1	1	X [*]	54	
	1б	98	3	1	7	1	1	1	X [*]		
	Примесь	2	3	1	7	3	1	1	X ⁺⁺		

X – нет отрицательных для качества аллелей; X^{} тоже, что X и + по одному локусу полужительный аллель; X⁺⁺ тоже, + два аллеля по двум локусам

Таблица 2. Внутрисортной полиморфизм по глинам перспективных сортов озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа

Сорт	Биотип		Глиадин						оцен-ка*	SDS седимен-тация (2012-2014 гг.), мл
	№	%	1A	1B	1D	6A	6B	6D		
Капитан	Σ	100	3	1	1	3	1	1	X ⁺	50
	1б	100	3	1	1	3	1	1	X ⁺	
Капризуля	Σ	100	3	1	7+1	3	1	1	X ⁺⁺	54
	1б	62	3	1	7	3	1	1	X ⁺⁺	
Адмирал	2б	38	3	1	1	3	1	1	X ⁺	63
	Σ	100	4	1	7	1	1	2	X ⁺⁺	
	1б	98	4	1	7	1	1	2	X ⁺⁺	
	Примесь	1	4	1	1	1	1	1	X	
Краса Дона	Примесь	1	3	1	7	3	1	1	X ⁺⁺	56
	Σ	100	3	1	7	1	1	1	X ⁺	
	1б	100	3	1	7	1	1	1	X ⁺	

*X – нет отрицательных для качества аллелей; X⁺ то же, что X и + по одному локусу по-ложительный аллель; X⁺⁺ то же, + два аллеля по двум локусам

электрофореграмм (для этого размалывали примерно по 1000 зерен от каждого образца), так и спектры отдельных зерен сорта (по 100 шт. от каждого образца) по глинам (спирторастворимые белки). Их фото-графировали и использовали в качестве эталонов при дальнейшей идентификации сортов лабораторными методами. Работая с таким объемом, есть возможность установить биотипный состав сорта и наличие примесей. Эти сведения необходимы для контроля семян сортов, находящихся в обороте (первичное семеноводство, производство оригинальных семян, элиты и 1-3 репродукции).

Математическую и статистическую обработку про-водили с помощью программ Statistica 0.6 и Excel.

Результаты и обсуждение. Все изученные пер-спективные сорта озимой мягкой пшеницы интен-сивного типа были монорфны – представлены одним биотипом на 97-100% (табл. 1). Основной биотип (1б) идентичен по аллельному составу глинатов суммар-ному спектру (Σ).

В сорте Лучезар нетипичными были всего 2% зерен, которые имели идентичный глиадин и отличались на-личием аллелей Gld 6A3 – вместо Gld 6A1. Поэтому при внесении сорта в Госреестр, мы рекомендуем изъять линии с Gld 6A3, даже если они по морфологическим признакам сходны с сортом Лучезар.

У сорта Казачка из 100 проанализированных зерен 3 имели нетипичный с основным биотипом глиадин, причем он был разным по аллелям Gld 1B, Gld 1D, Gld 6A. Если сорт будет внесен в Госреестр, то при пер-вичном семеноводстве, такие семена следует изъять, потому что велика вероятность гибели растений из них при перезимовке. Мутация Gld 1D 0 встречается при анализе сортов по отдельным зернам периодически. Впервые мы обнаружили ее еще в 1977 г. [8]. Она ведет к улучшению качества зерна, но заметно снижается морозостойкость. Поэтому сортов с Gld 1D0 до сих пор нет.

В популяции сорта Бонус тоже 1 зерно из 100 про-анализированных отличалось тем, что 1-й компонент аллеля Gld 1D2 имел интенсивность примерно в 2 раза меньшую, чем 2-й, что не характерно для этого аллеля. Такие изменения периодически встречаются, и они характерны для пшениц, выращенных в северных райо-нах Российской Федерации, где растения не успевают созреть до холодов. Вероятно, здесь также произошла

задержка в синтезе белка этого компонента. Однако подобные изменения не накапливаются в сорте при репродукции.

У сорта Кипчак не вы-явлено никаких отклонений в аллельном составе глинатов и не обнаружено не-типичных зерен. Отмечено полное совпадение суммар-ного спектра с биотипом (анализ зерен). Однако это не значит, что при репро-дукции в сорт не могут попасть примеси.

В целом все перспек-тивные сорта интенсивного типа хорошо различимы между собой по глинам, что очень важно для их идентификации лабораторными методами.

За три года конкурсных испытаний по SDS-седиментации все сорта интенсивного типа показали хорошее качество зерна – 53-56 мл (см. табл. 1).

Среди изученных по глинам образцов озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа не обнаруже-но содержания отрицательных для качества аллелей. Сорт Капитан был монорфным без примесей. Сорт Капризуля включал 2 биотипа, причем 1-й из них имел аллель Gld 1D7 (2%), во втором биотипе этот аллель отсутствовал, но был в наличии Gld 1D1 (38%). Сорт Адмирал состоял из одного биотипа (1б – 98%). В нем выявлено 2% зерен с отличающимся глиадином по локусам Gld 1D и Gld 1A. У сорта Краса Дона все зерна были представлены только одним биотипом сходным с суммарным спектром (табл. 2).

За три года конкурсных сортоиспытаний Адмирал показал и самое высокое качество (63 мл). Остальные сорта характеризовались хорошим качеством зерна (50-56 мл).

Все представленные сорта полуинтенсивного типа отличаются между собой по аллелям глинатов, что очень важно для их идентификации по зерну лабора-торными методами.

Выводы. Из 8 перспективных сортов озимой мяг-кой пшеницы полиморфным по аллельному составу глинатов оказался только сорт Капризуля – включает 2 биотипа. Остальные 7 сортов (Кипчак, Бонус, Казач-ка, Лучезар, Капитан, Адмирал и Краса Дона) – моно-морфны. Примеси установлены в сортах Казачка (3%) и Адмирал (2%). При анализе отдельных зерен выявлены мутации в глиадинкодирующих аллелях: у сорта Бонус – Gld 1D2м – снижение интенсивности 1-го компонента блока, и у сорта Казачка – Gld 1D0 – деление всего аллеля (блока компонентов).

Все изученные сорта хорошо отличимы между собой по глинам, что очень важно для их идентификации лабораторными методами. По SDS-седиментации все сорта за 3 года конкурсных испытаний показали хоро-шее (50-54 мл) и высокое (56-63 мл) качество зерна.

Полученные сведения помогут селекционерам и семеноводам оперативно отслеживать чистосортность и биотипный состав сортов, что будет способствовать получению высококачественных семян.

Литература.

1. Грабовца А.И., Фоменко М.А. Озимая пшеница. Монография. Ростов-на-Дону: ООО Издательство «Юг», 2007. 600с.
2. Контроль генетичної чистоти насіння методом електрофорезу запасних білків / М.В. Червоніс, О.М. Благодарова, І.О. Сурженко, Ю.В. Кісельов // Збірник наукових праць СГП – НЦНС. Одеса: Друкарня-КПОМД, 2011. вип. 17 (57). С. 76–85.

3. Поморцев А.А., Лялина Е.В. Использование электрофоретического анализа запасных белков зерна в лабораторном контроле сортовых качеств семян // Вестник семеноводства в СНГ. 2000. №4. С. 20–24.
4. Копусь М.М. Исследование полиморфизма глиадина методом электрофореза в крахмальном геле: методические рекомендации. Ростов-на-Дону: НПО «Дон», 1988. 34 с.
5. Попереля Ф.О. Три основні генетичні системи якості зерна озимої м'якої пшениці // Збірник наукових праць. Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України. Одеса: Друкарня-КПОМД, 1996. С. 117–132.
6. Проламины зерна и использование их генетического полиморфизма в селекции на Дону / М.М. Копусь, Е.М. Копусь, М.А. Фоменко, А.В. Крохмаль // Селекция, семеноводство и возделывание полевых культур. Ростов-на-Дону: ООО Издательство «Юг», 2004. С. 234–241.
7. SDS-седиментация в поэтапной оценке селекционного материала озимой пшеницы по качеству зерна: научно-практические рекомендации / Н.Е. Самофалова, М.М. Копусь, О.В. Скрипка, Д.М. Марченко, А.П. Самофалов, Н.П. Иличкина, Т.А. Гричаникова. Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2014. 32 с.
8. Созинов А.А., Копусь М.М. Мутация глиадинкодирующего локуса хромосомы 1D // Цитология и генетика. 1983. Т. 17. № 2. С. 19–24.

BIOTYPE COMPOSITION AND IDENTITY OF VARIETIES OF WINTER WHEAT ACCORDING TO GRAIN PROLAMINES

M.M. Kopus, N.G. Ignatieva, D.P. Dorokhova, N.S. Kravchenko, N.I. Sarycheva

All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko, Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostovskaya obl., 347740, Russian Federation.

Summary. In 2012-2014 in I.G. Kalinenko All-Russian Research Institute of Grain Crops the investigations were carried out. The aim of them was to identify varieties according to their alleles of prolamines; to compile reference spectrums of the varieties passed to SVT; to determine biotype content and correlation of biotypes in polymorphic varieties; to find admixtures for further monitoring and maintaining of varietal (genetic) quality of seeds and their preservation (authenticity) in the primary seed-growing by means of laboratory methods. The material for the researches were eight promising varieties of soft winter wheat of breeding of the All-Russian Research Institute of Grain Crops: the varieties of the intensive type (Kipchak, Bonus, Kazachka, Luchezer) and varieties of the semi-intensive type (Kapitan, Kaprizulya, Admiral, Krasa Dona), which are being tested in the SVT at present. The electrophoresis of wheat proteins (gliadins) was carried out on a starch gel in aluminum lactate buffer (pH 3.1), identification of alleles of gliadin-coding loci was done according to the catalogue and SDS-sedimentation was carried out according to recommendations of the All-Russian Research Institute of Grain Crops. The Kaprizulya variety consists of two biotypes, the other seven studied varieties are monomorphous. It was identified admixture in the Kazachka variety (3%) and Admiral (2%). It was detected mutations in the Bonus variety – Gld 1D2 (a decrease in the intensity of the first component of the block) and Kazachka – Gld 1D0 (the deletion of the whole allele (block)). The varieties Luchezer and Krasa Dona showed similarity in gliadin spectrums.

Keywords: varieties, wheat, gliadins, polymorphism, biotype content, admixtures, variety seed quality.

Author Details: M.M. Kopus, D. Sc. (Biol.), leading research fellow (e-mail: biokhimiya.vniizk@mail.ru); N.G. Ignatieva, head of laboratory; D.P. Dorokhova, junior research fellow; N.S. Kravchenko, research fellow; N.I. Sarycheva, senior research fellow.

For citation: Kopus M.M., Ignatieva N.G., Dorokhova D.P., Kravchenko N.S., Sarycheva N.I. Biotype Composition and Identity of Varieties of Winter Wheat according to Grain Prolamines. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No. 11. Pp. 52-54 (In Russ.).

Требования к оформлению статей в журнале «Достижения науки и техники АПК»

В статье должно быть кратко изложено состояние дел по изучаемой проблеме со ссылками на публикации (желательно не менее трех ссылок). Затем указаны цели, задачи, условия и методы исследований. Подробно представлены результаты экспериментов и их анализ. Сделаны выводы и даны предложения производству. В статье следует по возможности выделять следующие блоки: введение; цель и задачи исследований; условия, материалы и методы исследований; результаты исследований; выводы.

Вместе со статьей должны быть представлены перевод названия на английский язык; аннотация (200-250 слов) на русском и английском языках; ключевые слова на русском и английском языках; полные почтовые адреса всех учреждений, в которых работают авторы, на русском и английском языке; ученые степени и должности авторов на русском и английском языке код УДК; библиографический список.

В тексте ссылка на источник отмечается соответствующей цифрой в квадратных скобках в порядке цитирования. В списке литературы приводятся только те источники, на которые есть ссылка в тексте. Использование цитат без указания источника информации запрещается.

Материал для подачи в журнал набирается в текстовом редакторе Word версия не ниже 97 файл с расширением *.rtf.

Объем публикации 10-14 стр. машинописного текста набранного шрифтом Times New Roman, размер кегля 14 с полуторным интервалом. На 2,5 страницы текста допускается не более 1 рисунка или таблицы.

Статьи необходимо направлять с сопроводительным письмом с указанием сведений об авторах (фамилия, имя, отчество – полностью, ученая степень, место работы и занимаемая должность) на русском и английском языке, контактных телефонов и адреса электронной почты для обратной связи.

На публикацию представляемых материалов необходимо письменное разрешение и рекомендация руководства организации, на средства которой проводились исследования. Его вместе с одним экземпляром рукописи, подписанным авторами, и статьей в электронном виде нужно отправлять по адресу: 101000, г. Москва, Моспочтамт, а/я 166, ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК». Для ускорения выхода в свет материалы в электронном виде можно направлять по адресу: agroark@mail.ru.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Несоответствие статьи по одному из перечисленных пунктов может служить основанием для отказа в публикации.

Все рукописи, содержащие сведения о результатах научных исследований, рецензируются, по итогам рецензирования принимается решение о целесообразности опубликования материалов.

РЕАКЦИЯ СОРТА ОЗИМОЙ РЖИ ФАЛЕНСКАЯ 4 В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДОВЫХ ФАКТОРОВ

Е.И. УТКИНА¹, кандидат биологических наук, зав. лабораторией (e-mail: utkina.e.i@mail.ru)

Л.И. КЕДРОВА¹, доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом

Е.А. ШЛЯХТИНА², зав. лабораторией

Е.С. ПАРФЕНОВА¹, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник

М.Г. ШАМОВА¹, научный сотрудник

В.А. СЫСУЕВ¹, академик РАН, директор (e-mail: niish-sv@mail.ru)

Жень ЧАНЧЖУН³, академик РАН (иностраный член), президент

¹Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока, ул. Ленина, 166-а, Киров, 610007, Российская Федерация

²Фаленская селекционная станция, ул. Тимирязева, 3, пос. Фаленки, Кировская обл., 612500, Российская Федерация

³Байченская Сельскохозяйственная академия, ул. Шаньхе, 17, Байчен, провинция Цзилинь, 137000, КНР

Резюме. Озимая рожь – наиболее приспособленная к условиям северного земледелия России культура. Существенный фактор формирования максимально возможной и стабильной урожайности зерна – сорт. Один из широко распространенных и востребованных в России сортов ржи – Фаленская 4. За годы изучения в условиях г. Кирова (2000-2013 гг.) его средняя урожайность составила 5,21 т/га, регенерационная способность растений при ежегодном 100%-ном поражении снежной плесенью – 96%, зимостойкость – 8,6 балла, устойчивость к полеганию – 7,7 балла. При изучении сорта на разных почвенных фонах (обычном и провокационном по кислотности и содержанию алюминия) на Фаленской селекционной станции (Кировская область, Россия) средняя урожайность Фаленской 4 в условиях эдафической нагрузки составила 3,04 т/га (61,2% к обычному фону), что значительно выше, чем у сорта-индикатора Кировская 89. В нейтральных условиях почвенного фона сбор зерна сорта Кировская 89 достигал 4,14 т/га, а эдафическая нагрузка привела к его снижению до 1,8 т/га, или до 43,5% к обычному фону. Недобор урожая происходит в основном из-за снижения регенерационной способности растений на 39,8% и продуктивной кустистости на 26,7%. Благодаря высокой адаптивности и устойчивости сорта Фаленская 4 к условиям эдафической нагрузки, он входит в число лидеров по занимаемым площадям озимой ржи в России. Сорт можно рекомендовать в качестве источника алюмо- и кислотоустойчивости в селекции культуры. В 2013-2014 гг. сорт Фаленская 4 проходил испытание в КНР (Baicheng, China). Выявлена возможность его выращивания на солончаковых почвах при дефиците влаги.

Ключевые слова: озимая рожь, сорт, урожайность, зимостойкость, регенерация, кислотность почвы, солончаковые почвы, ионы алюминия, устойчивость.

Для цитирования: Реакция сорта озимой ржи Фаленская 4 в экстремальных условиях средовых факторов / Е.И. Уткина, Л.И. Кедрова, Е.А. Шляхтина, Е.С. Парфенова, М.Г. Шамова, В.А. Сысуев, Жень Чанчжун // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. №11. С. 55-57.

Перед селекцией сельскохозяйственных культур стоит постоянная задача совершенствования сортов с учетом интенсификации земледелия и почвенно-климатических особенностей региона [1]. В условиях северного земледелия России, к которым наиболее

приспособлена озимая рожь, сорт – один из значимых факторов формирования максимально возможной и стабильной урожайности зерна.

Для Северо-Востока европейской части Российской Федерации характерны подзолистые и дерново-подзолистые почвы с низким уровнем естественного плодородия, более 70% которых отличаются повышенной кислотностью и высоким содержанием подвижных форм ионов Al^{3+} [2]. Отрицательное действие алюминия на растения усиливается при pH ниже 4,5 [3].

Кислые почвы имеют неблагоприятные биологические, химические и физические свойства. Их коллоидная часть бедна кальцием и другими основаниями, деятельность полезных почвенных микроорганизмов сильно подавлена, повышенная кислотность способствует развитию в почве грибов, среди которых много возбудителей болезней растений. В таких условиях снижение урожайности зерновых культур может достигать 85% [4].

Рожь характеризуется большей устойчивостью к кислым почвам, чем другие зерновые культуры. Она меньше реагирует на кислую среду и развивается весьма успешно в широком диапазоне pH [5]. Тем не менее, на фоне эдафического стресса рост ржи ослабевает, ухудшается перезимовка.

Селекция на алюмо- и кислотоустойчивость озимой ржи получила большое развитие в Польше и Португалии, в которых так же существует проблема создания кислотовыносливых сортов. Однако изучение сортов, устойчивых к эдафическому стрессу, выведенных в этих странах, в условиях Евро-Северо-Востока России показало их абсолютную непри приспособленность к агроклиматическим особенностям региона по зимостойкости и биотической устойчивости.

В результате исследований с использованием классических методов селекции, а также естественных жестких провокационных фонов, способствовавших отбору алюмоустойчивых и высокозимостойких биотипов, ученые НИИСХ Северо-Востока и Фаленской селекционной станцией создали уникальный сорт озимой ржи Фаленская 4. Он характеризуется высокой зимостойкостью и регенерацией после поражения снежной плесенью, потенциал урожайности более 9 т/га, высота растений 98-115 см. С 1999 г. сорт внесен в Госреестр селекционных достижений РФ по Северному, Северо-Западному, Центральному и Волго-Вятскому регионам с допуском к использованию в 27 республиках и областях Российской Федерации. На сегодняшний день это один из наиболее распространенных и востребованных в стране сортов озимой ржи. По количеству высеванных семян в 2014 г. сорт Фаленская 4 занял четвертое место среди более чем 70 сортов, внесенных в Госреестр РФ.

Цель наших исследований – выявить потенциал сорта Фаленская 4 для расширения ареала его распространения и получения стабильного урожая в экстремальных условиях средовых факторов северного земледелия и на низкоплодородных малопродуктивных почвах.

Для ее достижения решали следующие задачи:

проанализировать пластичность сорта за многолетний период по комплексу показателей в естественных условиях произрастания;

выявить степень депрессии основных признаков на фоне эдафического стресса;

изучить возможность выращивания сорта на засоленных почвах.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в НИИСХ Северо-Востока (2000-2014 гг.) на нейтральном фоне (рН – 5,0-5,4), а также на Фаленской селекционной станции (2010-2014 гг.) – на двух почвенных фонах: нейтральном (рН – 6,5; следы подвижного алюминия) и естественном жестком провокационном (рН – 3,78-3,76; Al – 25,5-26,7 мг/100 почвы). В качестве сорта-индикатора по алюмо- и кислотоустойчивости использовали сорт Кировская 89.

Агротехника – общепринятая для региона. Посев проводили по чистому пару в оптимальные сроки с нормой высева 6 млн всхожих семян на 1 га. Опыты заложены в шести повторениях с учетной площадью делянок 10 м². Наблюдения, оценки и учет урожая осуществляли в соответствии с действующей методикой [6].

В годы исследований в НИИСХ Северо-Востока (г. Киров) условия вегетации и зимнего периода отличались между собой по температурному режиму и количеству осадков. За период изучения были годы с оптимальными и экстремальными условиями развития растений.

Критические условия перезимовки сложились в 2005 г., когда температура на глубине залегания узла кущения достигала минус 10°С, что ниже биологической нормы для культуры ржи, однако это позволило оценить сорт на морозоустойчивость.

Неблагоприятным по перезимовке был 2009 г. Резкие перепады температур в осенне-зимний период, вызвавшие многократное промерзание и оттаивание почвы, привели к истощению растений и спровоцировали 100%-ное поражение посевов снежной плесенью. Этот негативный фактор предоставил возможность для определения способности сорта к регенерации.

Резкий дефицит влаги в летний период 2010 г., когда в июле осадков выпало на 74 мм меньше нормы при температуре выше средних многолетних значений на 4°С, создали провокационный фон для оценки засухоустойчивости.

На Фаленской селекционной станции в 2010 г. помимо засухи в период формирования зерна, сложились неблагоприятные условия в зимний период. Во второй декаде декабря наблюдали снижение температуры воздуха до -40°С при высоте снежного покрова до 4 см, что позволило оценить сорта на морозоустойчивость. Условия вегетации 2011-2013 гг. способствовали 100%-ному поражению растений снежной плесенью, повышенная влажность в период летней вегетации – полеганию посевов. В 2014 г. отмечен продолжительный период осенней вегетации (на 43 дн. дольше обычных сроков), что привело к перерастанию растений ржи и поражению снежной плесенью. Также к особенностям этого года относятся жаркая погода и недостаточное количество осадков в конце мая – начале июня, в результате чего фаза колошения наступила почти на 2 недели раньше средних многолетних сроков.

Возможность выращивания сорта Фаленская 4 на засоленных почвах определяли на опытном поле Байченской сельскохозяйственной академии провинции Цилинь, расположенной на северо-востоке КНР. Почвы опытного участка солончаковые – рН < 8, содержание растворенных катионов натрия до 50%. Метеоусловия теплые и влажные. Для провинции характерны ярко выраженные особенности муссонного умеренно-континентального климата. За год накапливается примерно 2700-3600 °С тепла, средняя норма осадков – 550-910 мм, безморозный период длится 120-160 дн. в году. В 2013-2014 гг. первые холода наступили в последней декаде сентября и держались до конца апреля – начала мая.

Результаты и обсуждение. О пластичности сорта свидетельствует анализ показателей хозяйственно ценных признаков по результатам многолетнего (2000-2014 гг.) конкурсного испытания в НИИСХ Северо-Востока (г. Киров). На обычном почвенном фоне, но в разных гидротермических условиях средний урожай зерна культуры был равен 5,21 т/га. Регенерационная способность растений при 100%-ном поражении снежной плесенью составила 96%; зимостойкость по Международному классификатору – очень высокая (8,6 балла), устойчивость к полеганию – высокая (7,7 балла). Хлебопекарные свойства сорта Фаленская 4 соответствуют I-II классам качества ГОСТа РФ.

За 5 лет изучения в условиях Фаленской селекционной станции (Кировская область) средняя урожайность сорта на обычном почвенном фоне составила 4,97 т/га с разбросом от 4,23 до 5,67 т/га. Небольшой диапазон ее варьирования в годы с различными условиями перезимовки, отрастания и формирования зерна подтверждает высокую пластичность сорта.

В условиях эдафического нагрузки средняя урожайность сорта Фаленская 4 составила 3,04 т/га (61,2% к обычному фону). Это выше, чем у сорта-индикатора Кировская 89, у которого в условиях нейтрального почвенного фона сбор зерна достигал 4,14 т/га, а эдафическая нагрузка приводила к его снижению до 1,8 т/га, или 43,5% к обычному фону (см. рисунок).

Степень депрессии таких элементов продуктивности сорта Фаленская 4, как длина колоса и озер-

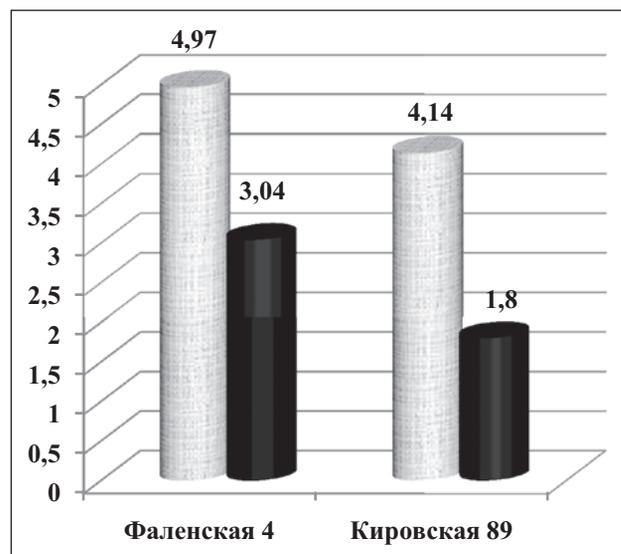


Рисунок. Влияние эдафического стресса на урожайность сортов озимой ржи, 2010-2014 гг.: ■ – обычный почвенный фон; ■ – провокационный почвенный фон.

Таблица. Степень депрессии показателей продуктивности сорта Фаленская 4 на фоне эдафического стресса, 2010-2014 гг.

Показатель	Фон		К обычному фону, %	Степень депрессии, %
	обычный	эдафический стресс		
Отрастание после поражения снежной плесенью, %	83	50	60,2	39,8
Продуктивная кустистость, шт.	4,5	3,3	73,3	26,7
Число колосков, шт.	38,8	32,4	83,5	16,5
Высота стебля, см	125	124	99,2	0,8
Длина колоса, см	11,4	10,3	90,4	9,6
Озерненность, %	82	79	96,3	3,7
Продуктивных стеблей, шт./м ²	485	432	89,1	10,9

ненность была незначительной – 9,6 и 3,7% соответственно и не оказывала существенного влияния на урожайность. Это, на наш взгляд, обусловлено сортовыми особенностями.

Снижение урожайности произошло в основном из-за уменьшения регенерационной способности после поражения растений снежной плесенью на 39,8%, продуктивной кустистости – на 26,7% и числа колосков в колосе – на 16,5% (см. табл.).

В предварительных испытаниях на солончаковых почвах КНР сорт Фаленская 4 в 2013 г. при недостатке влаги сформировал урожай 20,3 ц/га с крупностью зерна – 27,8 г. В 2014 г. урожайность составила 22 ц/га, высота растений при этом была равна 127 см, масса 1000 зерен – 29,2 г, устойчивость к полеганию – хорошая. Испытание сортов озимой ржи в таких условиях проводили впервые. Другие изучаемые сорта погибли при перезимовке.

Выводы. Результаты многолетнего конкурсного сортоиспытания на нейтральном почвенном фоне в

разных гидротермических условиях свидетельствуют о высокой адаптационной способности сорта озимой ржи Фаленская 4. Сорт характеризуется высокой кислотостойкостью. Эдафический стресс (кислая реакция почвенного раствора и повышенное содержание подвижных ионов алюминия) провоцирует снижение его урожайности в среднем на 38,8%, что на 17,7% меньше, чем у сорта-индикатора Кировская 89. Недобор зерна в таких условиях происходит из-за снижения регенерационной способности растений на 39,8% и продуктивной кустистости на 26,7%. Установлено, что сорт может произрастать на солончаковых почвах.

Учитывая высокие возможности сорта Фаленская 4 в экстремальных условиях средовых факторов, его можно рекомендовать для расширения производства зерна в условиях северного земледелия на низкоплодородных кислых почвах. Кроме того, он может служить источником алюмо- и кислотоустойчивости в селекции озимой ржи.

Литература.

1. Неттевич Э.Д. Избранные труды. Селекция и семеноводство яровых зерновых культур. Москва-Немчиновка: НИИСХ ЦРНЗ, 2008. 348 с.
2. Сысоев В.А., Кедрова Л.И., Уткина Е.И. Рожь – стратегическая зерновая культура в развитии адаптивного растениеводства и обеспечении продовольственной безопасности России // Образование, наука и производство. № 2-3 (Апрель-сентябрь), 2014. Издательство Орел ГАУ. С. 31–33.
3. Стихин М.Ф., Денисов П.В. Озимая рожь и пшеница в Нечерноземной полосе / Изд. 2-е, перераб. и доп. Л.: «Колос», 1997. 320 с.
4. Кедрова Л.И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 158 с.
5. Жученко А.А. Рожь – стратегическая культура в обеспечении продовольственной безопасности России в условиях глобального и локального изменения погодно-климатических условий. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2009. 52 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: «Колос», 1972. Вып. 2. Ч. 2. 230 с.

REACTION OF THE WINTER RYE VARIETY FALENSKAYA 4 UNDER EXTREME CONDITIONS OF ENVIRONMENTAL FACTORS

E.I. Utkina¹, L.I. Kedrova¹, E.A. Shlyakhtina², E.S. Parfenova¹, M.G. Shamova¹, V.A. Sysuev¹, Ren Changzhong³

¹North-East Agricultural Research Institute, ul. Lenina, 166-a, Kirov, 610007, Russian Federation

²Falenski breeding station, ul. Timiryazeva, 3, pos. Falenki, Kirovskaya obl., 612500, Russian Federation

³Baicheng Agricultural Academy, Sanhe Road, 17, Baicheng, Jilin Peoples, 137000, Republic of China

Summary. Winter rye is the most adapted crop to conditions of the northern agriculture of Russia. A variety is an essential factor of obtaining of the maximal and stable grain productivity. Falenskaya 4 variety of winter rye is one of the widespread and important rye varieties in Russia. Its average productivity under conditions of Kirov (2000-2013) was 5.21 t/ha. The regenerative ability of plants was about 96% at annual 100% defeat by snow mold. The winter hardiness was 8.6 points, lodging resistance–7.7 points. During the studying of the variety against different soil backgrounds (usual and provocative ones on acidity and aluminum content) at Falenskaya breeding station (Kirov region, Russia) the average productivity under conditions of an edaphic stress was 3.04 t/ha (61.2% of the usual background). This is considerable higher than for the standard variety Kirovskaya 89. Under neutral conditions of the soil background the yield of the Kirovskaya 89 variety reached 4.14 t/ha; and the edaphic stress led to its decrease to 1.8 t/ha, or to 43.5% of the usual background. The yield shortage occurs mainly due to the decrease in the regenerative ability of plants by 39.8% and in productive tilling capacity by 26.7%. Falenskaya 4 belongs to leaders among winter rye on the occupied areas in Russia because of its high adaptability and edaphic resistance. It is possible to recommend the variety as a source of aluminum- and acid-resistance in winter rye breeding. In 2013-2014 the Falenskaya 4 variety passed tests in the PRC (Baicheng, China). Possibility of its cultivation on saline soils at the deficiency of moisture was revealed.

Keywords: winter rye, variety, productivity, winter hardiness, regeneration, soil acidity, saline soils, aluminum ions, resistance.

Author Details: E.I. Utkina, Cand. Sc. (Biol.), head of laboratory (e-mail: utkina.e.i@mail.ru); L.I. Kedrova, D. Sc. (Agr.), head of department; E.A. Shlyakhtina, head of laboratory; E.S. Parfenova, Cand. Sc. (Agr.), research fellow; M.G. Shamova, research fellow; V.A. Sysuev, member of the RAS, director (e-mail: niish-sv@mail.ru); Ren Changzhong, foreign member of the RAS, president.

For citation: Utkina E.I., Kedrova L.I., Shlyakhtina E.A., Parfenova E.S., Shamova M.G., Sysuev V.A., Changzhong Ren. Reaction of the Winter Rye Variety Falenskaya 4 under Extreme Conditions of Environmental Factors. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. Pp. 55-57 (In Russ.).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЗОТА РАСТЕНИЯМИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Ф.В. ЕРОШЕНКО, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, (e-mail: yer-sniish@mail.ru)

А.А. ЕРОШЕНКО, соискатель

Т.В. СИМАТИН, аспирант

Ставропольский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Никонова, 49, Михайловск, Ставропольский край, Российская Федерация

Резюме. Изучали влияние почвенно-климатических условий выращивания на особенности накопления, перераспределения и запасаения в урожае зерна озимой пшеницы азота. Экспериментальные исследования проводили с 2006 по 2009 гг. в центральной зоне Краснодарского края (ЦЗКК) и в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края (ЗНУСК). По балансу изменения содержания азота в вегетативных органах за генеративный период рассчитывали его реутилизацию и оценивали вклад источников этого элемента питания при синтезе запасных белков в зерновках озимой пшеницы. Наши исследования показали, что как в центральной зоне Краснодарского края, так и в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, практически весь азот листьев растений озимой пшеницы используется повторно – 88,1 и 87,0% соответственно в среднем по сортам. Реутилизация азота стеблей в ЦЗКК составляет 32,3-48,7%, а в ЗНУСК – 46,6-59,0%, в зависимости от сорта. Для колосьев эти показатели соответствуют значениям 56,0-71,7% и 39,1-52,6%. В центральной зоне Краснодарского края 55,6% азота, накопленного в зерне, поглощается растениями озимой пшеницы из почвы в репродуктивный период. В зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края доля почвенного азота в азоте зерна составляет 32,3%. Полученные результаты раскрывают некоторые возможные технологические пути повышения урожая и качества зерна озимой пшеницы. Так в центральной зоне Краснодарского края необходимо применять азотные подкормки в более высоких дозах для повышения содержания этого элемента минерального питания в растениях перед репродуктивным периодом. В зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края следует повысить количество реутилизированного азота из вегетативных органов, например, используя на поздних этапах обработки посевов физиологически активными веществами стероидной природы.

Ключевые слова: озимая пшеница, азотное питание, источники азотистых веществ, реутилизация.

Для цитирования: Ерошенко Ф.В., Ерошенко А.А., Симатин Т.В. Использование азота растениями озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 58-61.

Почвенно-климатические условия выращивания оказывают влияние на фотосинтетическую продуктивность, урожай и качество зерна озимой пшеницы [1-4]. Процессы налива зерновок связаны с метаболизмом азота в растениях озимой пшеницы. Существует два основных источника азотистых веществ при синтезе запасных белков: почва (поглощение корневой системой азота и транспортировка его в колос) и реутилизация (использование ранее накопленного азота в органах растений). Установление особенностей азотного метаболизма в зависимости от условий выращивания дает возможность совершенствования как методов диагностики минерального питания, так и элементов

технологий выращивания, связанных с использованием удобрительных средств, для оптимизации пищевого режима растений озимой пшеницы в период их роста и развития [5, 6].

Цель исследования – установить особенности использования азота растениями озимой пшеницы и его накопления в зерне в зависимости от зоны возделывания.

Задачи исследования: изучить закономерности реутилизации азота у растений озимой пшеницы в центральной зоне Краснодарского края и в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края; дать оценку источникам азота, накопленного в зерне у растений озимой пшеницы, в зависимости от зоны возделывания.

Условия, материалы, методы. Экспериментальную работу проводили с 2006 по 2009 гг. в центральной зоне Краснодарского края (ЦЗКК) на полях фермерского хозяйства Сердюков (станция Тбилисская) и в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края (ЗНУСК) на опытном поле Ставропольского НИИ сельского хозяйства (г. Михайловск).

Обеспеченность почвы опытных участков основными элементами минерального питания и гумусом в центральной зоне Краснодарского края была выше, чем в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края (табл. 1).

По данным гидрометеорологических служб Краснодарского и Ставропольского краев среднегодовая температура воздуха в ЦЗКК составляет +11,8°C, в ЗНУСК – +9,2°C; количество осадков – 709 и 553 мм, соответственно.

Влаго- и теплообеспеченность обеих зон в годы проведения исследований в целом были благоприятными для роста и развития растений озимой пшеницы. Больших колебаний температурного и водного режимов, по сравнению со среднемноголетними значениями, не отмечено.

Объектами исследований служили сорта озимой пшеницы Дея, Краснодарская 99, Дон 95 и Донская юбилейная. Предшественник – озимая пшеница. Посев проводили в оптимальные для зон сроки.

Все сорта высевали в ЦЗКК и ЗНУСК в 4-кратной повторности (площадь каждой делянки 40 м²). Фон минерального питания: внесение N₆₀P₆₀K₆₀ (нитроаммофоска) под предпосевную культивацию + N₃₀ ранней весной (аммиачная селитра).

Конечно, для точного определения баланса азота в органах растений необходимо использовать изотоп N¹⁵. Но так как целью нашей работы было дать оценку источникам азота при формировании урожая зерна озимой пшеницы, то для этого выбранный нами подход вполне достаточен. Об этом свидетельствуют и данные литературы [7].

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почв опытных участков (сентябрь 2006 г.)

Зона возделывания	Содержание основных элементов минерального питания, мг/кг почвы			рН (по ГОСТ 2683-85)	Гумус, % (по Тюрину)
	азот (по Грандваль-Ляжу)	подвижный фосфор (по Мачигину)	обменный калий (по Мачигину)		
ЦЗКК	9,6	28,5	326	7,88	4,13
ЗНУСК	5,6	15,0	246	6,80	4,04

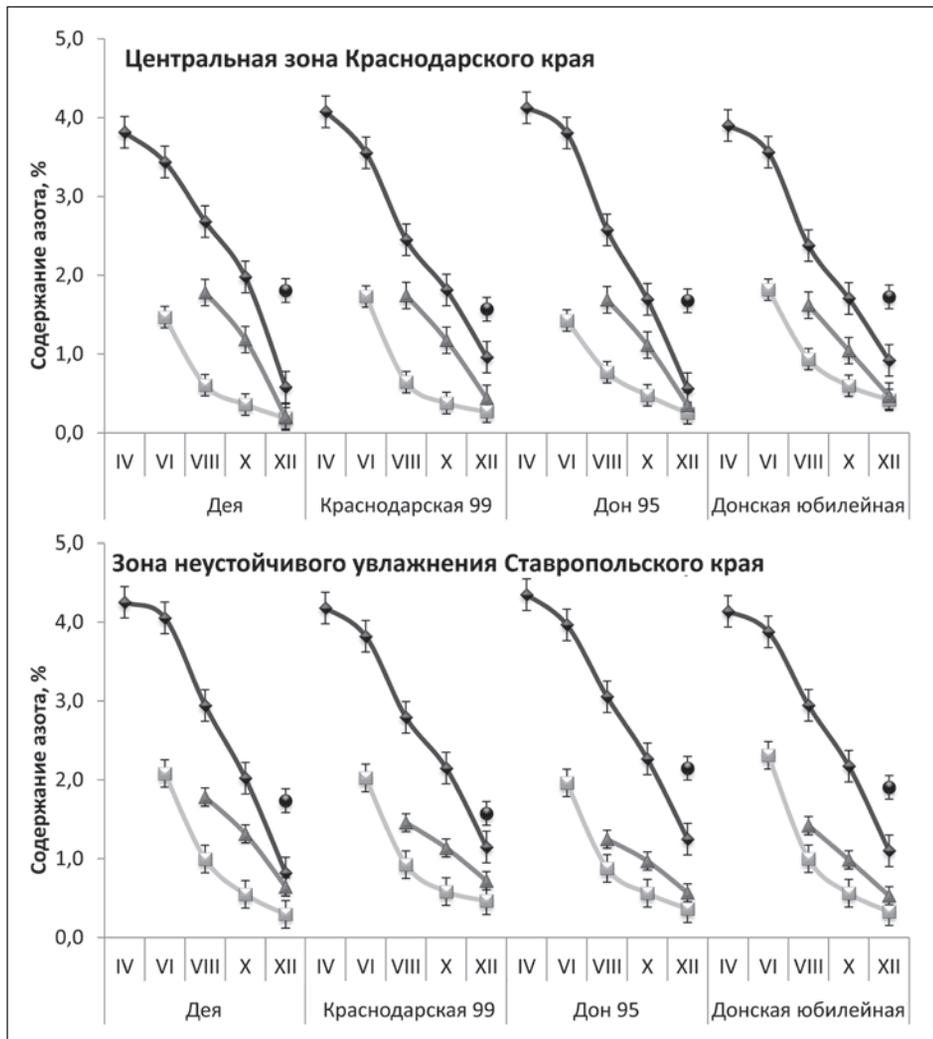


Рис. 1. Онтогенетические изменения содержания азота в органах растений озимой пшеницы различных сортов (IV, VI, VIII, X и XII – этапы органогенеза): ● – листья; ■ – стебли; ▲ – колосья; ● – зерно.

Содержание азота в органах растений определяли по методике Куркаева с соавторами [8]. Оценку реутилизации этого элемента минерального питания проводили по изменению его содержания в процентах в вегетативных органах за генеративный период [7]. Для этого определяли абсолютное количество азота в органах растений в колосение и в полную спелость. Расчеты проводили на один побег, для того, чтобы избежать влияния физиологического уменьшения стеблестоя к уборке урожая. Далее рассчитывали процент снижения количества этого элемента питания от колосения к уборке для каждого органа побега. Полученная таким образом величина характеризует степень повторного использования азота для формирования урожая (реутилизации). Реутилизацию для всего побега определяли по суммарному для всех органов уменьшению количества азота от колосения до полной спелости, выраженному в процентах.

Вклад реутилизированного азота в формирование урожая оценивали по доле, которую составляет величина уменьшения его абсолютного содержания в вегетативных органах за генеративный период в общем количестве этого элемента минерального питания в созревшем зерне.

Результаты и обсуждение. Изучение динамики концентрации азота в органах растений озимой пшеницы показало, что его содержание в процессе

роста и развития снижается (рис. 1).

В зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края в фазе весеннего кущения этот показатель для листьев был на 6,3% больше, чем в центральной зоне Краснодарского края. В трубкование, колосение, налив зерна и полную спелость в листьях растений озимой пшеницы, выращенных в ЗНУСК, азота было в среднем на 9,5, 16,4, 19,6 и 42,7% больше, чем в ЦЗКК. В зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края количество общего азота в стеблях растений озимой пшеницы превышало его содержание в Центральной зоне Краснодарского края на 24,2-30,0% в зависимости от фазы развития. Для этой почвенно-климатической зоны характерно меньшее количество азота в элементах колоса на VIII и XI этапах органогенеза (на 13,6 и 2,5% соответственно).

В зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края к уборке урожая в зерне в среднем по сортам накапливается 1,84% азота, а в центральной зоне Краснодарского

края – 1,69%, или на 8,6 относительных процентов больше.

Таким образом, в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края в листьях и стеблях растений озимой пшеницы в период вегетации содержится большее количество азота, чем в центральной зоне Краснодарского края, в среднем на 12,9 и 27,6% соответственно. К фазе полной спелости в зерне этих же растений накапливается на 8,6% больше азотистых веществ.

Содержание азота в органах растений озимой пшеницы в период вегетации – это важный фактор, определяющий величину и качество будущего урожая. Азотистые вещества, накопленные в общей биомассе, повторно используются растением для синтеза запасных белков в зерновках.

Наши исследования показали (табл. 2), что как в центральной зоне Краснодарского края, так и в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, в среднем по сортам максимальное количество азотистых соединений повторно используется из листьев – 88,1 и 87,0% соответственно. Для нелистовых органов наблюдается различные закономерности этого процесса. Так, если для центральной зоны Краснодарского края характерно большее значение реутилизации азота из элементов колоса (63,1%), чем из стеблей (43,7%), то для зоны неустойчивого увлажнения Став-

Таблица 2. Реутилизация азота из органов растений озимой пшеницы, в среднем за 2007-2009 гг.

Сорт	Показатель	Лист	Стебель	Элементы колоса	Растение
Центральная зона Краснодарского края					
Дея	азот (VIII)	3,70	5,54	4,15	13,39
	азот (XII)	0,34	2,84	1,17	4,36
Краснодарская 99	реутилизация	90,80	48,7	71,70	67,40
	азот (VIII)	3,65	5,19	5,47	14,31
Дон 95	азот (XII)	0,53	2,86	2,41	5,80
	реутилизация	85,40	45,00	56,00	59,50
Донская юбилейная	азот (VIII)	3,21	6,30	4,09	13,60
	азот (XII)	0,37	3,23	1,33	4,93
Среднее по сортам	реутилизация	88,50	48,70	67,60	63,70
	азот (VIII)	3,82	7,53	4,02	15,38
	азот (XII)	0,47	5,10	1,73	7,30
	реутилизация	87,70	32,30	57,10	52,60
	азот (VIII)	3,60	6,14	4,43	14,17
	азот (XII)	0,43	3,51	1,66	5,60
	реутилизация	88,10	43,70	63,10	60,8
	Зона неустойчивого увлажнения Ставропольского края				
Дея	азот (VIII)	6,85	11,63	3,96	22,44
	азот (XII)	0,66	4,85	2,17	7,68
Краснодарская 99	реутилизация	90,40	58,20	45,20	65,80
	азот (VIII)	7,07	9,73	4,92	21,72
Дон 95	азот (XII)	0,93	5,19	2,85	8,97
	реутилизация	86,90	46,60	42,00	58,70
Донская юбилейная	азот (VIII)	7,07	9,39	3,98	20,44
	азот (XII)	1,19	4,12	1,89	7,20
Среднее по сортам	реутилизация	83,20	56,10	52,60	64,8
	азот (VIII)	7,57	8,39	4,04	19,99
	азот (XII)	0,96	3,44	2,46	6,85
	реутилизация	87,4	59,00	39,10	65,70
	азот (VIII)	7,14	9,78	4,23	21,15
	азот (XII)	0,93	4,40	2,34	7,68
	реутилизация	87,00	55,0	44,70	63,70

Примечания: римскими цифрами в скобках обозначены этапы органогенеза. Содержание азота рассчитано в мг/погреб, реутилизация – в %

ропольского края наблюдается обратная зависимость (44,7 и 55,0% соответственно).

В центральной зоне Краснодарского края, равно как и в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, наибольшее количество азотистых веществ из листьев повторно используется растениями сорта Дея – 90,8 и 90,4% соответственно. Минимальное значение реутилизации азота из этого органа в ЦЗКК отмечено у сорта Краснодарская 99 (85,4%), а в ЗНУСК – у сорта Дон 95 (83,2%). Аналогичные сортовые различия в центральной зоне Краснодарского края мы отмечаем для нелистных органов. В зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края наибольшее количество азота стеблей повторно используется растением у сорта Донская юбилейная (59,0%), а элементов колоса – у Дон 95 (52,6%).

Наши расчеты свидетельствуют о том, что в Центральной зоне Краснодарского края и в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края

реутилизация азота из всего растения в среднем по сортам определяется практически равными величинами – 60,8% и 63,7% соответственно. Количество же азотистых веществ на побег, накопленных расте-

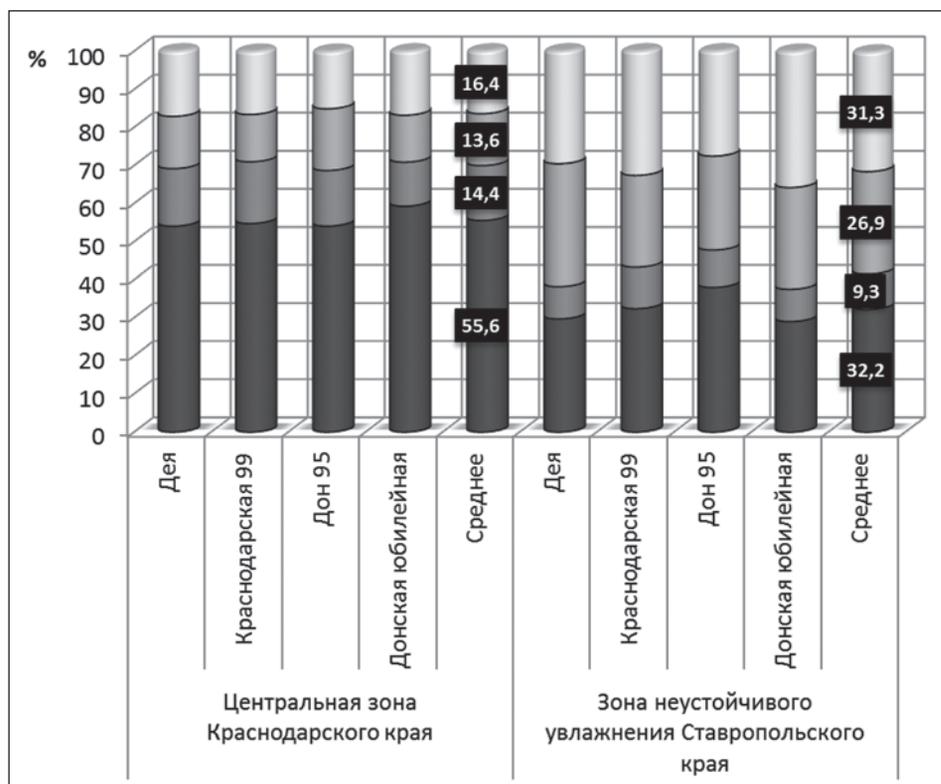


Рис. 2. Источники азота для формирования урожая зерна растений озимой пшеницы, в среднем за 2007-2009 гг., %: ■ – почва; ■ – элементы колоса; ■ – стебли; ■ – листья.

ниями к фазе колошения в ЗНУСК на 49,3% больше, чем в ЦЗКК. Одной из причин таких различий может служить, так называемое «ростовое разбавление», так как биомасса, формируемая растениями озимой пшеницы в центральной зоне Краснодарского края гораздо больше, чем в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края [1]. Тем не менее, количество оставшегося азота в вегетативных органах растений к уборке урожая в ЗНУСК на 37,2% больше, чем в ЦЗКК.

Полученные нами результаты, на наш взгляд, раскрывают некоторые возможные технологические пути повышения урожая и качества зерна озимой пшеницы. Так в центральной зоне Краснодарского края необходимо применять азотные подкормки в более высоких, относительно ЗНУСК, дозах для повышения содержания этого элемента минерального питания в растениях перед репродуктивным периодом. В зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края следует повысить количество реутилизированного азота из вегетативных органов, например, используя на поздних этапах обработку посевов физиологически активными веществами стероидной природы [9].

Большой интерес представляют данные по оценке источников азотистых веществ в репродуктивный период растений озимой пшеницы (рис. 2). Наши исследования показали, что в центральной зоне Красно-

дарского края в среднем по сортам 55,6% азота зерна поступило из почвы в генеративный период. Для зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края этот показатель составляет всего 33,2%.

Значительная доля азотистых соединений зерна в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края была реутилизирована из листьев – 31,3% в то время как в центральной зоне Краснодарского края – всего – 16,4%. Азот зерна растений озимой пшеницы, выращенной в ЗНУСК, в среднем на 26,9% состоит из повторно использованного азота стеблей, а в ЦЗКК – его в два раза меньше (13,6%).

Выводы. Как в центральной зоне Краснодарского края, так и в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, практически весь азот листьев растениями озимой пшеницы используется повторно – в среднем по сортам 88,1 и 87,0% соответственно. Реутилизация азота стеблей в ЦЗКК составляет 32,3-48,7%, а в ЗНУСК – 46,6-59,0%, в зависимости от сорта. Для колосьев эти показатели равны 71,7-56,0% и 39,1-52,6%. Наши исследования показали, что в центральной зоне Краснодарского края 55,6% азота, накопленного в урожае зерна, поглощено растениями озимой пшеницы из почвы в репродуктивный период. В зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края доля почвенного азота в азоте зерна составляет 32,2%.

Литература.

1. Ерошенко Ф.В., Ерошенко А.А., Сторчак И.Г. Эффективность поздних некорневых азотных подкормок озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 8. С. 32–35.
2. Effect of light on the gene expression and hormonal status of winter and spring wheat plants during cold hardening / I. Majláth, G. Szalai, J. Tandori, T. Janda, V. Soós, E. Sebestyén, E. Balázs, R. Vanková, P. I. Dobrev, I. Tari // *Physiologia Plantarum*. 2012. Vol. 145. Is. 2. Pp. 296–314.
3. Effect of lowering the root/shoot ratio by pruning roots on water use efficiency and grain yield of winter wheat / S.-C. Ma, F.-M. Li, B.-C. Xu, Z.-B. Huang // *Field Crops Research*. 2010. Vol. 115. Is. 2. Pp. 158–164.
4. Crops water use efficiencies in temperate climate: comparison of stand, ecosystem and agronomical approaches / T. Tallec, P. Béziat, N. Jarosz, V. Rivalland, E. Ceschia // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2013. Vol. 168. Pp. 69–81.
5. Рекомендации по научно обоснованному уходу за посевами озимой пшеницы для повышения урожайности зерна и его качества / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, И.В. Нешин, Ф.В. Ерошенко, Н.В. Дуденко, А.Н. Орехова, А.А. Ерошенко, В.Н. Черкашин, Г.В. Черкашин, А.Н. Малыгина, Н.Н. Шаповалова, А.И. Хрипунов. Ставрополь: АГРУС, 2014. 32 с.
6. Система земледелия нового поколения Ставропольского края / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова, В.И. Удовыдченко, Л.Н. Петрова, В.К. Дридигер, С.А. Антонов, Д.Ю. Андрианов, Д.С. Дзыбов, В.В. Кравцов, Ф.В. Ерошенко, М.Т. Куприченко, В.И. Ковтун, Ю.А. Кузыченко, Е.П. Шустикова, А.И. Хрипунов, Н.Н. Шаповалова, В.Г. Чертов, А.Б. Володин, Н.М. Комаров, Н.Г. Лаленко, Н.А. Галушко, Э.С. Давидянц, А.Н. Чапцев, Т.В. Чапцева, Т.Д. Шлыкова, Л.Г. Браткова, В.В. Чумакова, Е.Н. Обдия, В.Н. Багринцева, Н.А. Ходжаева, А.А. Федотов, И.В. Нешин. Ставрополь: АГРУС, 2013. 520 с.
7. Головина Е.В. Влияние погодных условий на накопление и реутилизацию азота сортами сои // *Вестник ОрелГАУ*. 2010. № 5(26). С. 58–61.
8. Куркаев В.Т., Ерошкина С.М., Пономарев А.Н. *Сельскохозяйственный анализ и основы биохимии*. М.: Колос, 1977. 240 с.
9. Квасов Н.А. *Регуляторы роста и продуктивность озимых зерновых культур на Ставрополье*. Ставрополь: АГРУС, 2010. 184 с.

USE OF NITROGEN BY PLANTS OF WINTER WHEAT

F.V. Eroshenko, A.A. Eroshenko, T.V. Simatin

Stavropol Research Institute of Agriculture, ul. Nikonova, 49, Mikhajlovsk, Stavropolsky Krai, Russian Federation

Summary. We studied the influence of soil and climatic conditions of growing on the features of accumulation, redistribution, and storage of nitrogen in the grain yield of winter wheat. Investigations were carried out from 2006 to 2009 in the Central zone of Krasnodarsky Krai (CZKK) and in the zone of unstable moistening of Stavropolsky Krai (ZUMSK). According to the balance of nitrogen in the vegetative organs during the generative period we calculated its utilization and assessed the contribution of the sources of this element in the synthesis of reserve proteins in grains of winter wheat. Our research showed that both in the Central zone of Krasnodarsky Krai and in the zone of unstable moistening of Stavropolsky Krai, practically all nitrogen from the leaves of winter wheat was used iteratively—88.1 and 87.0%, respectively, in the average over the varieties. Recycling of nitrogen from stems in CZKK is 32.3-48.7%, and in ZUMSK it is 46.6-59.0%, depending on the variety. For ears these indices are 56.0-71.7% and 39.1-52.6%. In the Central zone of Krasnodarsky Krai 55.6% of nitrogen accumulated in the grain, is absorbed by plants of winter wheat from soil during the reproductive stage. In the zone of unstable moistening of Stavropolsky Krai the fraction of soil nitrogen in grain is 32.3%. The obtained results reveal some potential technological ways to increase the yield and grain quality of winter wheat. So in the Central zone of Krasnodarsky Krai it is necessary to apply nitrogen fertilizers in higher doses to enhance the content of this element of mineral nutrition in plants before the reproductive period. In the zone of unstable moistening of Stavropolsky Krai one should increase the amount of reutilized nitrogen from vegetative organs, for example, using at the later stages of growth the processing of crops by physiologically active substances of steroid nature.

Keywords: winter wheat, nitrogen nutrition, sources of nitrogenous substances, reutilization.

Author Details: F.V. Eroshenko, D. Sc. (Biol.), leading research fellow (e-mail: yer-sniish@mail.ru); A.A. Eroshenko, applicant; T.V. Simatin, post-graduate student.

For citation: Eroshenko F.V., Eroshenko A.A., Simatin T.V. Use of Nitrogen by Plants of Winter Wheat. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No 11. Pp. 58-61 (in Russ.).

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЯЧМЕНЯ И ГОРОХА

В.В. НИКИТИН, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник (e-mail: Valentin_1937@list.ru)

В.В. НАВАЛЬНЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. директора

Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Октябрьская, 58, Белгород, 308001, Российская Федерация

Резюме. На черноземе типичном в течение 10 лет изучали влияние последствие минеральных и органических удобрений на продуктивность и качество зерна ячменя и гороха. Опыты проводили в пятипольном севообороте со следующим чередованием культур: сахарная свекла, ячмень кукуруза на силос, горох, озимая пшеница. Несмотря на то, что растения использовали последствие удобрений, содержание питательных веществ в почве перед началом вегетации в основном отражало удобренность предшествующих культур. Если под ячменем в контроле содержание нитратного азота составляло в метровом слое почвы 54 кг/га, то в удобренных вариантах – 64-91 кг/га; минерального азота в слое 0-30 см – соответственно 14,2 и 15-17,5 мг/кг, нитрифицирующая способность – 25,5 и 26,5-30,9 мг/кг, подвижного фосфора – 73 и 81-105 мг/кг, подвижного калия – 105 и 100-136 мг/кг. То же самое можно отметить и в отношении гороха. Продуктивность ячменя зависела не только от степени удобренности, но и от складывающихся в течение вегетации погодных условий. Так, в первой ротации обеспеченность атмосферными осадками была хуже, чем во второй. При этом урожай зерна в контроле составил соответственно 2,23 и 2,51 т/га, а прибавки урожая во второй ротации были выше, чем в первой. Горох в силу своих биологических особенностей, слабо отзывается на улучшение условий минерального питания, во всяком случае на черноземных почвах. При урожае в контроле в первой ротации 1,63 т/га и во второй 2,14 т/га прибавки от последствие удобрений составили 0,14-0,62 т/га. Последствие навоза оказало недостоверное влияние на обеих культурах. С увеличением доз удобрений уменьшается крупность зерна ячменя и экстрактивность солода, увеличивается твердость солода и цветность суслу. На качественные показатели семян гороха удобрения существенного воздействия не оказали.

Ключевые слова: ячмень, горох, ротация, содержание белка, крупность зерна, экстрактивность солода, твердость солода, цветность суслу.

Для цитирования: Никитин В.В., Навальнев В.В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность и качество ячменя и гороха // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. №11. С. 62-64.

Ячмень – несмотря на то, что в основном использует последствие удобрений, хорошо окупает затраты на их применение [1-3]. Особенно высока окупаемость на бедных дерново-подзолистых почвах, где прибавка урожая зерна от удобрений, внесенных в дозах 50-75 кг/га д.в., достигает 15-18 ц/га [4, 5].

Горох, в силу своих биологических особенностей, слабо реагирует на удобрения. При этом достоверные прибавки получают от фосфорного компонента или фосфорно-калийного сочетания [6, 7].

Цель исследований – выявить эффективность последствие навоза и возрастающих доз минеральных

удобрений, а также соотношений азота, фосфора и калия в полном удобрении на урожайность и качественные показатели ячменя и гороха.

Условия, материалы и методы. Работу проводили в стационарном полевом опыте, заложенном на черноземе типичном со следующей агрохимической характеристикой: содержание гумуса (по Тюрину) – 6,03%, pH_{KCl} – 6,1, H_r (по Каппену) – 1,67 мг-экв/100 г почвы, N_r (по Корнфильду) – 145 мг/кг, P_2O_5 (по Чирикову) – 54 мг/кг, K_2O (по Чирикову) – 116 мг/кг.

Севооборот – типичный для зоны, пятипольный со следующим чередованием культур: горох, озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень, кукуруза на силос; сорта и гибриды – районированные для ЦЧЗ. Минеральные удобрения вносили под озимую пшеницу, сахарную свеклу и кукурузу, руководствуясь схемами ВИУА, разработанными для доз и соотношений элементов питания под культуры. Навоз в количестве 40 т/га применяли один раз в ротацию под сахарную свеклу с осени, как и минеральные удобрения, под плуг (под пшеницу удобрения вносили под предпосевную культивацию).

Схема опыта включала в себя два блока: безнавозный и с применением органических удобрений. Каждый блок логически разделяется на две части: первая включает возрастающий уровень минеральных удобрений при неизменном соотношении N:P:K, вторая – изменение их сочетаний. Одинарная доза минеральных удобрений под сахарную свеклу, которая в севообороте предшествовала ячменю, составляла N120P120K120, под кукурузу – предшественник гороха – N60P60K60.

Уровень удобренности позволяет максимизировать продуктивность культур при сложившейся зональной обеспеченности региона. Удобрения вносили под сахарную свеклу и кукурузу, а ячмень и горох использовали их последствие.

Результаты и обсуждение. Несмотря на то, что удобрения вносили под предшествующие культуры, различия по содержанию элементов минерального питания в почве под ячменем и горохом отражают предшествующие уровни удобренности за исключением показателей гидролизуемого азота ввиду консервативности его природы (табл. 1).

Урожай зерна ячменя на контрольных делянках в первой ротации составил 2,23 т/га, во второй – 2,51 т/га (табл. 2).

Таблица 1. Содержание элементов питания в почве под культурами до посева (среднее за две ротации)

Вариант	N- NO ₃ ⁻ , кг/ га	N _{мин.}	N ₂	Нитрифицирующая способность	P ₂ O ₅	K ₂ O
	0-100 см					
Ячмень						
Без удобрений	54	14,2	148	25,5	73	105
(NPK)120	64	15,0	148	26,5	81	110
(NPK)240	72	16,7	149	28,3	101	127
Навоз	59	13,8	151	24,0	74	110
Навоз+(NPK)120	75	15,3	151	26,4	89	126
Навоз+(NPK)240	91	17,5	152	30,9	105	136
Горох						
Без удобрений	69	12,3	142	22,6	70	97
(NPK)60	71	12,4	146	24,0	82	109
(NPK)120	74	13,1	149	25,8	99	123
Навоз	70	11,3	146	22,4	75	107
Навоз+(NPK)60	81	12,1	150	25,0	85	116
Навоз+(NPK)120	96	13,3	153	27,1	105	131

Таблица 2. Влияние последствий удобрений на урожайность ячменя (1980-1989 гг.), т/га

Вариант	Первая ротация		Вторая ротация		Среднее	
	урожай-ность	прибав-ка	урожай-ность	прибав-ка	урожай-ность	прибав-ка
Контроль (без удобрений)	2,23	—	2,51	—	2,37	—
(NPK)120	2,68	0,45	3,13	0,62	2,91	0,54
(NPK)180	2,90	0,67	3,48	0,97	3,19	0,82
(NPK)240	3,15	0,92	3,65	1,14	3,40	1,03
(NPK)300	3,31	1,08	3,75	1,24	3,53	1,16
N240P180K180	3,10	0,87	3,69	1,18	3,40	1,03
N180P120K180	2,94	0,71	3,47	0,96	3,21	0,84
N180P240K180	3,01	0,78	3,57	1,06	3,29	0,92
N180P180K120	3,03	0,80	3,59	1,08	3,31	0,94
Навоз, 40 т/га	2,52	0,29	2,64	0,13	2,58	0,21
Навоз + (NPK)120	2,85	0,62	3,29	0,78	3,07	0,70
Навоз + (NPK)180	3,03	0,80	3,69	1,18	3,36	0,99
Навоз + (NPK)240	3,23	1,00	3,68	1,17	3,46	1,09
Навоз + (NPK)300	3,40	1,17	3,75	1,24	3,58	1,21
Навоз + N240P180K180	3,22	0,99	3,68	1,17	3,45	1,08
Навоз + N180P120K180	3,14	0,91	3,60	1,09	3,37	1,00
Навоз + N180P240K180	3,31	1,08	3,70	1,19	3,51	1,14
Навоз + N180P180K120	3,17	0,94	3,55	1,04	3,36	0,99
HCP ₀₅	0,30		0,41		0,36	

Соответственно во второй ротации отмечены более высокие урожаи и прибавки на удобренных делянках. Повышенную продуктивность ячменя во второй ротации можно объяснить следующими причинами. Наиболее важные месяцы для этой культуры в условиях юго-западной части ЦЧЗ – май и июнь. В это время формируются колосовые бугорки, определяется количество зерен в колосе, их масса. В первую ротацию среднемесячное количество осадков за май – июнь составило 94 мм, во вторую – 101 мм (при норме 103 мм). Кроме того, если в первой ротации среднесуточная температура воздуха за эти месяцы была равна 14,4°, то во вторую – 16,4°, что весьма существенно.

В первой ротации прибавка урожая зерна на безнавозном фоне от единичной дозы минеральных удобрений составила 0,45 т/га, от двойной – 0,92, на фоне навоза, внесенного под предшественник, – 0,62 и 1,0 т/га соответственно. Во второй ротации прибавки урожая были выше, однако закономерность по обеим ротациям одинакова – с увеличением дозы удобрений кривая роста урожая стремиться выйти на «плато».

Следует отметить эффективность повышенного уровня (240 кг/га) азотного питания, которая наблюдается на безнавозном фоне в течение обеих ротаций. При использовании органических удобрений в первой ротации также отмечается прибавка урожая в этом варианте, но меньшая, чем без внесения навоза, а во второй ротации прироста урожая от N₂₄₀, по сравнению с N₁₈₀, на таком фоне не наблюдали.

В обе ротации урожаи зерна от единичных доз фосфора были несколько ниже, чем от двойных, как на безнавозном фоне, так и при внесении органических удобрений, но различия эти не существенны. Неэффективны и полуторные дозы калия, по сравнению с единичными. Невысокие прибавки урожая были получены и от навоза, внесенного под сахарную свеклу.

В среднем за годы двух ротаций ячмень проявил высокую отзывчивость на удобрения, внесенные под сахарную свеклу: с увеличением дозы продуктивность культуры возрастала. На обоих навозных фонах (нулевом и 40 т/га под свеклу) были эффективны двойные дозы азота и не имело смысла увеличивать дозу калия со 120 до 180 кг/га.

В связи с тем, что в опыте высевали пивоваренный сорт ячменя, были определены технологические показатели зерна. С увеличением дозы удобрений закономерно снижалась крупность зерна, причем довольно заметно по дозам, превышающим 180 кг/га каждого элемента (табл. 3). В

этом же направлении, но менее сильно, снижается экстрактивность солода. Изменение соотношений NPK мало повлияло на экстрактивность солода.

Твердость солода по Брабендеру, напротив, увеличивается с ростом доз удобрений. Влияние соотношений элементов питания на величину этого важного показателя плохо поддается анализу, но можно утверждать, что снижение уровня калийного питания уменьшает твердость солода.

Цветность суслу – также важный показатель в пивоваренном производстве. По нашим данным, он возрастает с увеличением уровня удобренности с 3,6 единиц ЕВС до 4,1 на безнавозном фоне и с 3,7 до 4,1 ед. при внесении навоза. Однако судить о достоверности этих изменений не представляется возможным, поскольку из-за дороговизны анализов их проводили на смешанных образцах.

Урожай зерна гороха в среднем за годы второй ротации в контроле составил 2,14 т/га, за годы первой – 1,63 т/га (табл. 4). Во второй ротации сложился несколько более благоприятный тепловой режим для гороха, но главным образом большему урожаю способствовала лучшая влагообеспеченность. Так, за май – июнь во второй ротации выпало 148 мм осадков, а в первой – всего 89 мм.

Урожай на удобренных делянках был выше, чем в контроле, в обе ротации, однако прибавки от последствий

Таблица 3. Влияние последствий удобрений на технологические показатели зерна ячменя (1980-1989 гг.)

Вариант	Крупность зерна, %	Экстрактивность солода, %	Твердость солода, у.е.	Цветность суслу, ед. ЕВС
Контроль (без удобрений)	87,8	77,6	75,2	3,8
(NPK)120	88,0	77,2	78,4	3,6
(NPK)180	85,8	76,5	83,0	3,9
(NPK)240	83,0	75,7	82,6	4,0
(NPK)300	80,2	75,8	85,4	4,1
N240P180K180	81,6	76,3	83,2	4,0
N180P120K180	85,8	76,7	80,0	3,8
N180P240K180	85,4	77,1	79,6	3,9
N180P180K120	85,8	76,7	81,8	3,9
Навоз, 40 т/га	88,8	77,4	76,0	3,7
Навоз + (NPK)120	87,4	77,6	74,5	3,9
Навоз + (NPK)180	84,8	76,6	78,4	4,0
Навоз + (NPK)240	82,0	76,0	85,6	4,1
Навоз + (NPK)300	79,6	75,7	84,2	4,1
Навоз + N240P180K180	77,6	75,98	83,8	4,0
Навоз + N180P120K180	84,4	76,5	78,0	3,9
Навоз + N180P240K180	82,4	76,52	82,8	4,0
Навоз + N180P180K120	84,0	76,4	76,6	3,8

Таблица 4. Влияние последствие удобрений на урожайность и качество гороха (1982-1991 гг.)

Вариант	Первая ротация		Вторая ротация		Среднее	
	урожайность, т/га	содержание белка, %	урожайность, т/га	содержание белка, %	урожайность, т/га	содержание белка, %
Контроль (без удобрений)	1,63	20,1	2,14	21,4	1,89	20,8
(NPK)60	1,94	19,9	2,35	21,4	2,15	20,7
(NPK)90	2,02	20,5	2,38	21,1	2,20	20,8
(NPK)120	2,05	20,0	2,48	21,4	2,27	20,7
(NPK)150	2,06	20,2	2,53	21,8	2,30	21,0
N120P90K90	2,15	20,1	2,87	21,4	2,51	20,8
N90P60K60	2,00	20,2	2,50	21,4	2,25	20,8
N90P120K90	2,10	20,2	2,48	21,4	2,29	20,8
N90P90K60	1,98	20,7	2,45	21,5	2,22	21,1
Навоз, 40 т/га	1,77	20,6	2,30	21,9	2,04	21,3
Навоз+(NPK)60	2,25	20,3	2,50	21,7	2,38	21,0
Навоз+(NPK)90	2,13	20,1	2,55	21,6	2,34	20,9
Навоз+(NPK)120	2,16	20,4	2,60	21,5	2,38	21,0
Навоз+(NPK)150	2,21	20,2	2,50	21,1	2,36	20,7
Навоз+N120P90K90	2,10	20,2	2,68	21,6	2,39	20,9
Навоз+N90P60K60	1,99	20,2	2,50	21,5	2,25	20,9
Навоз+N90P120K90	2,08	20,2	2,47	22,2	2,28	21,2
Навоз+N90P90K60	2,12	20,4	2,40	21,8	2,26	21,1
HCP ₀₅	0,31		0,21		0,26	

удобрений, внесенных под кукурузу, мало различались по вариантам и практически не зависели от соотношения NPK удобрений. Содержание белка в зерне находилось на уровне 20-21% во всех вариантах, и какой-либо зависимости величины этого показателя от обеспеченности тем или иным элементом установить не удалось.

Анализ результатов статистической обработки экспериментальных данных в аспекте силы влияния антропогенных и природных ресурсов на продуктивность ячменя и гороха показал, что в наших исследованиях влияние последствие удобрений на продуктивность ячменя и гороха колебалось в пределах 20-28%, а погодных условий – 75-80%.

Литература.

1. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Шоба В.Н., Колбин С.А. Эффективность удобрения азотом яровой пшеницы и ячменя в лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2001. № 1. С. 25–27.
2. Ситдинов И.Г., Фомин В.Н., Нафиков М.М. Влияние приемов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность ячменя // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 36–38.
3. Никитиш В.И., Личко В.И. Взаимосвязи в минеральном питании ячменя при длительном применении удобрений на серой лесной почве // Агрохимия. 2014. № 10. С. 45–52.
4. Безгодова И.О. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество ячменя и гороха в одно-видовых и смешанных посевах на дерново-подзолистой1 среднегумусной почве Северо-Запада Российской Федерации: Дис. канд. с.-х. наук. Вологда, 2009. 121 с.
5. Воробьев В.А., Гаврилова Г.В. Эффективность систем удобрения в посевах ячменя // Аграрная наука. 2015. № 7. С. 24–26.
6. Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю., Прянишникова Е.Н. Влияние минеральных удобрений на продуктивность гороха усатого морфотипа в чистых и смешанных посевах // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 3. С. 21–27.
7. Рахимова О.В., Храмой А.К. Влияние уровней минерального питания на продуктивность гороха полевого // Аграрная наука. 2010. № 2. С. 11–13.

INFLUENCE OF LONG APPLICATION OF FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF BARLEY AND PEAS

V.V. Nikitin, V.V. Navalinev

Belgorod Research Institute of Agriculture, ul. Oktyabrskaya, 58, Belgorod, 308001, Russian Federation

Summary. On typical chernozem during ten years we studied the aftereffect of mineral and organic fertilizers on the productivity and grain quality of barley and peas. The experiments were carried out in a five-field crop rotation with the following crops: sugar beet, barley, corn for silage, peas, winter wheat. Despite the fact that the plants used the aftereffect of fertilizers, the nutrient content in the soil before the growing season mainly reflected the provision of preceding crops by fertilizers. For barley in the control variant the content of nitrate nitrogen was 54 kg/ha in 1-meter layer, in the fertilized ones—64-91 kg/ha; the content of mineral nitrogen in the layer 0-30 cm was 14.2 and 15-17.5 mg/kg, respectively. The nitrification ability was 25.5 and 26.5-30.9 mg/kg, the content of mobile phosphorus—73 and 81-105 mg/kg, of mobile potassium—105 and 100-136 mg/kg. The same tendency can be noted in relation to peas. The barley productivity depended not only on the degree of fertilization, but also on weather conditions during the growing season. So, in the first rotation the provision with atmospheric precipitation was worst than in the second one. Accordingly, the grain yield in the control variants was 2.23 and 2.51 t/ha, and yield increases was higher in the second rotation, than in the first one. Pea, because of its biological characteristics, is poorly responsive to fertilizer, in any case, on chernozem soil. With the productivity 1.63 t/ha in the first rotation and 2.14 t/ha in the second one in the control variants, the increases due to the fertilizer aftereffect were 0.14-0.62 t/ha. The aftereffect of manure proved to be unreliable in both cultures. With increasing doses of fertilizers the size of barley grain and extractivity of malt decreases, malt hardness and wort color raises. Fertilizers do not significantly influence quality of pea grains.

Keywords: barley, peas, rotation, protein content, grain size, malt extractivity, malt hardness, color of wort.

Author Details: V.V. Nikitin, D. Sc. (Agr.), chief research fellow (Valentine_1937@list.ru); V.V. Navaline, Cand. Sc. (Agr.), deputy director.

For citation: Nikitin V.V., Navaline V.V. Influence of Long Application of Fertilizers on Productivity and Quality of Barley and Peas. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. Pp. 62-64 (In Russ.).

Выводы. Таким образом, за 2 ротации севооборота имело место увеличение урожайности ячменя с повышением доз минеральных удобрений, внесенных под свеклу, со 120 до 300 кг/га при соотношении 1:1:1 и в первой и во второй ротациях. При варьировании отдельных элементов питания имела место эффективность двойных доз азота (как на безнавозном фоне, так и при внесении под свеклу 40 т/га органического удобрения); повышение дозы калия со 120 до 180 кг нецелесообразно.

Горох в меньшей степени реагировал на увеличение доз минеральных удобрений с 60 до 150 кг/га при неизменном соотношении элементов питания. В среднем за 2 ротации повышение

дозы азота со 90 до 120 кг было эффективно независимо от применения органических удобрений в севообороте, увеличение дозы фосфора с 90 до 120 кг сопровождалось ростом урожайности гороха без применения навоза, а на фоне его использования наиболее высокий урожай отмечен при внесении под кукурузу 90 кг P₂O₅.

Минеральные удобрения в своем последствии ухудшали пивоваренные качества зерна ячменя по мере увеличения дозы, содержание белка в семенах гороха изменялось незначительно и, скорее всего, было связано с «ростовым разбавлением» в силу различной урожайности по вариантам.

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕСТНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ПОЧВАХ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЯ

В.В. ОКОРКОВ, доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом (e-mail: adm@vnish.elcom.ru)

Владимирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Центральная, 3, пос. Новый, Суздальский р-н, Владимирская обл., 601261, Российская Федерация

Резюме. На серых лесных почвах Владимирского Ополя исследовано влияние различных систем удобрения с использованием животноводческих отходов на продуктивность сельскохозяйственных культур, окупаемость питательных веществ и запасы минеральных форм азота. В 4-польном зернопропашном севообороте с однократным внесением до 620 кг/га азота установлена возможность утилизации отходов без загрязнения окружающей среды. Окупаемость прибавкой единицы питательных веществ при этом была в 2,8 раза ниже (3,2 зерн. ед./кг д.в.), чем для рекомендуемых доз минеральных удобрений. Окупаемость органических удобрений возрасла с уменьшением дозы внесения и увеличением доли азота в сумме питательных веществ. Во втором полевом опыте при близком соотношении элементов питания окупаемость их единицы для полного минерального удобрения и сочетания его и НК с органическими удобрениями с увеличением доз внесения нитратного азота снижалась по линейной взаимосвязи. Отклонялась от нее в меньшую сторону окупаемость органических удобрений. По сравнению с рассчитанной по этой взаимосвязи, экспериментальная окупаемость была в 1,4-2,0 раза более низкой. В органоминеральных системах наиболее окупаемы удобрения, в которых соотношение азота органических и минеральных удобрений близко к 1 (1:1,2 против 2:1,2). Продуктивность зерновых культур определяется запасами нитратного азота в слое почвы 0-40 см в ранние фазы роста и развития и возрастает по степенной зависимости от 3,1 до 4,1 тыс. зерн. ед./га. Без внесения удобрений эти запасы составляли 44-45 кг/га; при применении 200 кг/га азота органических удобрений они возросли до 60 кг/га и до 80-150 кг/га при полной минеральной ($N_{40-80}P_{40-80}K_{40-80}$) и органоминеральной (сочетание 100 и 200 кг/га азота органических удобрений с ежегодным применением $N_{40}P_{40}K_{40}$ или $N_{40}K_{40}$ минеральных удобрений) системах.

Ключевые слова: серая лесная почва, системы удобрения, зернопропашной севооборот, зерновые культуры, окупаемость единицы питательных веществ, запасы нитратного азота.

Для цитирования: Окорков В.В. Об эффективности местных органических удобрений на почвах Владимирского Ополя // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 65-69.

Использование органических удобрений имеет два аспекта. Вблизи крупных животноводческих ферм и птицефабрик важно утилизировать органические отходы без загрязнения окружающей среды и агроландшафтов, применяя более высокие, экологически безопасные дозы. В хозяйствах с небольшим выходом органических удобрений более важна задача эффективного их использования и повышения окупаемости единицы питательных веществ удобрений.

В настоящее время после навоза крупного рогатого скота (КРС) на втором месте по выходу органических удобрений находится птичий помет. В мире существуют и разрабатываются различные направления его применения. Среди них, например, производство биогаза, физиологически активных веществ и так далее. Однако основным направлением было и остается использование помета птицы в качестве органического удобрения [1].

При ограниченных пахотных площадях вблизи птицефабрик и несовершенстве технологий перера-

ботки помета в экологически безопасные удобрения он складывается на длительный период времени, что ведет к загрязнению прилегающих к птицефабрикам территорий, вод, воздушной среды, потерям элементов питания (особенно азота) [2-5].

Цель исследований – определение экологически безопасных доз местных органических удобрений и разработка приемов экономически эффективного их использования на серых лесных почвах Верхневолжья.

Условия, материалы и методы. В опыте № 1 исследования выполняли в опытном стационаре Владимирского НИИСХ на серых лесных почвах Владимирского Ополя в 2006-2009 гг. в севообороте: картофель, овес, яровая пшеница, ячмень. Каждая тонна подстилочного навоза КРС содержала 6,2 кг азота, 3,2 кг P_2O_5 и 6,1 кг K_2O . С одной тонной куриного помета (КП) в почву поступало 4,8 кг азота, 14,1 кг P_2O_5 и 5,0 кг K_2O .

Серая лесная почва в пахотном горизонте содержала 3,14-3,93% гумуса; 79-155 мг/кг почвы подвижного фосфора (по Кирсанову), 136-219 мг/кг обменного калия (по Масловой). Величина pH_{KCl} колебалась от 5,2 до 5,6; гидролитическая кислотность – от 2,1 до 5,1, сумма поглощенных оснований – от 21,8 до 26,4 мг-экв/100 г почвы. Расположение делянок рендомизированное.

Эффективность различных доз куриного помета и навоза КРС изучали путем сравнения урожайности возделываемых культур при применении различных доз органических и минеральных удобрений. Двойную дозу NPK применяли для получения максимального урожая. Одинарная доза NPK составила: под картофель $N_{60}P_{60}K_{80}$, овес – $N_{45}P_{45}K_{45}$, яровую пшеницу – $N_{60}P_{60}K_{60}$, ячмень – $N_{40}P_{40}K_{40}$.

Схема опыта следующая: 1) контроль (без удобрений); 2) NPK; 3) 2 NPK; 4) 100 т/га навоза КРС; 5) 25 т/га Ъкуриного помета (КП); 6) 50 т/га КП; 7) 50 т/га КП + ежегодно NPK; 8) 50 т/га КП + ежегодно К в дозе, соответствующей одинарной дозе в NPK; 9) 100 т/га КП. Органические удобрения вносили один раз за севооборот при весенней перепашке под картофель.

Погодные условия 2006-2009 гг. были благоприятными как по сумме и распределению осадков, так и по температурному режиму.

В 2010 г. для выравнивания плодородия почвы высевали овес без применения минеральных удобрений.

В 2011 г. для оценки условий наиболее эффективного совместного применения органических и минеральных удобрений в чистом пару опыт № 1 был перезаложено (табл. 1). Нумерация вариантов с 1 по 9 в опытах совпадала. Варианты с пометом гусей (10 и 11) были перезаложены на делянках с вермикомпостом (однократное внесение 15 т/га) и биопрепаратом «Гумистар», повышающее урожай действие которых наблюдали в течение одного-двух лет.

В опыте № 2 применили два соотношения органического азота к минеральному: 2:1,2 и 1:1,2. Дозы азота в органических удобрениях (ОУ) составили 200 и 100 кг/га. Соответственно дозам азота и его концентрации в органике внесены и дозы ОУ в т/га. Они составили: навоз КРС – 28 т/га в вариантах с полными дозами и 14 т/га в вариантах с половинными дозами ОУ; куриный помет – 29 т/га

Таблица 1. Схема стационарного полевого опыта № 2, 2011-2014 гг.

Вариант	Культура			Сумма элементов питания
	озимая пшеница	ячмень	овес	
1. Контроль	-	-	-	-
2. NPK	$N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{120}P_{120}K_{120}$
3. 2 NPK	$N_{80}P_{80}K_{80}$	$N_{80}P_{80}K_{80}$	$N_{80}P_{80}K_{80}$	$N_{240}P_{240}K_{240}$
4. Навоз КРС	28 т/га	*	*	$N_{200}P_{143}K_{146}$
5. Навоз КРС + NPK	навоз 28 т/га + $N_{40}P_{40}K_{40}$	* + $N_{40}P_{40}K_{40}$	* + $N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{320}P_{263}K_{266}$
6. ½ навоза КРС + NPK	навоз 14 т/га + $N_{40}P_{40}K_{40}$	* + $N_{40}P_{40}K_{40}$	* + $N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{220}P_{192}K_{193}$
7. Куриный помет (КП)	КП 29 т/га	*	*	$N_{200}P_{310}K_{150}$
8. КП + NK	КП 29 т/га + $N_{40}K_{40}$	* + $N_{40}K_{40}$	* + $N_{40}K_{40}$	$N_{320}P_{310}K_{270}$
9. ½ КП + NPK	КП 15 т/га + $N_{40}P_{40}K_{40}$	* + $N_{40}P_{40}K_{40}$	* + $N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{220}P_{275}K_{195}$
10. Помет гусей (ПГ)	ПГ 50 т/га	*	*	$N_{200}P_{300}K_{205}$
11. ПГ + NK	ПГ 50 т/га + $N_{40}K_{40}$	* + $N_{40}K_{40}$	* + $N_{40}K_{40}$	$N_{320}P_{300}K_{325}$

* – последствие органических удобрений.

и 15 т/га, соответственно; гусиный помет – 50 т/га. За звено севооборота дозы азота при полной минеральной и органоминеральной с NK и NPK системах удобрения варьировали от 120 до 320 кг/га, отношение N : P₂O₅ колебалось от 0,8 до 1,2, а N : K₂O – от 1,0 до 1,2. В опыте яровую пшеницу заменили на более урожайную и отзывчивую на парование озимую. Исключили трудоемкую пропашную культуру картофель. Органические и фосфорнокалийные удобрения под озимую пшеницу вносили в чистом пару под вспашку. Последние минеральные удобрения (PK) применяли под основную обработку почвы под зерновые культуры, азотные удобрения – весной в подкормку отрастающей озимой пшеницы и под культивацию перед посевом ячменя и овса.

В обоих опытах площадь деланки составляла 50 м² (5 м × 10 м). Повторность 4-кратная.

Исследования проводили по общепринятым методикам [6, 7]. Агротехника возделывания зерновых культур соответствовала рекомендациям для Верхневолжского региона [8]. Математическая обработка полученных результатов проведена с использованием современных компьютерных программ, таких как Excel и Statist, а также по Б.А. Доспехову [6].

Результаты и обсуждение. За 4 года в опыте № 1 наибольшая суммарная прибавка урожая (8,04 тыс. зерн. ед./га) получена при внесении двойной дозы полного минерального удобрения, а лучшая окупаемость 1 кг д.в. удобрений и азота – одинарной дозы NPK (табл. 2). Последняя доза является оптимальной в нашем эксперименте. Окупаемость единицы питательных веществ органических удобрений прибавкой, по сравнению с минеральными, снижается в несколько раз.

Таблица 2. Действие минеральных и органических и последствие органических удобрений на урожай возделываемых культур в опыте № 1, 2006-2009 гг.

Вариант	Урожайность культур						Средняя продуктивность за 2006-2009 гг.		Окупаемость прибавкой в зерн. ед.	
	картофель		овес		яровая пшеница	ячмень	тыс. зерн. ед./га	прибавка, %	1 кг д.в.	1 кг азота
	т/га	тыс. зерн. ед./га	т/га	тыс. зерн. ед./га	т/га	т/га				
1. Контроль	28,4	7,10	3,12	2,50	28,8	42,0	4,17			
2. $N_{205}P_{205}K_{225}$	36,5	9,12	4,13	3,30	42,3	57,9	5,61	34,6	9,1	28,2
3. $N_{410}P_{410}K_{450}$	38,9	9,72	4,76	3,81	41,0	70,9	6,18	48,2	6,3	19,6
4. Навоз КРС 100 т/га	36,6	9,15	4,02	3,22	35,9	56,3	5,40	29,4	3,2	7,9
5. КП 25 т/га	30,3	7,58	3,35	2,68	32,1	44,2	4,47	7,2	2,0	10,0
6. КП 50 т/га	31,2	7,80	3,49	2,79	32,4	43,5	4,54	9,0	1,2	6,2
7. КП 50 т/га + $N_{205}P_{205}K_{225}$	32,2	8,05	3,81	3,05	40,8	63,4	5,38	29,0	2,6	10,9
8. КП 50 т/га + K_{225}	34,4	8,60	3,33	2,66	32,0	42,5	4,68	12,2	1,4	8,5
9. КП 100 т/га	36,5	8,12	3,59	2,87	33,2	44,4	4,94	18,5	1,3	6,4
HCP ₀₅ , ц/га	2,2	0,55	0,21	0,17	2,9	5,8				

Примечание: в 100 т/га навоза КРС содержалось $N_{620}P_{320}K_{610}$, в 25 т/га КП – $N_{120}P_{352}K_{125}$, в 50 т/га КП – $N_{240}P_{705}K_{250}$, в 100 т/га КП – $N_{480}P_{1410}K_{500}$. Органические удобрения вносили в 2006 г.

Таблица 3. Рассчитанная окупаемость питательных веществ удобрений прибавкой урожая, зерн. ед. (опыт № 1)

Вариант	Окупаемость 1 кг питательных веществ ($y_{рассч}$)	$y_{экс} / y_{рассч}$	Окупаемость 1 кг азота ($z_{рассч}$)	$z_{экс} / z_{рассч}$
1. Контроль	—	—	—	—
2. N ₂₀₅ P ₂₀₅ K ₂₂₅	9,3	0,98	28,4	0,99
3. N ₄₁₀ P ₄₁₀ K ₄₅₀	5,9	1,08	19,2	1,02
4. Навоз КРС, 100 т/га	4,3	0,74	15,2	0,52
5. КП 25 т/га	9,5	0,21	28,9	0,35
6. КП 50 т/га	6,3	0,19	17,3	0,36
7. КП 50 т/га + N ₂₀₅ P ₂₀₅ K ₂₂₅	2,8	0,92	11,1	0,98
8. КП 50 т/га + K ₂₂₅	5,0	0,28	17,0	0,50

Примечание. Сумма д.в. удобрений в варианте 9 (23,9 ц/га) не входила в интервал изменений переменной x уравнения 1.

Рассчитанные по уравнениям 1 и 2 значения окупаемости 1 кг питательных веществ и 1 кг азота в зависимости от суммы внесенных за ротацию элементов питания (табл. 3) в вариантах применения одних органических удобрений, их сочетания с калийными удобрениями в несколько раз выше, чем экспериментальные величины (см. табл. 2 и 3). Наиболее высокие различия в вариантах внесения 25 и 50 т/га куриного помета. С их дозами внесено 120 и 240 кг/га азота, 352 и 705 кг/га P₂O₅.

Причины низкой окупаемости питательных веществ одних органических удобрений связаны с более низкими запасами нитратного азота в слое почвы 0-40 см и обусловлены постепенной минерализацией и высвобождением питательных веществ из органики, вымыванием накопившегося с осени нитратного азота талыми водами в более глубокие слои почвы, несбалансированностью между азотом и фосфором [11].

Более узким и оптимальным соотношением элементов питания характеризовался навоз КРС. В нем была наиболее высокая доля азота – 40% от суммы элементов питания. По сравнению с пометом кур, отношение $y_{экс} / y_{рассч}$ для питательных веществ было в 3,5-3,9 раз выше (0,74 против 0,19-0,21), а для $z_{экс} / z_{рассч}$ окупаемости азота – в 1,4 раза.

Установлено, что минеральные удобрения повышали сбор крахмала с картофелем с 40,9 ц/га в контроле до 50,4 ц/га, органические – до 42,3-50,4 ц/га, сочетание 50 т/га КП с NPK – до 41,9 ц/га. При

применении минеральных удобрений в зерне яровых культур увеличивалось содержание сырого белка, слабо изменялось содержание P₂O₅ и K₂O [11]. То же наблюдали и при внесении 100 т/га навоза КРС и 25-50 т/га КП, при сочетании 50 т/га КП с NPK. Однако в зерне яровой пшеницы и ячменя при внесении 100 т/га КП и сочетании 50 т/га КП с калийными минеральными удобрениями, по сравнению с контролем, содержание

сырого белка несколько снижалось.

При изучаемых системах удобрения, когда со 100 т/га навоза КРС и КП соответственно вносили 620 и 480 кг/га азота, в зерне яровых культур содержание нитратов было на порядок ниже ПДК, а в клубнях картофеля – в 2,2-6,2 раз меньше [11].

В опыте № 2 наиболее низкие прибавки урожая зерновых культур получены при применении одних органических удобрений (табл. 4). Органоминеральные системы удобрения обеспечивали существенно более высокие и близкие к минеральной системе прибавки.

Важно, что применение ½ дозы навоза КРС с NPK достоверно не снижало продуктивность, по сравнению с сочетанием его полной дозы с NPK. Вследствие этого окупаемость 1 кг д.в. прибавкой в первом случае более высокая (3,8 зерн. ед.), чем во 2-м (3,2 зерн. ед.). Это подтверждается и сравнением окупаемости удобрений в 8-м и 9-м вариантах (см. табл. 4). Таким образом, в органоминеральных системах наиболее окупаемы удобрения, в которых соотношение азота органических и минеральных удобрений близко к 1 (1:1,2 против 2:1,2).

За 3 года связь между окупаемостью 1 кг д.в. удобрений прибавкой (y , зерн. ед./кг д.в.) и суммой питательных веществ (x , ц/га д.в.) для вариантов с полным минеральным удобрением и сочетанием его и N₄₀ K₄₀ с органическими удобрениями подчинялась уравнению линейной регрессии:

Таблица 4. Влияние систем удобрения на урожайность и продуктивность культур звена севооборота

Вариант	Урожайность зерна, ц/га			Продуктивность звена, тыс. зерн. ед./га	Средняя прибавка продуктивности, тыс. зерн. ед./га	Окупаемость 1 кг д.в. прибавкой, зерн. ед.	
	озимая пшеница	ячмень	овес			фактическая	рассчитанная
1. Контроль	47,0	18,0	35,0	3,10	-	-	-
2. NPK (N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀)	55,6	25,4	47,5	3,97	0,87	7,2	6,5
3. 2 NPK (N ₂₄₀ P ₂₄₀ K ₂₄₀)	53,8	27,4	51,7	4,09	0,99	4,1	3,9
4. Навоз КРС (N ₂₀₀ P ₁₄₃ K ₁₄₆)	51,0	23,3	39,1	3,52	0,42	2,6	5,6
5. Навоз КРС + NPK (N ₃₂₀ P ₂₆₃ K ₂₆₆)	53,3	28,5	47,6	4,00	0,90	3,2	3,0
6. ½ навоза КРС + NPK (N ₂₂₀ P ₁₉₂ K ₁₉₃)	53,3	27,2	44,2	3,86	0,76	3,8	4,8
7. КП (N ₂₀₀ P ₃₁₀ K ₁₅₀)	51,5	22,7	39,6	3,53	0,43	2,0	4,4
8. КП + NK (N ₃₂₀ P ₃₁₀ K ₂₇₀)	53,0	28,2	46,7	3,95	0,85	2,8	2,6
9. ½ КП + NPK (N ₂₂₀ P ₂₇₅ K ₁₉₅)	54,3	28,5	46,0	3,99	0,89	3,9	4,2
10. ПГ (N ₂₀₀ P ₃₀₀ K ₂₀₅)	55,2	20,8	39,6	3,59	0,49	2,1	4,0
11. ПГ + NK (N ₃₂₀ P ₃₀₀ K ₃₂₅)	52,7	25,1	49,3	3,91	0,81	2,6	2,3
HCP ₀₅	3,7	2,2	4,0	0,30			

Примечание. В скобках для каждого варианта указана сумма питательных веществ, внесенных за звено севооборота с органическими и минеральными удобрениями (кг/га).

Таблица 5. Динамика запасов нитратного и аммонийного азота в слое почвы 0-40 см по фазам развития культур, кг/га (среднее за 2012–2014 гг., опыт № 2)

Вариант	Всходы (отрастание), 1-й срок	Колошение (выметывание метелки), 2-й срок	Уборка, 3-й срок	Разница между 1 и 2 сроками	Доля потребления нитратного азота
Нитратный азот					
1. Контроль	45,3	14,4	24,9	+29,3	0,65
2. NPK	122,9	18,3	30,3	+104,6	0,85
3. 2 NPK	153,8	24,0	46,3	+129,8	0,84
4. Навоз KPC	63,7	17,3	29,2	+34,5	0,54
5. Навоз KPC + NPK	137,2	21,6	30,5	+125,6	0,92
6. ½ навоза KPC + NPK	129,0	24,2	26,6	+104,8	0,81
7. КП	48,7	15,1	36,4	+33,6	0,69
8. КП + НК	147,0	24,0	38,3	+123,0	0,84
9. ½ КП + NPK	134,9	24,9	49,9	+110,0	0,61
10. ПГ	56,2	15,7	29,2	+41,5	0,74
11. ПГ + НК	132,6	34,4	40,5	+98,2	0,74
Аммонийный азот					
1. Контроль	52,6	53,6	83,1	- 1,0	
2. NPK	64,2	56,1	78,6	+ 8,1	
3. 2 NPK	82,0	55,9	80,0	+ 26,1	
4. Навоз KPC	54,5	56,9	75,7	- 2,4	
5. Навоз KPC + NPK	58,7	55,9	73,4	+ 2,8	
6. ½ навоза KPC + NPK	63,1	54,7	67,7	+ 8,4	
7. КП	51,9	50,2	53,3	+ 1,7	
8. КП + НК	61,6	52,6	63,9	+ 9,0	
9. ½ КП + NPK	64,1	52,6	72,2	+ 11,5	
10. ПГ	50,7	51,2	72,3	- 0,5	
11. ПГ + НК	62,4	56,8	86,9	+ 5,6	

$$y = 9,12 - 0,72x \quad (3)$$

$$n = 7, R = 0,939, R^2 = 0,881.$$

Фактическая окупаемость прибавкой урожая 1 кг питательных веществ органических систем удобрения была примерно в 2 раза ниже (см. табл. 4), чем рассчитанная по уравнению 3. Более низкая окупаемость питательных веществ одних органических удобрений, по сравнению с органоминеральными и минеральными системами, совпадает с результатами опыта № 1 (см. табл. 3).

В среднем за 3 года (табл. 5) в ранние фазы роста и развития зерновых культур (всходы, отрастание озимых) применение одних органических удобрений, по сравнению с контролем, повышало запасы нитратного азота в слое почвы 0-40 см (с 45,3 до 48,7-63,7 кг/га). При внесении одинарной и двойной доз NPK они резко возрастали до 123 и 154 кг/га, при органоминеральных системах – до 129-147 кг/га. В фазу колошения (выметывания метелки) запасы нитратного азота резко снижались, особенно в удобренных вариантах, ко времени уборки снова возрастали. Разница в запасах N-NO₃ между 1-м и 2-м сроками наблюдений в вариантах контроля и применения органических удобрений варьировала в пределах 29-42 кг/га, а минеральных и органоминеральных систем – от 98 до 130 кг/га.

Запасы N-NH₄ колебались от 52 до 82 кг/га в фазу всходов, от 50 до 57 кг/га – в период колошения, 53-87 кг/га – в период уборки. Разница в запасах аммонийного азота между всходами (отрастанием) культур и серединой вегетации колебалась от 2,4 до 26,1 кг/га, то есть непосредственное влияние этой формы азота в питании растений было более низким.

Между средней продуктивностью звена севооборота и запасами нитратного азота в слое почвы 0-40 см в ранние сроки вегетации зерновых культур установлена тесная степенная взаимосвязь (см. рисунок). При органических системах удобрения средние запасы нитратного азота колебались от 49 до 64 кг/га,

что и предопределило более низкую продуктивность культур в этих системах, соответственно более низкую окупаемость в них единицы элементов питания. Такая же взаимосвязь между указанными параметрами за севооборот установлена и в других исследованиях [12].

По сравнению с минеральной, при органоминеральной и органической системах удобрения наблюдали снижение почвенной кислотности. За 4 года в контрольном варианте величина pH_{KCl} уменьшилась на 0,07 единицы, при применении одинарной и двойной доз NPK – соответственно на 0,19 и 0,33 единицы pH_{KCl}, при органической и органоминеральной соответственно на 0,03-0,04 и 0,12-0,24. Гидролитическая кислотность возрастала в

контроле и при применении минеральных удобрений на 0,04-0,35 мг-экв/100 г почвы. При органической и органоминеральных системах удобрения наблюдали ее снижение соответственно на 0,79-0,88 и 0,26-0,57 мг-экв/100 г почвы.

С 2011 по 2014 гг. содержание органического вещества (ОВ) в опыте 2 в контрольном варианте в слое почвы 0-20 см снизилось на 0,03%. Варианты с NPK сдерживали процесс снижения ОВ: его уменьшение составило 0,02% от массы почвы. При увеличении дозы полного минерального удобрения в 2 раза уже наблюдалась тенденция небольшого повышения содержания ОВ (на 0,02%).

Применение полной нормы всех видов органических удобрений повышало исходное содержание ОВ на 0,05-0,10%. Наибольший прирост его наблюдали при применении гусиного опилочного помета (0,10%). Совместное использование полных норм органических удобрений с минеральными удобрениями вело к дальнейшему увеличению содержания ОВ (на 0,08-0,13% относительно исходного). В этих вариантах

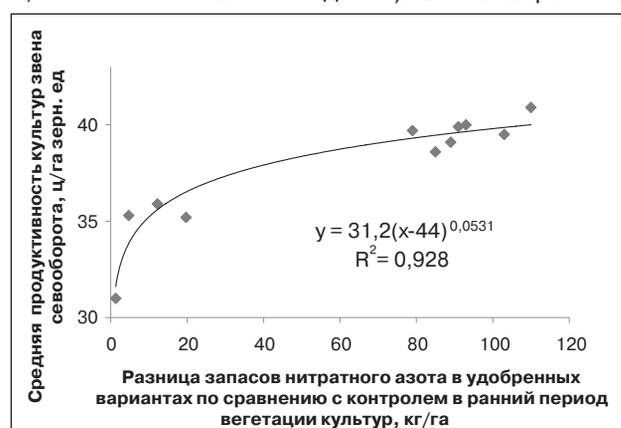


Рисунок. Влияние запасов нитратного азота в слое почвы 0-40 см в ранний период вегетации культур на среднюю продуктивность звена севооборота.

повышение содержания ОВ было максимальным. Снижение дозы органических удобрений при органо-минеральных системах удобрения в два раза вело к уменьшению содержания ОВ на 0,03-0,04% относительно таких систем с полными дозами органических удобрений.

Выводы. На серых лесных почвах Верхневолжья за ротацию зернопропашного севооборота картофеля, овес, яровая пшеница, ячмень при одноразовом применении 620 кг/га азота органических удобрений обеспечивалось получение незагрязненной нитратами товарной продукции. Окупаемость прибавкой единицы питательных веществ при этом была в 2,8 раза ниже (3,2 зерн. ед./кг д.в.), чем для обычно рекомендуемых доз минеральных удобрений. Окупаемость одних органических удобрений возрастала с уменьшением дозы их внесения и увеличением доли азота от суммы питательных веществ.

Для близкого соотношения элементов питания окупаемость прибавкой питательных веществ полного минерального удобрения и сочетания его и НК с органическими удобрениями с увеличением доз внесения питательных веществ снижалась по линейной взаимосвязи. Отклонялись от нее в меньшую сторону значения этого показателя в органических удобрениях. По сравнению с рассчитанной по этой взаимосвязи, экспериментальная окупаемость их была в 1,4-2,0 раза

более низкой. В органо-минеральных системах наиболее окупаемы удобрения, в которых соотношение азота органических и минеральных компонентов близко к 1 (1:1,2 против 2:1,2).

Продуктивность возделываемых зерновых культур озимая пшеница – ячмень – овес определялась преимущественно запасами нитратного азота в слое почвы 0-40 см в ранние фазы роста и развития и возрастала от них по степенной зависимости от 3,10 до 4,09 тыс. зерн. ед./га. Без внесения удобрений запасы N-NO₃ составляли 44-45 кг/га, возрастали до 60 кг/га при применении 200 кг/га азота органических удобрений, до 80-150 кг/га при полной минеральной (N₄₀₋₈₀P₄₀₋₈₀K₄₀₋₈₀) и органо-минеральной (сочетание 100 и 200 кг/га азота органических удобрений с ежегодным применением N₄₀P₄₀K₄₀ или N₄₀K₄₀ минеральных удобрений) системах.

Более низкое накопление нитратного азота в слое почвы 0-40 см в ранний период вегетации культур при органических системах удобрения, по сравнению с минеральными и органо-минеральными, обусловлены постепенной минерализацией органического вещества, вымыванием накопившегося с осени N-NO₃ тальми водами в более глубокие слои почвы, что не способствовало существенному улучшению элементов структуры урожая и созданию высокопродуктивного стеблестоя.

Литература.

1. Тарасов С.И. Особенности применения бесподстилочного навоза // *Агробиохимический вестник*. 2013. № 4. С. 55.
2. Лысенко В.П. Птицефабрики – союзники земледельцев // *Земледелие*. 2014. № 5. С. 20–21.
3. Тарасов С.И. Проблемы производства и хранения бесподстилочного навоза // *Агробиохимический вестник*. 2012. № 6. С. 37–40.
4. Ненайденко Г.Н. Утилизация куриного навоза. Иваново: Ивановская ГСХА. 2006. 150 с.
5. Мерзлая Г.Е., Лысенко В.П. Агроэкологические прогнозы использования птичьего помета // *Агробиохимический вестник*. 2005. № 3. С. 12–13.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Колос, 1973. 336 с.
7. Практикум по агрохимии / В.В. Кидин, И.П. Дерюгин, В.И. Кобзаренко, А.Н. Кулюкин, Д.В. Ладонин, В.Ф. Волобуева, А.Ф. Слипчик / под ред. В.В. Кидина. М.: КолосС, 2008. 599 с.
8. Система ведения сельского хозяйства Владимирской области / отв. В.Г. Ильичев. Владимир: Изд-во ВАСХНИЛ НЗ РСФСР, 1983. 341 с.
9. Целуйко О.А., Пасько С.В., Медведева В.И. Эффективность систематического длительного внесения удобрений в зернопаропашном севообороте на черноземе обыкновенном // *Земледелие*. 2015. № 7. С. 11–13.
10. Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А. Эффективность систем удобрения на серых лесных почвах Ополя // *Доклады РАСХН*. 2014. № 4. С. 38–40.
11. Использование местных органических удобрений на серых лесных почвах Владимирского Ополя / В.В. Окорков, Л.А. Окоркова, О.А. Фенова, И.В. Семин // *Агрохимия*. 2013. № 4. С. 34–47.
12. Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А. К обоснованию различной эффективности органической, органо-минеральной и минеральной систем удобрения на серых лесных почвах Ополя / *Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. Суздаль, 29-30 июня 2015 г. Иваново: ПресСтО, 2015. С. 233–243.*

ABOUT EFFICIENCY OF LOCAL ORGANIC FERTILIZERS ON SOILS OF THE VLADIMIRSKOE OPOLIE

V.V. Okorkov

Vladimir Research Institute of Agriculture, ul. Tsentralnaya, 3, pos. Novy, Suzdalsky r-n, Vladimirskaya obl., 601261, Russian Federation

Summary. On gray forest soils of the Vladimirskoe Opolie it was studied the influence of different fertilization systems with the use of animal waste on the productivity of crops, recoupment of nutrients and reserves of nitrogen mineral forms. In the four-field grain-row crop rotation with the single introduction up to 620 kg/ha of nitrogen the possibility of recovery of wastes without pollution was established. The recoupment of the nutrients by the increase in this case was 2.8 times lower (3.2 grain units/kg a.s.) than for recommended doses of mineral fertilizers. The recoupment of organic fertilizers increased with the lower fertilizer rates and with larger nitrogen fraction in total nutrients. In the second field experiment at a close ratio of the nutrients the recoupment of their unit of nutrients for the full mineral fertilizer and combination of it and NK with organic fertilizers decreased in a linear relationship with the increased doses of application. The recoupment of organic fertilizers deflects from it downward. The experimental recoupment was 1.4-2 times lower, than that, calculated according to this relationship. In organic and mineral systems the fertilizers were the most profitable, if the ratio of organic and mineral nitrogen was close to 1 (1:1.2 vs. 2:1.2). The productivity of grain crops is determined by stocks of nitrate nitrogen in the soil layer 0-40 cm at the early stages of growth and development, and increased according to a power law from 3.1 to 4.1 thousand of grain units/ha. Without fertilization, these reserves was 44-45 kg/ha, increased to 60 kg/ha with the application of 200 kg/ha of nitrogen from organic fertilizers, up to 80-150 kg/ha with full mineral (N₄₀₋₈₀P₄₀₋₈₀K₄₀₋₈₀) and organic and mineral (a combination of 100 and 200 kg/ha of nitrogen from organic fertilizer with annual application of N₄₀P₄₀K₄₀ or N₄₀K₄₀) systems.

Keywords: gray forest soil, fertilizer systems, grain-row crop rotation, grain crops, payback of unit of nutrients, reserves of nitrate nitrogen.

Author Details: V.V. Okorkov, D. Sc. (Agr.), head of division (e-mail: adm@vnish.elcom.ru).

For citation: Okorkov V.V. About Efficiency of Local Organic Fertilizers on Soils of the Vladimirskoe Opolie. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No 11. Pp. 65-69 (in Russ.).

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОВТОРНЫХ ПОСЕВАХ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л.В. ЮШКЕВИЧ, доктор сельскохозяйственных наук,
зав. лабораторией

А.Г. ЩИТОВ, кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник

А.В. ЛОМАНОВСКИЙ, младший научный сотрудник
Сибирский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства, просп. Королева, 26, Омск,
644012, Российская Федерация
E-mail: sibniish@bk.ru

Резюме. Исследования проводили в лаборатории земледелия черноземной лесостепи СибНИИСХ в 2005-2014 гг. с целью определения продуктивности повторных посевов яровой мягкой пшеницы среднераннего биотипа в длительном стационарном зернопаровом севообороте с чередованием культур: чистый пар, пшеница, пшеница, пшеница, ячмень. Проведена сравнительная оценка эффективности агротехнологий выращивания яровой пшеницы по паровому предшественнику и повторному посеву при различных системах обработки почвы и применении средств интенсификации. Установлена четкая закономерность снижения урожайности зерна при посеве второй, третьей пшеницы после пара без использования средств химизации с 2,17 до 1,11 т/га, или на 48,8%. При комплексном применении средств интенсификации и повышении продуктивности культуры в 2,2 раза (до 3,39 т/га) урожайность в повторных посевах уступает паровому предшественнику на 1,64 т/га, или 39,0%. В повторных посевах увеличивается плотность верхнего слоя почвы до 1,18 г/см³, коэффициент водопотребления на 1 т зерна возрастает на 20-46%, содержание нитратного азота снижается в 2,26-2,42 раза, засоренность агрофитоценоза повышается в 1,4-2,9 раза, поражение растений корневыми гнилями усиливается на 10-12%, ухудшается урожайность и качество зерна. В контроле (без средств химизации) продуктивность яровой пшеницы в повторных посевах составляет только 1,12 т/га при преимуществе комбинированного варианта обработки почвы. Урожайность зерна в этом варианте при комплексном применении средств химизации достигает 2,47 т/га и превышает продуктивность при нулевой обработке на 0,47 т/га (21,2%), при высоком варьировании этого показателя по годам – до 40,2%. Доминирующим фактором, влияющим на урожайность зерна яровой пшеницы, служат средства интенсификации. Степень их влияния достигает 30,6%. Затем следуют вклад предшественника – 22,0%, года – 13,3% и систем обработки почвы – менее 10%.

Ключевые слова: яровая пшеница, предшественник, повторный посев, система обработки почвы, средства интенсификации, агрофитоценоз, урожайность, качество зерна.

Для цитирования: Юшкевич Л.В., Щитов А.Г., Ломановский А.В. Повышение продуктивности яровой пшеницы в повторных посевах в южной лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 70-73.

Основными резервами повышения продуктивности и стабилизации производства качественного зерна яровой пшеницы на юге Западной Сибири служат совершенствование структуры пашни, полевых севооборотов, подбор предшественников, освоение ресурсосберегающих приемов и систем обработки почвы, рациональное применение средств интенсификации, выращивание адаптивных сортов.

В структуре полевых культур Западно-Сибирского региона доминируют зерновые – 8,6 млн га (63%), из них более 6 млн га (74%) занимает яровая пшеница. Основные площади под зерновыми культурами (до 80-85%) сосредоточены в засушливых степных и лесостепных агроландшафтах с годовым количеством осадков менее 400 мм.

В Омской области из общей площади посевов зерновых культур (2,14 млн га) яровая мягкая пшеница занимает 1,63 млн га, или 76,2%, в том числе в южно-лесостепной зоне – 480 тыс. га (74%). На сегодняшний день резервы роста продуктивности зерновых культур, в том числе яровой пшеницы, при экстенсивных технологиях возделывания в регионе практически исчерпаны. Урожайность стабилизировалась на уровне 1,20-1,50 т/га (степная зона – 1,20 т/га, южная лесостепь – 1,48 т/га), что не соответствует потенциальным ресурсам территории и бонитету пашни.

Полевой севооборот – важнейшее звено в системе адаптивного земледелия, он обеспечивает наибольший выход зерна при рациональном размещении и чередовании сельскохозяйственных культур. Установлено, что такие культуры как кукуруза, картофель, гречиха, горохо- и викоовсяные смеси неплохо переносят повторные посевы, снижая продуктивность относительно севооборотов на 10-15%. Существенно уменьшается урожайность (на 30-40%) при повторных посевах яровой мягкой и твердой пшениц, гороха, подсолнечника, проса, рапса. Большинство зерновых при размещении их второй культурой после пара – лучшие предшественники для яровой пшеницы, чем сама пшеница [1].

Перенасыщение структуры пашни яровой пшеницей и недостаточная доля наиболее ценных предшественников (качественные чистые и занятые пары, озимые, зернобобовые, кукуруза, просо) способствуют увеличению повторных посевов, что уменьшает продуктивность пашни и качество зерна. Основная причина – снижение почвенного плодородия вследствие ухудшения водного и питательного режимов почвы, увеличения засоренности и инфицированности агрофитоценоза. В то же время объективной сравнительной оценки различных по качеству предшественников и агротехнологий в регионе проведено недостаточно.

Многолетними исследованиями установлено, что в южной лесостепи Западной Сибири наибольшую урожайность зерна яровой пшеницы получают по чистому пару – 2,36 т/га, при повторном посеве пшеницы – 1,69 т/га и при бессменном возделывании – только 1,35 т/га, или в 2 раза меньше, чем по чистому пару. Наибольшая эффективность пара отмечена в засушливые годы, частота которых увеличилась (2008, 2010, 2012, 2014 гг.). Если по чистому пару в южной лесостепи Омской области урожайность яровой пшеницы выше 2,0 т/га наблюдали в 60,4% случаев, то при повторном посеве – в 32,1% и бессменном посеве – лишь в 12,1% [2].

По данным Сибирского НИИСХ, если урожайность зерна яровой пшеницы после чистого пара принять за 100%, то у второй пшеницы после пара она составляет 78%, третьей – 68% и четвертой – лишь 51%. Отказ от паров в полевых севооборотах может привести к снижению урожайности зерновых культур в засушливых агроландшафтах на 20-50% [3].

В степной и южно-лесостепной зонах Омской области посевы яровой пшеницы по паровому предшественнику составляют 340 тыс. га (40%), второй культурой после пара – до 300 тыс. га (35%) и повторные (более двух лет) – более 200 тыс. га, или до 25%. Урожайность зерна на худших предшественниках без

применения средств интенсификации не достигает 1,2 т/га из-за снижения почвенного плодородия, ухудшения водного и питательного режимов почвы, повышения засоренности агрофитоценоза и усиления инфекционного фона. В то же время ряд исследователей ставят под сомнение эффективность парового поля в полевых севооборотах [4-9].

Цель исследований – установить эффективность различных по интенсивности воздействия систем обработки черноземных почв и средств интенсификации на урожайность зерна яровой пшеницы в повторных посевах в южной лесостепи Западной Сибири.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в лесостепной зоне Омской области в длительном стационарном опыте лаборатории земледелия черноземной лесостепи СибНИИСХ в 2005-2014 гг.

в повторном посеве яровой пшеницы. Зернопаровой севооборот, развернутый во времени и пространстве, имеет следующее чередование культур: чистый пар, пшеница, пшеница, пшеница, ячмень. Почва опытного участка – лугово-черноземная среднemocная с содержанием гумуса в пахотном слое до 7-8%.

В двухфакторном опыте изучали влияние систем обработки почвы в севообороте (фактор А) и применения средств интенсификации (фактор В) на урожайность яровой пшеницы.

Системы обработки почвы в севообороте: отвальная (ежегодная вспашка на глубину 20-22 см); комбинированная (вспашка на 20-22 см в паровом поле по типу раннего, под третью пшеницу после пара и плоскорезная обработка на 10-12 см под вторую пшеницу после пара и ячмень); плоскорезная (ежегодная обработка на 10-12 см); минимально-нулевая (в паровом поле культивация на 8-10 см, в остальных полях – без осенней обработки) – контроль.

Средства интенсификации: без средств химизации (контроль); рекомендованные гербициды и их баковые смеси (Топик, 0,4-0,5 л/га + Гренч, 8-10 г/га); удобрения ($N_{24}P_{39}$ в среднем на 1 га пашни), в том числе под третью пшеницу – $N_{30}P_{30}$; гербициды (Топик, 0,4-0,5 л/га + Гренч, 8-10 г/га) + удобрения; фунгицид (Тилт-250, 0,5 л/га); ретардант Це-Це-Це 460 (1,5 л/га) совместно с фунгицидом Тилт-250; вариант комплексного применения средств химизации включал совместное применение гербицидов, удобрений, фунгицида и ретарданта.

Также изучали урожайность пшеницы в зависимости от ее места в севообороте (первой, второй и третьей культурой после пара).

Среднеранние сорта яровой пшеницы Памяти Азиева, Омская 36 высевали сеялкой СЗ-3,6, с 2012 г. – посевным комплексом «Selford» 15-25 мая с нормой посева по пару – 5,0 млн всхожих зерен на 1 га, второй и третьей культуры после пара – 4,5 млн семян/га. Уборка однофазная комбайнами Сампо-500, Сампо-130 с оставлением измельченной соломы на поле. Площадь делянки первого порядка – 2700 м², второго – 450 м², учетная площадь делянки – 36 м² (2 × 18 м). Размещение систематическое в 4-кратной повторности.

Метеоусловия за годы исследований (2005-2014 гг.) в целом были близки к среднесноголетним (ГТК = 1,08). Самые низкие величины ГТК отмечали в засушливые

вегетационные периоды 2008 г. (0,69), 2010 г. (0,55), 2012 г. (0,69) и 2014 г. (0,68).

Определение параметров проводили по общепринятым методикам (определение агрофизических свойств по Н.А. Качинскому и Н.И. Савинову; дисперсионный и корреляционный анализ – по методике Б.А. Доспехова) [10-15].

Результаты и обсуждение. Длительные исследования, проведенные в севообороте, показали, что продуктивность яровой пшеницы среднераннего биотипа во многом определяется предшественником и применением средств интенсификации (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность зерна яровой пшеницы в зернопаровом севообороте, т/га

Размещение пшеницы в севообороте после пара	Без химизации (контроль)			Комплексная химизация		
	т/га	снижение урожайности		т/га	снижение урожайности	
		т/га	%		т/га	%
Первая культура	2,17	–	100,0	4,20	–	100,0
Вторая культура	1,43	0,74	34,1	3,40	0,80	19,0
Третья культура	1,11	1,06	48,8	2,56	1,64	39,0
Среднее	1,57			3,39		

В варианте без применения средств интенсификации наблюдается четкая закономерность снижения урожайности по мере удаления пшеницы от парового предшественника в среднем с 2,17 до 1,11 т/га, или на 1,06 т/га (48,8%). При комплексном применении средств интенсификации и повышении средней продуктивности культуры в 2,2 раза (до 3,39 т/га) такая закономерность сохранилась. Сбор зерна яровой пшеницы третьей культурой после пара и в этом случае уступала посевам по паровому предшественнику на 1,64 т/га, или на 39,0%. Преимущество чистого пара обусловлено оптимизацией элементов почвенного плодородия и состоянием основных компонентов агрофитоценоза.

Применение различных систем обработки почвы в севообороте, различающихся по интенсивности воздействия на верхний слой чернозема, и комплексное использование средств интенсификации так же оказывают заметное влияние на состояние агрофитоценоза и продуктивность яровой пшеницы (табл. 2).

Установлено, что в повторных (третья пшеница после пара) посевах, в сравнении с паровым предшественником, плотность верхнего (0-30 см) слоя почвы повышается до 1,18 г/см³ (на 8,0%), коэффициент водопотребления на 1 т зерна возрастает на 20-46%, содержание нитратного азота перед посевом снижается в 2,26-2,42 раза в зависимости от варианта химизации. Обеспеченность культуры доступным фосфором без применения средств химизации различается незначительно. Засоренность посевов повышается в 1,4-2,9 раза, степень поражения растений корневыми гнилями возрастает на 10-12%, развитие бурой ржавчины и мучнистой росы имеет тенденцию к снижению, а септориоза, наоборот, к усилению, особенно при минимально-нулевой обработке – на 10-19%. Урожайность яровой пшеницы среднераннего биотипа (Памяти Азиева, Омская-36) при возделывании по пару повышается в среднем в 1,7 раза, одновременно содержание клейковины в зерне увеличивается до 28-30%.

Сравнительная оценка комбинированной и минимальной систем обработки почвы по обоим предшественникам в зернопаровом севообороте показала, что во втором варианте оптимизируется плотность верхнего слоя чернозема (в среднем до 1,13 г/см³), расход влаги на формирование 1 т зерна становится на 15-19% менее экономным, содержание перед посевом

Таблица 2. Сравнительная оценка агротехнологий возделывания яровой пшеницы (2005-2012 гг.)

Параметр	Вариант химизации	Предшественник			
		пара		второй пшеница	
		система обработки почвы			
		комбини- рованная	минимально- нулевая	комбини- рованная	минимально- нулевая
Плотность почвы перед посевом в слое 0-30 см, г/см ³	2*	1,05	1,08	1,12	1,18
Кoeffициент водопотребления на 1т зерна, мм	1**	113	121	117	163
Содержание перед посевом N-NO ₃ в слое 0-40 см, мг/кг	2	70	79	99	119
Содержание перед посевом P ₂ O ₅ в слое 0-20 см, мг/кг	1	16,9	15,1	8,2	4,9
Засоренность посевов, г/м ²	2	22,4	20,2	11,1	7,7
От биомассы агрофитоценоза, %	1	104	117	106	112
Степень поражения растений корневыми гнилями, %	2	229	228	213	239
Степень поражения бурой ржавчиной, %	1	324	580	429	667
Степень поражения септориозом, %	2	68	66	102	113
Степень поражения мучнистой росой, %	1	17,6	34,9	30,7	43,2
Урожайность зерна, т/га	2	2,8	2,8	7,4	8,7
Содержание клейковины в зерне, %	1	17,4	18,6	18,4	21,8
	2	13,7	18,0	16,5	18,4
	1	7,11	5,94	4,16	4,62
	2	2,40	3,18	1,54	1,48
	1	7,15	4,90	7,32	6,96
	2	3,54	3,78	3,05	4,97
	1	4,44	5,46	5,54	4,18
	2	3,61	3,83	3,51	2,04
	1	2,26	1,95	1,44	1,04
	2	4,42	4,04	2,55	2,26
	1	28,2	27,7	25,6	24,6
	2	30,7	29,2	28,4	27,2

2* – комплексная химизация
1** – контроль (без химизации)

нитратного азота снижается на 11-14%, засоренность агрофитоценоза возрастает на 13-61%, а степень поражения растений корневыми гнилями – на 13-21%. Различия в инфицированности верхнего яруса листьев листовыми болезнями между системами обработки почвы было незначительным. Снижение продуктивности яровой пшеницы при минимальной системе обработки почвы относительно комбинированного варианта в контроле (без химизации) составило 0,31-0,40 т/га (13,7-27,8%), при комплексной химизации различия уменьшались до 9,0-11,4%.

Минимизация обработки почвы в севообороте приводит к заметному сокращению нитрификации, биологической активности почвы, содержания нитратного азота (до 30%) и уменьшению реутилизации азотистых

веществ в зерновку яровой пшеницы, что, в конечном итоге, снижает содержание белка в зерне, относительно комбинированного варианта, с 13,6-15,2 до 12,3-14,7% и клейковины – до 24,6-29,2% [10, 16, 17].

Доминирующий фактор повышения продуктивности яровой пшеницы на черноземных почвах лесостепи Западной Сибири – интенсификация технологии и, прежде всего, внесение минеральных удобрений, использование которых за последние 25-30 лет сократилось до критического уровня. Наблюдения показали, что рациональное применение средств интенсификации оказывает существенное влияние на состояние агрофитоценоза посевов яровой пшеницы. За период наблюдений комплексное применение средств химизации независимо от предшественника способствовало экономии водных ресурсов на формирование 1 т зерна на 29%, повышению содержания нитратного азота к посеву яровой пшеницы на 36%, подвижного фосфора –

в 2,1 раза. Наблюдалось снижение засоренности агрофитоценоза в 5,8 раза, поражения растений корневыми гнилями – на 11,2%, уменьшение развития листовых инфекций, в том числе бурой ржавчиной, – в 2,54 раза, септориоза – в 1,7 раза, мучнистой росы – в 1,5 раза. В целом на изучаемых предшественниках рациональное комплексное применение средств интенсификации способствует повышению урожайности в 2 раза, в том числе по паровому предшественнику до 4,42 т/га, при увеличении содержания клейковины в зерне до 29,2-30,7%.

Наблюдения показали, что продуктивность яровой пшеницы в повторных посевах существенно снижается и в значительной степени определяется применением средств химизации и интенсивностью систем обработки почвы в севообороте (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность зерна третьей пшеницы после пара в зависимости от технологии возделывания, т/га (2006-2014 гг.)

Средства химизации (фактор В)	Система обработки почвы (фактор А)				Средняя по фактору В (НСР ₀₅ = 0,07) т/га	Варьирование урожайности (НСР ₀₅ = 5,1), %
	отвальная	комбинированная	плоскорезная	минимально-нулевая		
Без средств химизации (контроль)	1,31	1,27	0,94	0,98	1,12	31,0
Гербициды	1,81	1,76	1,33	1,36	1,56	35,9
Удобрения	1,71	1,72	1,21	1,30	1,48	42,1
Гербициды + удобрения	2,20	2,24	1,93	1,91	2,07	41,9
Гербициды + удобрения + фунгицид	2,51	2,47	2,35	2,30	2,41	44,2
Гербициды + удобрения + фунгицид + ретардант	2,64	2,69	2,33	2,22	2,47	45,9
Средняя по фактору А (НСР ₀₅ = 0,07), т/га	2,03	2,02	1,68	1,68		
Варьирование урожайности (НСР ₀₅ = 5,1), %	47,6	32,3	41,9	40,2		

НСР₀₅ (для частных средних) = 0,17 т/га

При выращивании яровой пшеницы в повторных посевах урожайность зерна в контроле (без средств химизации) составляла только 1,12 т/га. В данном варианте при раздельном применении гербицидов и удобрений урожайность при комбинированной системе обработки превышала таковую при минимальной на 0,29-0,42 т/га или на 29,4-32,3%. При комплексном применении средств химизации и повышении продуктивности культуры до 2,69 т/га урожайность зерна в комбинированном варианте также превышала минимально-нулевой вариант на 0,47 т/га (21,2%).

Прибавка урожайности от применения ретардантов составила 0,06 т/га (2,5%), фунгицидов – 0,34 (16,6%), удобрений – 0,36 (32,1%), гербицидов – 0,44 (40,2%), гербицидов и удобрений – 0,95 (86,1%) и комплексной химизации – 1,35 т/га, или в 2,2 раза, относительно контроля (без химизации). В целом рост продуктивности культуры от минимальной (0,94 т/га) до максимальной (2,69 т/га) урожайности зерна в опыте при совершенствовании агротехнологии составил 2,9 раза. При дефиците нитратного азота в верхнем слое дополнительное внесение на повторных посевах азотных удобрений (N_{30}), при комплексном применении средств химизации, обеспечивало прибавку зерна 0,51 т/га (19%) [1]. Установлено, что варьирование урожайности зерна в зависимости от технологии возделывания и гидротермических усло-

вий на повторных посевах было высоким и составило в среднем 40,2%, снижаясь на паровом предшественнике до 27,0%, или в 1,5 раза. Меньшие колебания урожайности зерна отмечены при комбинированной системе обработки почвы – 32,3%. Применение средств интенсификации способствует росту продуктивности, однако не повышает устойчивость растений к стрессовым ситуациям, в том числе к засухе, варьирование урожайности по годам, в отличие от парового предшественника остается высоким и составляет 42-46%.

Доминирующий фактор, влияющий на урожайность зерна яровой пшеницы – это средства интенсификации. Степень его влияния оценивается в 30,6%. Вклад предшественников составляет 22,0%, года – 13,3%, систем обработки почвы – менее 10%.

Выводы. Таким образом, возделывание яровой пшеницы в повторных посевах, вследствие снижения почвенного плодородия, ухудшения водного режима и фитосанитарного состояния агрофитоценоза приводит к уменьшению урожайности зерна относительно парового предшественника до 39,0-48,8%. Наибольшее снижение продуктивности яровой пшеницы в повторных посевах отмечается при экстенсивных технологиях возделывания культуры. Комплексное применение средств интенсификации повышает урожайность зерна до 2,26-2,55 т/га, уступаая паровому предшественнику на 42-44%.

Литература.

1. Бычек А.Ю. Влияние ресурсосберегающих систем обработки почвы и средств химизации на урожайность яровой мягкой пшеницы в повторных посевах в южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Омск, 2009. 16 с.
2. Неклюдов А.Ф. Севооборот – основа урожая. Омск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1990. 128 с.
3. Неклюдов А.Ф., Шмаков А.А. Эффективность полевых севооборотов в Западной Сибири // Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная памяти уральских ученых Н.А. Иванова, В.Ф. Трушина, С.А. Чазова: сб. науч. тр. Екатеринбург: УрГСХА, 2001. Т. 1. С. 3–18.
4. Сулейменов М.К. О теории и практике севооборотов в северном Казахстане // Земледелие. 1988. № 9. С. 7–13.
5. Сулейменов М.К. Сеять нельзя паровать: сб. статей. Алматы: Изд. центр ОФППИ «Интерлигал», 2006. 220 с.
6. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Перспективы технологии No-till в Сибири // Земледелие. 2014. № 1. С. 16–19.
7. Каскарбаев Ж.А. Плодосмен – как одно из направлений расширения потенциала растениеводства Казахстана // No-Till и плодосмен – основа аграрной политики поддержки ресурсосберегающего земледелия для интенсификации устойчивого производства: сб. докладов. Астана: ТОО «Жаркын Ко», 2009. С. 224–231.
8. Гилев С.Д., Цымбаленко И.Н., Замятин А.А., Курлов А.П. Эффективность прямого посева в Зауралье // Земледелие. 2014. № 6. С. 19–22.
9. Дридигер В.К. Технология прямого посева в Аргентине // Земледелие. 2013. № 1. С. 21–24.
10. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири. М.: Наука, 1981. 268 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.
12. Качинский Н.А. Физика почвы. М.: Высшая школа, 1965. Ч. 1. 323 с.
13. Ревут И.Б. Физика в земледелии. М., Л.: Физматиздат, 1960. 300 с.
14. Саввинов Н.И. Структура почв и ее прочность на целине и старопахотных участках. М.: Сельколгиз, 1931. 45 с.
15. Чулкина В.А. Корневые гнили хлебных злаков. Новосибирск: Наука, 1985. 189 с.
16. Юшкевич Л.В. Ресурсосберегающая система обработки почвы и плодородие черnozемных почв при интенсификации возделывания зерновых культур в южной лесостепи Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук. Омск, 2001. 490 с.
17. Хамова О.Ф. Биологическая активность почвы и ее изменение под влиянием сельскохозяйственного использования: лекция. Омск, 2013. 28 с.

INCREASE IN THE PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT IN REPEATED CROPS IN THE SOUTH STEPPE OF WESTERN SIBERIA

L.V. Yushkevich, A.G. Shchitov, A.V. Lomanovsky

Siberian Research Institute of Agriculture, prosp. Koroleva, 26, Omsk, 644012, Russian Federation

Summary. The investigation was carried out in the laboratory of agriculture of chernozem forest-steppe of the Siberian Research Institute of Agriculture to determine the productivity of repeated crops of spring soft wheat of the medium early biotype in a long-term stationary grain-fallow crop rotation: fallow, wheat, wheat, wheat, barley. We comparatively evaluate of the effectiveness of agricultural technologies of spring wheat cultivation after fallow forecrop and in repeated crops with different tillage systems and use of intensification methods. The clear regularity of the reduction of grain yield at sowing of the second and the third wheat after fallow without chemical means from 2.17 to 1.11 t/ha, or by 48.8%, was established. With complex use of intensification means and increase in the crop yield 2.2 times (up to 3.39 t/ha) the productivity in the repeated crops is less by 1.64 t/ha, or 39%. In the repeated crops the density of topsoil increases to 1.18 g/cm³, the water consumption coefficient per 1 t of grain grows by 20–46%, the content of nitrate nitrogen reduces 2.26–2.42 times, the infestation of the agrophytocoenosis increases 1.4–2.9 times, the injury of plants by root rots raises by 10–12%, the yield and quality of the grain decreases. In the control (without chemicals) the productivity of spring wheat in repeated crops is 1.12 t/ha only with the advantages of the combined variant of tillage. The grain yield in this variant with the complex use of chemical means reaches 2.47 t/ha and exceeds the productivity at the no-till variant by 0.47 t/ha (21.2%), with high variation of this indicator – up to 40.2%. It was found that the dominant factor affecting the grain yield of spring wheat is intensification means. Their influence degree is up to 30.6%. Then there is contribution of forecrop – 22.0%; year – 13.3%; tillage systems – less than 10%.

Keywords: spring wheat, preceding crop, repeated crop, tillage system, means of intensification, agrophytocoenosis, productivity, grain quality.

Author Details: L.V. Yushkevich, D. Sc. (Agr.), head of laboratory (sibniish@bk.ru); A.G. Shchitov, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow; A.V. Lomanovsky, junior research fellow.

For citation: Yushkevich L.V., Shchitov A.G., Lomanovsky A.V. Increase in the Productivity of Spring Wheat in Repeated Crops in South Steppe of Western Siberia // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No 11. Pp. 70–73 (in Russ.).

ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КУЛЬТУР И ИХ СОЧЕТАНИЙ В КАЧЕСТВЕ ПАРОЗАНИМАЮЩИХ СИДЕРАТОВ

С.И. СМУРОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: smurov61@mail.ru)

Т.В. ПОПОВА, младший научный сотрудник

Белгородский государственный аграрный университет, ул. Вавилова, 1, пос. Майский, Белгородский р-н, Белгородская обл., 308503, Российская Федерация

Резюме. В статье представлен экспериментальный материал, характеризующий влияние различных культур (редька масличная, фацелия пижмолистная, горчица белая) и их бинарных посевов (редька + фацелия и горчица + фацелия) в сидеральном пару на запасы продуктивной влаги, суммарное водопотребление, коэффициент водопотребления, плотность и агрегатный состав чернозема типичного, коэффициент структурности почвы, численность и видовой состав почвенной фауны. Также представлены данные о формировании вегетативной и корневой массы различных видов парозанимающих культур. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом, плотность пахотного слоя – методом режущего кольца, агрегатный состав почвы – методом сухого просеивания воздушно-сухой почвы, количество экзмелляров животных мезофауны – методом раскопок, целлюлозоразлагающую активность почвы – путем учета разрушения льняного полотна за 30 дн. экспозиции. Учет зеленой массы сидератов проводили вручную в фазе цветения культур, скашивали всю учетную площадь (50 м²) в трех повторениях и взвешивали на весах. Учет корневой массы осуществляли послойно через каждые 10 см в объеме почвы 25 × 25 × 10 см. Исследования проводили в 2012-2014 гг. в севообороте: сидеральный пар, озимая пшеница, соя, яровая пшеница. Лучшие из изучаемых культур для сидерального пара – фацелия пижмолистная, редька масличная и их бинарный посев. Средняя урожайность зеленой массы составляла в бинарном посеве редьки масличной с фацелией 32,8 т/га, монопосевах редьки – 28,9 т/га, фацелии – 26,1 т/га. Для этих же культур были установлены наименьшие коэффициенты водопотребления: смесь редьки с фацелией – 50,1 м³/т, редька масличная – 50,6 м³/т, фацелия – 61,9 м³/т. Наиболее структурная почва (коэффициент структурности в слое 0-30 см составлял 1,9 единицы) отмечена при возделывании фацелии как самостоятельно, так и в смеси с редькой.

Ключевые слова: сидеральный пар, удобрения, агрофизические свойства, водный режим, структура, плотность, мезофауна, микробиологическая активность почвы.

Для цитирования: Смуров С.И., Попова Т.В. Оценка различных видов культур и их сочетаний в качестве парозанимающих сидератов // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 74-77.

Многовековое земледельческое использование почвенных ресурсов сопровождается различными негативными процессами, в частности дегумификацией и ухудшением физико-химических свойств, что приводит к снижению плодородия пахотных почв и продуктивности агроценозов.

Предотвращение дегумификации почв – это одна из основных задач современного земледелия. Среднее содержание гумуса в слое 10-20 см целинного чернозема типичного заповедника «Белогорье» (участок «Ямская степь») составляет 10,1% [1]. В Белгородской области почв со значением этого показателя в пахотном слое более 8,0% уже давно нет, доля почв с содержанием гумуса 6,1-8,0% составляет всего 9,2%, а средневзвешенное значение находится на уровне 5,0% [2].

Насущная задача земледельца – это формирование оптимальных физико-химических свойств почвы, так как они играют чрезвычайно важную роль в жизни растений, поскольку определяют среду, где находят-

ся вода, воздух, питательные вещества, мезофауна, микроорганизмы и корневая система растений [3, 4].

Одним из способов регулирования режима органического вещества и физико-химических свойств почвы служит использование сидеральных удобрений, положительное действие которых определяется, прежде всего, количеством и качеством полученной биомассы, так как от этого зависит скорость восстановления оптимальных свойств почвы [6-10].

Стабилизации режима органического вещества пахотных почв уделяется большое внимание в программе биологизации земледелия, которая реализуется в Белгородской области с 2011 г. Биологизация земледелия предусматривает, наряду с эффективным использованием традиционных органических удобрений, широкое использование посевов сидеральных культур [7, 8]. В Белгородской области сидераты в 2011 г. размещались на площади всего 19 тыс. га, в 2012 г. – 78 тыс. га, в 2013 г. площадь посева увеличилась до 157 тыс. га, а в 2014 г. – до 284 тыс. га. В перспективе планируется ежегодно высевать сидераты на площади около 350 тыс. га [9].

Цель данной работы – изучение влияния различных культур и их бинарных посевов в сидеральном пару на водно-физические и биологические свойства чернозема типичного.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в 2012-2014 гг. Изучали такие виды парозанимающих культур как горчица белая (*Sinapis alba*), фацелия пижмолистная (*Phacelia tanacetifolia*), редька масличная (*Raphanus sativus* var *oleiferus*) и бинарные посевы горчицы с фацелией и редьки с фацелией. В качестве контроля использовали горчицу белую. Сорты изучаемых сидеральных культур: горчица белая Рапсодия, фацелия пижмолистная Рязанская, редька масличная Тамбовчанка. Все исследования проводили в севообороте с чередованием культур: сидеральный пар, озимая пшеница, соя, яровая пшеница. Повторность опыта трехкратная, общая площадь опытной делянки составляла 130 м².

Почва участка – чернозем типичный, среднеспелый, тяжелосуглинистый. Осенью ее обрабатывали культиватором КПЭ-3,8 на глубину 14-16 см. Весной выполняли закрытие влаги агрегатом, состоящим из шлейф-борон ШБ-2,5, борон ВНИС-Р и шлейфов из металлического уголка. После этого проводили предпосевную культивацию КПС-4 на глубину заделки семян 3-4 см. Семена сидеральных культур и их смесей высевали сеялкой СЗ-3,6 с шириной междурядья 15 см. Заделку зеленой массы сидератов проводили дисковым БДМ-4х4 на 12 см.

Метеорологические условия в годы проведения исследований можно охарактеризовать как засушливые. Наиболее сухим оказался 2013 г., когда за время вегетации культур в сидеральном пару выпало всего лишь 52% осадков относительно среднеегодового количества.

В опыте определяли запасы продуктивной влаги в почве, плотность и структурно-агрегатный состав почвы, целлюлозоразлагающую активность микроорганизмов, видовой и количественный состав животных мезофауны почвы. Рассчитано суммарное водопотребление и коэффициенты водопотребления культур и структурности

почвы. Также учитывали вегетативную и корневую массу изучаемых парозанимающих культур.

Определение влажности почвы проводили термостатно-весовым методом перед посевом и уборкой культур. Отбор почвенных образцов осуществляли буром Калентьева послонно, через каждые 10 см; скважины бурили по углам треугольника с расстояниями между ними 1,5 м. Плотность почвы измеряли перед посевом и заделкой зеленой массы сидератов методом режущего кольца, прибором АМ-7 послонно через каждые 5 см. Агрегатный состав определяли по Саввинову, методом сухого просеивания воздушно-сухой почвы. Почвенные пробы отбирали в трех местах, расположенных равномерно по длине варианта, послонно через каждые 10 см – перед посевом и уборкой парозанимающих культур.

Целлюлозоразлагающую активность микроорганизмов учитывали путем подсчета разрушения льняного полотна за 30 дн. экспозиции по И.С. Вострову и А.Н. Петровой [11].

Количество экземпляров животных мезофауны почвы подсчитывали перед уборкой методом раскопок – 25 × 25 × 10 см. Корневую массу определяли перед заделкой сидератов в слоях 0-10 см, 10-20 см и 20-30 см (25 × 25 × 10 см). Учет зеленой массы сидератов проводили вручную в фазе цветения, путем скашивания в трех повторениях на 50 м² и взвешивания.

Математическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа [12].

Результаты и обсуждение. В условиях 2012-2014 гг. средняя за три года урожайность зеленой массы существенно различалась по культурам, и в порядке убывания выращенной вегетативной массы их можно расположить следующим образом: бинарный посев редьки масличной с фацелией – 32,8 т/га, моно посев редьки – 28,9 т/га, фацелия пижмолистная – 26,1 т/га, смесь горчицы с фацелией – 23,2 т/га и одиночный посев горчицы – 17,7 т/га.

Следует отметить, что, по сравнению с контрольным вариантом горчицы белой, все изучаемые культуры и их совместные посевы дали достоверную прибавку урожая от 5,5 т/га до 15,1 т/га.

Можно сделать вывод о том, что для получения большей заделываемой зеленой массы сидератов необходимо применять совместные посевы фацелии пижмолистной и редьки масличной, при этом урожайность, по сравнению с одиночными их посевами, возросла на 25% и 12% соответственно.

В среднем за три года в пахотном слое 0-30 см наименьшее количество корневой массы было под покровом горчицы белой – 3089 г/м³ (табл. 1). При выращивании ее с фацелией пижмолистной значение увеличилось на 1063 г/м³ и составило 4152 г/м³. По сравнению с остальными изучаемыми видами сидератов, у редьки масличной была мощная, глубоко проникающая корневая система, которая сформировала 5183 г/м³ корней.

Под покровом фацелии пижмолистной было получено на 112 г/м³ меньше корневой массы, чем у редьки. В варианте, где выращивали смесь этих культур, было получено 4488 г/м³, что оказалось меньше, чем в моно посевах этих культур.

Что касается распределения корней по слоям почвы, то в слое 0-10 см их количество, в зависимости от культуры, колебалось от 2320 г/м³ до 4144 г/м³, в слое 10-20 см оно изменялось от 515 г/м³ до 971 г/м³ и в слое 20-30 см варьировало от 255 г/м³ до 479 г/м³.

Таблица 1. Воздушно-сухая масса корневых остатков в период уборки сидератов, г/м³

Вариант	Слой почвы, см	Масса корневых остатков, г/м ³
Горчица	0-10	2320
	10-20	515
	20-30	255
Горчица + фацелия	0-30	3089
	0-10	3451
	10-20	667
Фацелия	20-30	395
	0-30	4512
	0-10	4144
Редька + фацелия	10-20	624
	20-30	303
	0-30	5071
Редька	0-10	3117
	10-20	892
	20-30	479
Редька	0-30	4488
	0-10	3781
	10-20	971
Редька	20-30	431
	0-30	5183

Таким образом, наибольшее количество корней было в верхнем слое, а наименьшее – в нижнем, не зависимо от культуры.

Ежегодно максимальные запасы продуктивной влаги в почве были отмечены весной и в среднем за три года составили 46 мм в слое 0-30 см и 164 мм в слое 0-100 см (табл. 2).

К моменту заделки вегетативной массы сидеральных культур в середине июня количество доступной влаги в пахотном слое снижалось относительно первого учета в два раза, а под покровом горчицы белой – в три раза. Одинаковое содержание продуктивной влаги, 23 мм, было после фацелии и ее смесей с капустными культурами, в то время как после редьки масличной ее количество составляло 24 мм, а после горчицы – только 14 мм.

Таблица 2. Влияние сидеральных культур на запасы продуктивной влаги в почве, мм

Вариант	Слой почвы, см	
	0-30	0-100
Перед посевом сидеральных культур		
В среднем во всех вариантах		
	46	164
Перед заделкой сидеральных культур		
Горчица	14	75
Горчица + фацелия	23	92
Фацелия	23	94
Фацелия + редька	23	91
Редька	24	111

В метровом слое отмечена аналогичная тенденция, но только снижение было меньше в 1,5-2,2 раза, что в количественном выражении составило порядка 53-89 мм. В зависимости от изучаемых парозанимающих культур наименьшее количество доступной влаги также сохранилось под горчицей белой (75 мм), а наибольшее – под редькой масличной (111 мм). После фацелии пижмолистной количество продуктивной влаги было равно 94 мм, а в смеси ее с редькой и горчицей запасы оказались меньше соответственно на 3,0 и 2,0 мм.

Таким образом, в среднем за три года лучшая влагообеспеченность почвы была под редькой масличной, наименьшая – при посевах на сидерат горчицы белой. Фацелия пижмолистная и ее бинарные посевы с капустными культурами не уступали редьке по запасам продуктивной влаги в слое почвы 0-30 см, а вот в метровом слое их было меньше на 15-20 мм. Из этого следует,

Таблица 3. Влияние сидеральных культур на плотность почвы, г/см³

Вариант	Слой почвы, см			
	0-10	10-20	20-30	0-30
Перед посевом сидеральных культур				
В среднем во всех вариантах	1,03	1,15	1,17	1,12
Перед заделкой сидеральных культур				
Горчица	0,96	1,17	1,18	1,10
Горчица + фацелия	0,96	1,18	1,19	1,12
Фацелия	0,96	1,13	1,14	1,08
Фацелия + редька	0,98	1,16	1,17	1,10
Редька	1,01	1,15	1,15	1,11

что фацелия более интенсивно использовала влагу из нижележащих слоев, чем редька масличная.

У горчицы белой суммарное водопотребление за весь период вегетации было больше всех других культур, 1826 м³/га. У фацелии пажитколистной и ее бинарных посевов с горчицей и редькой водопотребление было на одном уровне и составляло, соответственно, 1633 м³/га, 1653 м³/га и 1665 м³/га. Наименьшее значение этого показателя, по сравнению с другими изучаемыми культурами, было у редьки масличной – 1473 м³/га.

В порядке увеличения коэффициента водопотребления в среднем за три года исследований сидеральные культуры можно расположить следующим образом: смесь редьки с фацелией – 50,1 м³/т, редька масличная – 50,6 м³/т, фацелия – 61,9 м³/т, бинарный посев горчицы с фацелией – 71,1 м³/т и горчица белая – 105,0 м³/т.

При изучении влияния различных видов сидеральных удобрений на плотность почвы было выявлено следующее. Во все периоды по всем культурам плотность почвы с глубиной увеличивалась (табл. 3). Так, при посеве она возрастала с 1,03 г/см³ в слое 0-10 см до 1,17 г/см³ в слое 20-30 см, а перед заделкой зеленой массы сидератов после горчицы белой – с 0,96 г/см³ до 1,18 г/см³, после фацелии пажитколистной – с 0,96 г/см³ до 1,14 г/см³, после редьки масличной – с 1,01 г/см³ до 1,15 г/см³, а после бинарных посевов фацелии с горчицей – с 0,96 г/см³ до 1,19 г/см³, а с редькой – с 0,98 г/см³ до 1,17 г/см³.

Отмечено, что перед дискованием выращенной вегетативной массы плотность пахотного слоя уменьшалась по всем изучаемым культурам на 0,01-0,04 г/см³. Исключение составил вариант, где возделывали смесь горчицы с фацелией. Здесь она осталась на прежнем уровне. В среднем по пахотному слою наиболее рыхлая почва была под фацелией – 1,08 г/см³. Под горчицей и смесью редьки с фацелией анализируемый показатель увеличился до 1,10 г/см³, а под редькой и ее комбинированном использовании с фацелией соответственно до 1,11 и 1,12 г/см³.

Таблица 4. Агрегатный состав почвы и коэффициент структурности в зависимости от сидеральных культур, %

Вариант	Слой почвы, см											
	0-10 см				10-20 см				20-30 см			
	Фракция, мм											
	< 0,25	0,25-10	> 10	Kс*	< 0,25	0,25-10	> 10	Kс	< 0,25	0,25-10	> 10	Kс
Перед посевом сидеральных культур												
В среднем во всех вариантах	4,3	58,9	36,8	1,5	1,7	58,3	40,0	1,4	1,4	70,6	28,0	2,5
Перед заделкой сидеральных культур												
Горчица	5,2	61,0	33,8	1,6	3,6	63,1	33,3	1,7	3,0	62,9	34,0	1,7
Горчица + фацелия	5,0	63,0	32,0	1,7	3,1	63,2	33,6	1,7	3,0	64,1	32,9	1,8
Фацелия	4,7	61,6	33,7	1,7	3,4	66,3	30,3	2,1	2,6	62,6	34,8	1,8
Фацелия + редька	4,0	63,5	32,5	1,8	4,3	65,7	30,0	2,0	3,2	64,9	31,9	1,8
Редька	4,5	59,9	35,6	1,5	3,5	63,3	33,1	1,8	2,8	62,5	34,7	1,7

Kс* – коэффициент структурности.

Таким образом, меньшая плотность нижних слоев почвы, и, следовательно, лучшая их проницаемость для влаги, воздуха и корней растений оказалась под фацелией пажитколистной. Под ее покровом значения плотности были минимальными и в слое почвы 0-30 см. Это связано с тем, что она обла-

дает хорошо развитой стержневой корневой системой с большим количеством придаточных корней, которые разрыхляют почвенный слой (см. табл. 1).

При посеве парозанимающих культур на поверхностном десятисантиметровом слое было отмечено самое высокое содержание пылеватых частиц – 4,3% (табл. 4). С глубиной количество частиц размером менее 0,25 мм снижается до 1,7% в слое 10-20 см и до 1,4% в слое 20-30 см. Самым структурным был нижний слой 20-30 см. Здесь содержится 70,6% агрономически полезных агрегатов при минимальных показателях пыли и глыбистой фракции – 1,4 и 28,0% соответственно. В верхних двух слоях количество ценной макроструктуры снижалось и было практически одинаковым – 58,3-58,9%.

За время вегетации сидеральных культур отмечено улучшение структуры пахотного горизонта. В верхнем десятисантиметровом слое количество агрономически ценной фракции возрастало в зависимости от вида растений до 59,9-63,5%, и самое высокое значение в это время было под совместными посевами фацелии с капустными культурами. Кроме того, в сравнении с предыдущим учетом, выявлено увеличение содержания частиц пылеватой фракции и снижение глыбистой по всем вариантам. Исключение было отмечено только для смеси редьки с фацелией, где количество пыли в почве снизилось до 4,0%.

Улучшение структурности наблюдали и в слое 10-20 см. В трех вариантах: горчица, фацелия и их совместный посев, содержание полезных агрегатов было на уровне 63,1-63,3%, на делянках с фацелией и ее смесью с редькой масличной – соответственно 66,3 и 65,7%. При этом, в сравнении с первым сроком учета, отмечено снижение содержания частиц диаметром более 10 мм до 30,0-33,6%, однако, содержание пыли возрастало до 3,1-4,3%.

С увеличением глубины отбора проб до 20-30 см отмечали снижение количества пылеватых частиц и увеличение – глыбистой фракции. В этом слое менее структурными были варианты с моно посевами культур. Лучшую структуру почва имела при бинарных посевах,

где содержание ценной макроструктуры составляло 64,1-64,9%, а глыбистой – 31,9-32,3%.

Что касается коэффициента структурности, то были отмечены следующие тенденции. Перед посевом сидеральных культур он был равен 1,5 в верхнем исследуемом слое, 1,4 в среднем и 2,5 – в нижнем (см. табл. 4).

Перед заделкой зеленой массы сидератов, по сравнению с предыдущим учетным периодом, в слое 0-10 см значения коэффициента по четырем видам незначительно возросли до 1,6-1,8, а после редьки масличной он остался на том же уровне – 1,5. В слое 10-20 см так же происходило возрастание значений коэффициента структурности. Здесь он колебался от 1,7 до 2,1. В нижнем слое данный показатель имел практически одинаковые значения. Так, после выращивания горчицы белой и редьки масличной он был равен 1,7, а на остальных вариантах опыта – 1,8.

Таким образом, наиболее структурная почва была при возделывании фацелии пижмолистной как монокультуры и в смеси с редькой масличной.

Биологическая активность целлюлозоразлагающих бактерий почвы была самой высокой под посевами горчицы белой и редьки масличной, где они переработали 38,4% и 39,0% льняного полотна. В бинарных посевах фацелии с горчицей белой и редькой масличной полотно разложилось соответственно на 30,3 и 30,6%. Самая низкая активность почвенных микроорганизмов оказалась под фацелией пижмолистной, где значение этого показателя составило 29,8%. Из этого можно

предположить, что корневые выделения фацелии снижают жизнедеятельность целлюлозоразлагающих микроорганизмов.

При подсчете почвенной фауны в горизонте 0-30 см были обнаружены личинки майского жука, дождевые черви и проволочник. В верхнем десятисантиметровом слое в среднем за 2 года под всеми изучаемыми парозанимающими культурами встречались личинки майского жука в единичном количестве. Перед заделкой зеленой массы сидератов в слое 10-20 см представителей мезофауны не было. В нижнем изучаемом горизонте (20-30 см) под редькой и смесью ее с фацелией встречались личинки майского жука и дождевые черви, а под горчицей – проволочник и дождевой червь. Под остальными изучаемыми культурами почвенная фауна не обнаружена.

Выводы. Таким образом, лучшими из изучаемых культур для сидерального пара в условиях 2012-2014 гг. были фацелия пижмолистная, редька масличная и их бинарный посев. Средняя урожайность зеленой массы составляла в бинарном посеве редьки масличной с фацелией 32,8, моно посевах редьки – 28,9, фацелии – 26,1 т/га. Для этих культур были установлены наименьшие коэффициенты водопотребления: смесь редьки с фацелией – 50,1, редька масличная – 50,6, фацелия – 61,9 м³/т. Наиболее структурная почва (коэффициент структурности в слое 0-30 см составлял 1,9) была отмечена при возделывании фацелии как самостоятельно, так и в смеси с редькой.

Литература.

1. Лукин С.В., Соловиченко В.Д. Результаты мониторинга плодородия почв государственного заповедника «Белогорье» // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 8. С. 15–17.
2. Лукин С.В. Динамика основных агрохимических показателей плодородия почв Центрально-Черноземных областей России // Агрохимия. 2011. № 6. С. 11–18.
3. Довбан К.И. Зеленое удобрение. Москва: ВО Агропромиздат, 1990. 208 с.
4. Котлярова О.Г., Черенков В.В. Накопление органического вещества сидеральными культурами и поступление питательных веществ в почву при их запашке // Агрохимия. 1998. № 12. С. 15–20.
5. Прянишников Д.Н. Севооборот и его значение в деле поднятия наших урожаев // Избранные сочинения. М.: Наука, 1965. Т. III. С. 164–191.
6. Беляк В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства. Пенза: «Пензенская правда», 2008. 320 с.
7. Лукин С.В. Экономическая эффективность биологизации земледелия Белгородской области // АПК: экономика, управление. 2015. № 7. С. 63–68.
8. Сочнева С.В., Миннулин Г.С., Сафиоллин Ф.Н. Изменение физико-химических свойств серых лесных почв Татарстана под действием люцерновых агроценозов, возделываемых на разных фонах минерального питания // Вестник Казанского ГАУ. 2013. № 3 (29). С. 139–143.
9. Пичугин А.Н. Запасы продуктивной влаги в почве под озимой пшеницей по занятому и сидеральному парам // Земледелие. 2013. № 6. С. 12–15.
10. Литвинцев П.А., Кобзева И.А. Влияние систематического использования сидератов на продуктивность зернопарового севооборота // Земледелие. 2014. № 8. С. 23–24.
11. Востров И.С., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы различными методами // Микробиология. 1961. Т. 30. Вып. 4. С. 665–672.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

EVALUATION OF DIFFERENT CROPS AND THEIR COMBINATIONS AS GREEN MANURE

S.I. Smurov, T.V. Popova

Belgorod State Agrarian University, ul. Vavilova, 1, pos. Majsky, Belgorodsky r-n, Belgorodskaya obl., 308503, Russian Federation

Summary. The article presents experimental materials, which characterize the influence of different crops (oil radish, tansy phacelia and white mustard) and their binary crops (radish + phacelia and mustard + phacelia) in green-manured fallow on moisture reserves, total water consumption, water consumption index, density and aggregate composition of typical chernozem, soil structure index, abundance and species of soil fauna. The data about vegetative and root mass formation of different fallow-grown crops are also presented. Soil humidity was determined by thermostatic gravimetric method, density of arable layer – by cutting ring method, soil aggregate composition – by dry sieving method of air-dry soil, number of animals mesofauna – by excavation method, and cellulose-decomposing soil activity – by flax destruction during 30 days of exposure. The green manure herbage was accounted manually in a blooming period of the crops; the whole plot (50 sq m) was cut in three replications and weighted on a scale. The root mass was determined layer by layer in every 10 cm in a soil volume 25x25x10 cm. The research was carried out in 2012-2014 in the crop rotation: green-manured fallow, winter wheat, soybeans, spring wheat. The best cultures for green-manured fallow are tansy phacelia, oil radish and their binary sowing. The average yield of herbage in binary sowing of oil radish with phacelia was 32.8 t/ha, in monocultures of radish and phacelia it was 28.9 and 26.1 t/ha. The lowest indexes of water consumption for these crops were determined: for radish and phacelia mixture it was 50.1 m³/t, for oil radish – 50.6 m³/t, for phacelia – 61.9 m³/t. The best structure of the soil was registered in phacelia monoculture and in its mixture radish.

Keywords: green manure fallow, fertilizers, agro-physical properties, water regime, structure, density, mesofauna, microbiological activity of soil.

Author Details: S.I. Smurov, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: ssmurov61@mail.ru); T.V. Popova, junior research fellow.

For citation: Smurov S.I., Popova T.V. Evaluation of Different Crops and Their Combinations as Green Manure. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No 11. Pp. 74-77 (in Russ.).

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ИЗОЛЯТОВ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ БЕЛОГО ЛЮПИНА СОРТА ДЕТЕР 1

Зулэцэг Чадраабал¹, аспирант (e-mail: zulaa178@mail.ru)

О.В. СЕЛИЦКАЯ¹, кандидат биологических наук, зав. кафедрой

А.С. ЦЫГУТКИН¹, кандидат биологических наук, зав. лабораторией

Г.В. СТЕПАНОВА², кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией

¹Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

²Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса, Научный городок, 1, Лобня, Мытищинский р-н, Московская обл., Российская Федерация

Резюме. В полевом опыте изучена эффективность применения штаммов азотфиксирующих микроорганизмов, выделенных на сортах и линии белого люпина (*Lupinus albus* L.). На сорте Детер 1 исследованы восемь новых изолятов клубеньковых бактерий из клубеньков белого люпина, отобранных на сортах Дега, Детер 1, Мановицкий, Деснянский, Гамма, Старт, Дельта и на новой перспективной линии (Новый). Штаммы микроорганизмов отбирали в селекционном опыте, проводимом на экспериментальной базе в Тамбовской области. Референтным был штамм клубеньковых бактерий 363а из коллекции ВНИИСХ микробиологии (г. Санкт-Петербург). Инокуляция семян микроорганизмами осуществляли путем замачивания в их суспензии (10^8 - 10^9 клеток/мл) в течение 3 ч. Наиболее эффективным на белом люпине сорта Детер 1 оказалось применение штаммов Старт 2 (увеличивается масса корней, повышается содержание протеина и жира в зеленой массе), Деснянский 1-1 и Новый 3-1 (повышается содержание протеина и жира в зеленой массе, возрастает масса стеблей). Инокуляция штаммом Детер 1 1-1 не ведет к увеличению биомассы растений, но повышает питательную ценность зеленой массы благодаря росту содержания жира и протеина.

Ключевые слова: белый люпин, клубеньковые бактерии, инокуляция, продуктивность растений.

Для цитирования: Влияние новых изолятов клубеньковых бактерий на рост и развитие белого люпина сорта Детер 1 / Зулэцэг Чадраабал, О.В. Селицкая, А.С. Цыгуткин, Г.В. Степанова // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 78-80.

Для получения высокого урожая сельскохозяйственных культур необходимо обеспечить растения всеми элементами питания. Особенно важно удовлетворить и потребность в азоте, содержание которого в большинстве почв России находится в минимуме. Существенную роль в восполнение дефицита этого элемента играют минеральные удобрения, производство которых требует больших энергетических затрат. Поэтому необходимо наиболее полно использовать дополнительный и весомый источник азота – его биологические формы [1-6].

Связывание атмосферного азота происходит благодаря деятельности различных микроорганизмов, в том числе клубеньковых бактерий, осуществляющих этот процесс в симбиозе с бобовыми растениями. При сравнении роли свободноживущих азотфиксаторов и клубеньковых бактерий в азотом балансе почв, преимущество, несомненно, на стороне симбиотических микроорганизмов. Д.Н. Прянишников (1945 г.), И.В. Тюрин (1957 г.) и другие учёные отмечали, что за год в надземной массе и корнях

бобовых растений в результате их совместной деятельности с клубеньковыми бактериями возможно накопление до 75-300 кг/га азота [4, 7-10].

Белый люпин (*Lupinus albus* L.) при нормальном развитии в симбиозе с клубеньковыми бактериями способен фиксировать в среднем 160-180 кг/га атмосферного азота, что делает его практически независимым от запасов этого элемента в почве, а при инокуляции семян штаммами клубеньковых бактерий и благоприятных почвенно-климатических условий – до 300-350 кг/га (эквивалентно 1 т аммиачной селитры). Уровень фиксации атмосферного азота симбиотическими системами люпина и других зернобобовых зависит как от штамма клубеньковых бактерий, так и от биологических особенностей растений [11-19].

В РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева была проведена интродукция белого люпина и выведены формы, на основе которых созданы уникальные сорта этой культуры [13]. Один из них Детер 1. Потенциальная урожайность сорта достигает 5-6 т/га, накопление зеленой массы – 500-600 ц/га. Растения не образуют боковых побегов, тип роста – детерминантный, с детерминацией на главном побеге, что обеспечивает более раннее созревание, по сравнению с любыми другими сортами белого люпина, на 7-10 дн. в зависимости от условий роста и развития растений. Окраска семян белая с кремовым оттенком, семядолей – желтая, масса 1000 семян – 300-350 г. Содержание сырого протеина в семенах составляет 37-38%. Обеспечивает сбор белка на уровне 11-15 ц/га без внесения азотных удобрений. Продолжительность вегетации составляет 93-95 дн. от всходов до полного созревания. Средне устойчив к фузариозу. Созревание дружное, устойчиво формирует урожаи семян в южной части Центрального района Нечернозёмной зоны [13,20].

Специфические особенности разных сортов белого люпина оказывают влияние на жизнедеятельность бактерий и, следовательно, на эффективность симбиоза в целом. Одним из направлений усиления биологической азотфиксации и увеличения белковой продуктивности посевов этой культуры может стать подбор конкретных штаммов для каждого сорта, а также установление комбинированных симбионтов для условий определённых почвенно-климатических зон.

Цель исследования – изучение отзывчивости сорта белого люпина Детер 1 на симбиоз с клубеньковыми бактериями для отбора перспективных штаммов микроорганизмов.

Условия, материалы и методы. Объектами исследования служили клубеньковые бактерии, выделенные в 2012 г. из клубеньков люпина белого (*Lupinus albus* L.) различных сортов и перспективных линий, возделываемых на Экспериментальной базе РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева в Тамбовской области [21].

Для исследований были взяты 8 изолятов бактерий из клубеньков люпина сортов Дега, Детер 1, Мановицкий, Деснянский, Гамма, Старт, Дельта и новая линия (далее, Новый). В качестве референтного использовали штамм 363а из коллекции ВНИИСХ микробиологии (г. Санкт-Петербург). Микроскопические исследования осуществляли с помощью микроскопа Axio Imager A1 (ZEISS) [7,8].

Таблица 1. Влияние инокуляции новыми штаммами клубеньковых бактерий на рост и развитие белого люпина сорта Детер1 (данные полевого опыта)

Вариант инокуляции	Биометрический показатель				
	средняя масса растения, г	высота, см	средняя масса корней, г	количество клубеньков, шт.	масса клубеньков, г
Контроль (без инокуляции)	144,5±28,3	45,1±4,6	9,98±1,06	53,33±3,17	1,45±0,19
363 а	139,5±50,6	45,0±6,0	9,54±1,09	49,00±11,84	1,59±0,58
Мановицкий 1-3	116,4±37,9	43,7±6,5	10,26±0,95	60,00±5,19	1,28±0,04
Дельта 3-2	133,5±39,2	43,9±4,0	10,30±1,06	130,00±32,19	2,04±0,43
Деснянский 1-1	153,1±35,7	47,9±3,4	10,09±0,60	73,00±22,53	1,24±0,28
Старт 2	146,6±28,1	46,4±5,6	13,66±1,18	75,66±11,89	1,62±0,31
Новый 3-1	156,8±41,2	46,4±3,9	10,94±0,75	88,25±18,42	1,32±0,25
Детер 1 1-1	144,0±28,9	42,8±5,6	8,76±1,01	75,33±17,41	1,59±0,43
Гамма 3-1	135,3±21,4	46,5±5,6	11,47±0,97	58,25±16,68	1,51±0,37
Дега 3-2	111,8±18,9	44,4±7,6	9,99±1,17	64,66±17,57	1,58±0,25

Эффективность инокуляции оценивали в условиях полевого демонстрационного опыта, который проводили на полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева в 2013-2014 гг. [22]. Повторность опыта 12-кратная [7, 8, 23]. Перед посевом семена белого люпина сорта Детер 1 инокулировали соответствующими штаммами клубеньковых бактерий путем замачивания в их суспензии (10^6 - 10^8 клеток/мл) в течение 3 ч.

Биометрические наблюдения осуществляли по фазам вегетации. Материал для определения химического состава растительных образцов отбирали в период от цветения до налива бобов. Для исследований использовали общепринятые методы: массовую долю гигроскопической влаги определяли по уменьшению массы пробы при высушивании; содержание сырой золы – после сжигания и последующего прокалывания пробы; сырого жира – методом Сокслета; сырой клетчатки – по массе высушенного остатка, получающегося после обработки обезжиренной пробы кислотой и щелочью; азота – методом Кьельдаля, сырого и переваримого протеина – расчётным путём, умножая значение содержания общего азота на коэффициент 6,25 [24]. Статистическую обработку данных опыта проводили с использованием программы SPSS 16.0. без применения подходов к включению повторения во времени в качестве дополнительного фактора схемы опыта [25, 26].

Результаты и обсуждение. На бобовом агаре чистые культуры клубеньковых бактерий образовывали полупрозрачные молочно-белые или бесцветные слизистые колонии округлой формы диаметром 1-22 мм. Все выделенные бактерии палочковидные $0,7 \times 0,1$ мкм, неспорообразующие, грамотрицательные.

Средняя масса растений в вариантах с инокуляцией семян выделенными микроорганизмами была на уровне контроля или даже ниже, и только использование штаммов с сорта Деснянский (штамм 1-1) и Новой перспективной линии дали положительный эффект (табл. 1).

Таблица 2. Влияние инокуляции клубеньковыми бактериями на химический состав листьев белого люпина сорта Детер 1 (демонстрационный полевой опыт)

Вариант инокуляции	Содержание, % от абсолютно сухого вещества				
	клетчатка	сырой жир	сырой протеин	переваримый протеин	зола
Контроль (без инокуляции)	8,21	0,57	29,81	24,74	9,76
363 а	7,55	1,23	32,04	26,59	9,59
Мановицкий 1-3	8,61	1,12	32,98	27,37	10,00
Дельта 3-2	8,58	1,19	32,32	26,83	10,55
Деснянский 1-1	8,78	1,24	34,51	28,64	10,53
Старт 2	8,72	1,41	33,82	28,07	10,30
Новый 3-1	9,60	1,23	33,56	27,85	10,87
Детер 1 1-1	8,85	1,40	33,01	27,40	11,55
Гамма 3-1	8,47	1,51	31,34	26,01	10,59
Дега 3-2	8,48	1,90	25,51	21,17	10,26

Высота растений по вариантам опыта различалась незначительно. Средняя масса корней колебалась в пределах 9,54-13,33 г/растение и мало зависела от обработки семян бактериями. Исключение составил вариант с изолятом от сорта Старт (штамм 2), где масса корней одного растения была почти на 40% выше, чем без инокуляции.

Количество клубеньков во всех вариантах с использованием новых изолятов было значительно выше, чем в контроле без инокуляции. Интересно, что обработка референтным штаммом 363а не привела к увеличению количества клубеньков, а заражение штаммом бактерий с сорта Дельта (штамм 3-2) способствовало формированию их наибольшего количества и самой высокой массы.

Содержание клетчатки в анализируемых образцах листьев белого люпина в среднем находилось в пределах 8,2-8,8% (табл. 2). Инокуляция клубеньковыми бактериями не вела к росту величины этого показателя, за исключением варианта со штаммом с линии Новый, где она была выше, чем без использования микроорганизмов и в других вариантах опыта (9,6%). Обработка референтным штаммом 363а вызвала снижение количества клетчатки, по сравнению с контролем, почти на 0,7%.

Содержание жира в листьях во всех вариантах с инокуляцией оказалось выше, чем в контроле. Наибольшая величина этого показателя отмечена при использовании штаммов Гамма 3-1 (1,51%) и Дега 3-2 (1,90%). Зольность после обработки микроорганизмами также была выше, чем в контроле без инокуляции и в варианте с использованием штамма 363а. Самое большое содержание золы отмечено в случае применения штамма Детер 1 1-1 (11,55%).

В сухом веществе белого люпина в период от цветения до налива бобов содержится довольно много азота. В надземной массе величина этого показателя варьировала в пределах 3,67-5,19%. Сорт Детер 1 положительно отзывался на инокуляцию практически всеми испытанными новыми штаммами клубенько-

вых бактерий. Содержание сырого и переваримого протеина в листьях было больше во всех вариантах обработки за исключением изолята Дега 3-2. Самое высокое количество сырого протеина отмечено после инокуляции штаммами Деснянский 1-1, Старт 2, Новый 3-1 и Детер 1 1-1.

Выводы. Установлено, что наиболее эффективна инокуляция семян белого люпина сорта Детер 1 штаммами Старт 2, Деснянский 1-1 и Новый 3-1. Инокуляция штаммом Детер 1 1-1 не ведет к увеличению биомассы растений, но повышает питательную ценность зеленой массы благодаря увеличению содержания жира и протеина.

Литература.

1. Агротехнический словарь. Термины и определения. М.: Агроконсалт, 1999. 48 с.
2. Агроекология. Методология, технология, экономика / В.А. Черников, И.Г. Грингоф, В.Т. Емцев и др. / Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. М.: Колос, 2004. 400 с.
3. Симарова Б.В. Генетические основы селекции клубеньковых бактерий. Ленинград: Агропромиздат, 1990. С. 5–18.
4. Труды всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии. Том 50. «Клубеньковые бактерии и их использование в земледелии». Ленинград, 1980. С. 2.
5. Васильчиков А.Г. Сравнительная оценка размеров симбиотической азотфиксации зернобобовых культур // Земледелие. 2014. № 4. С. 8–11.
6. Роль люпина в формировании плодородия почвы / П.А. Чекмарев, А.И. Артюхов, Н.П. Юмашев, Л.Л. Яговенко // Достижения науки и техники АПК. 2011. №10. С. 17–20.
7. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. М.: Агропромиздат, 1991. 300 с.
8. Румянцева М.Л., и др. Биологическое разнообразие клубеньковых бактерий экосистемах и агроценозах. Теоретические основы и методы. СПб: ВНИИСХМ, 2011. С. 2–30.
9. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего // СПб.: Изд-во С-Петерб. ун-та, 2009. С. 15–16.
10. Умаров М.М., Кураков А.В., Степанов А.Л. Микробиологическая трансформация азота в почве. М.: ГЕОС, 2007. 138 с.
11. Белопухов С.Л., Цыгуткин А.С., Штеле А.Л. Применение термоанализа для изучения зерна белого люпина // Достижения науки и техники АПК. 2013. №4. С. 56–58.
12. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В. Белый люпин перспективная кормовая культура // Достижения науки и техники АПК. 2008. №10. С. 49–51.
13. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В., Цыгуткин А.С. Сорты белого люпина селекции ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева: Методические рекомендации. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010. 24 с.
14. Рост, развитие, урожайность и кормовая ценность сортов белого люпина (*Lupinus albus* L.) селекции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / Г.Г. Гатаулина, Н.В. Медведева, А.Л. Штеле, А.С. Цыгуткин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2013. №6. С. 12–30.
15. Гатаулина Г.Г., Цыгуткин А.С., Навальнев В.В. Технология возделывания белого люпина. Белгород: Белгородский НИИСХ, 2009. 28 с.
16. Новиков М.Н. Белый люпин как фактор оптимизации биологизации земледелия в центральном районе Нечернозёмной зоны // Белый люпин. 2014. №1. С. 12–14.
17. Борзенкова Г.А., Васильчиков А.Г. Применение эффективных протравителей и инокулянтов в технологии возделывания различных сортов сои // Земледелие. 2014. № 4. С. 37–39.
18. Влияние инокуляции семян, удобрений и регулятора роста на продуктивность люпина белого // В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, А.А. Муравьев, А.И. Артюхов, М.И. Лукашевич // Земледелие. 2013. № 7. С. 36–38.
19. Комок М.С., Пирог А.В., Волкогон В.В. Оптимизация содержания физиологически активных веществ в инокулянте для зернобобовых культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 7 (117). С. 21–26.
20. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В., Цыгуткин А.С. Особенности роста и развития растений, технологии возделывания нового сорта белого люпина Детер 1 // Достижения науки и техники АПК. 2011. №9. С. 26–28.
21. Развитие производства и экономическое состояние учебных хозяйств. Методические указания / А.В. Захаренко, А.С. Цыгуткин, М.Ф. Костюкович, А.И. Белолубцев, Е.Н. Фанина, Д.В. Ворников, А.В. Подлеснов, А.В. Сычев. М.: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2010. 58 с.
22. Цыгуткин А.С. Демонстрационный опыт в системе методов опытного дела // Агрофизика. 2012. №2. С. 37–42.
23. Степанова Г.И., Селицкая О.В., Донсков С.А. и др. Итоги научной деятельности лаборатории селекционных симбиотических технологий // Всероссийского НИИ кормов имени В.Р. Вильямса на службе российской науки и практике. М.: ВИК, 2014. С. 623–637.
24. Физико-химические методы анализа кормов / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, В.Г. Косолапова. М.: Издательский дом Типография Россельхозакадемии, 2014. С. 32–95.
25. Цыгуткин А.С. О возможности трансформации повторения во времени в дополнительный фактор схемы опыта // Агрохимия. 2002. №2. С. 77–85.
26. Цыгуткин А.С. Методология статистической обработки многолетних данных опыта. М.: Россельхозакадемия, 2002. 27 с.

INFLUENCE OF NEW STRAINS NODULE BACTERIA ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF DETER 1 VARIETY OF WHITE LUPINE

Zultseseg Chadraabal¹, O.V. Selitaskaya¹, A.S. Tsygutkin¹, G.V. Stepanova²

¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya ul., 49, Moskva, 127550, Russian Federation

²All-Russian Williams Fodder Research Institute, Naychny gorodok, 1, Lobnya, Moskovskaya obl., 141055, Russian Federation

Summary. The investigation of the efficacy of application of strains of nitrogen-fixing microorganisms on varieties and lines of white lupine (*Lupinus albus* L.) was carried out in the field experiment. Eight new strains of nodule bacteria, isolated from knobs of white lupine varieties Deга, Детер 1, Мановитский, Деснянский, Гамма, Старт, Дельта и новая перспективная линия (Новый), were studied on the Детер 1 variety. The strains of microorganisms were selected in the breeding test, carried out at the experimental base in Тамбов region. The strain 363a from the All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology (St. Petersburg) was used as the benchmark. The seed were steeped in the suspension of microorganisms (10E6–10E8 cells per 1 ml) during 3 hours for their inoculation. The most effective for Детер 1 variety was usage of the strains Старт (root mass increased, the content of protein and fat in green mass raised), Деснянский 1-1 and Новый (the content of protein and fat in green mass and stem weight increased). The inoculation by the strain Детер 1 1-1 did not cause the increase in the plant weight, but it improved nutritional value of green mass due to the higher fat and protein content.

Key words: white lupine, nodule bacteria, inoculation, productivity of plants.

Author Details: Zultseseg Chadraabal, post-graduate student (e-mail: zulaa178@mail.ru); O.V. Selitaskaya, Cand. Sc. (Biol.), head of department; A.S. Tsygutkin, Cand. Sc. (Biol.), head of laboratory; G.V. Stepanova, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory.

For citation: Chadraabal Zultseseg, Selitaskaya O.V., Tsygutkin A.S., Stepanova G.V. Influence of New Strains Nodule Bacteria on Growth and Development of Детер 1 Variety of White Lupine. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. Pp. 78–80 (In Russ.).

УРОЖАЙНОСТЬ КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО В РАЗНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ СИБИРИ

Н.И. КАШЕВАРОВ, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор (e-mail: sibkorma@ngs.ru)

А.Г. ТЮРЮКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией

Г.М. ОСИПОВА, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник

Сибирский научно-исследовательский институт кормов, Краснообск, Новосибирский район, Новосибирская область, 630501, Российская Федерация

Резюме. Проведены исследования с целью изучения урожайности костреца безостого (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub.) в разных природно-климатических зонах Сибири: в лесостепи Западной Сибири (1994-1996 гг., 1995-1997 гг.), тундры Заполярного Ямала (2011-2013 гг.) и тайги Восточной Сибири (1992-1994 гг.). Агрометеорологические условия в годы проведения исследований отличались большим разнообразием. Урожайность сухого вещества костреца безостого в тундре (2,51 т/га) была значительно ниже, чем в лесостепи (6,14 т/га) и тайге (5,67 т/га), в лесостепи Западной Сибири и тундры Заполярного Ямала она снижалась с третьего года жизни, а в тайге Восточной Сибири – со второго. Максимальную урожайность семян костреца безостого в лесостепи Западной Сибири (0,65 т/га) и тайги Восточной Сибири (0,46 т/га) отмечали на второй год жизни травостоя, в последующие годы происходило ее снижение. Генеративные побеги в тундре Заполярного Ямала формировались только на третий год жизни травостоя. Их цветение наступало 8-10 августа даже в наиболее благоприятный по теплообеспеченности 2013 г. В субарктическом климате Заполярного Ямала семена костреца безостого не вызревали. Намечены подходы к эффективному использованию ограниченных ресурсов северного климата, которые предусматривают изучение генофонда костреца безостого из регионов с экстремальными условиями произрастания и разработку технологии его возделывания с учетом почвенно-климатических особенностей зоны и биологических потребностей культуры.

Ключевые слова: кострец безостый, урожайность, сухое вещество, семена, лесостепь Западной Сибири, тайга Восточной Сибири, тундра Заполярного Ямала.

Для цитирования: Кашеваров Н.И., Тюрюков А.Г., Осипова Г.М. Урожайность костреца безостого в разных природно-климатических зонах Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 81-83.

Кострец безостый – одна из наиболее распространенных в Сибири многолетних злаковых кормовых культур. Это хорошее сенокосное и пастбищное растение, отрастающее после скашивания и срамливания. Среди злаков кострец выделяется своими высокими кормовыми качествами (питательность, переваримость и поедаемость). В виде зеленой массы, сена, сенажа и обезвоженного корма он пригоден для всех видов животных. Эта культура, накапливая большое количество растительных остатков, способствует повышению плодородия почвы [1-3, 5]. Благодаря долголетию костреца безостого сокращаются затраты на закладку ежегодных посевов. Существенный вклад при этом вносит его продуктивность, которая, по данным многих исследователей [1-6], снижается по мере увеличения возраста травостоя. Большое значение для обоснованного использования культуры в луговом и полевом травосеянии имеет сравнение его продуктивности в разных природно-климатических зонах Сибири.

Цель исследования – изучить урожайность костреца безостого в разных природно-климатических зонах Сибири для разработки подходов к эффективному использованию ограниченных ресурсов климата Сибири.

Условия, материалы и методы. Объектом исследований послужил сорт костреца безостого СибНИ-ИСХоз 189 (2n = 56 хромосом). В работе использовали общепринятые методики [7, 8].

Исследования проводили в трех природно-климатических зонах Сибири: лесостепь Западной Сибири (Новосибирская область, Новосибирский район – первая закладка 1994-1996 гг., вторая – 1995-1997 гг.), тайга Восточной Сибири (Северо-Байкальский район Республики Бурятия – 1992-1994 гг.) и тундра Заполярного Ямала (Западная Сибирь, Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение – 2011-2013 гг.).

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований отличались большим разнообразием. Так, в лесостепи Западной Сибири с континентальным, недостаточно увлажненным климатом в 1994 и 1997 гг. сложились засушливые условия (ГТК=0,83 и 0,84), в 1995 и 1996 гг. – увлажненные (ГТК=1,24 и 1,86). В тайге Восточной Сибири с резко континентальным, недостаточно увлажненным климатом наиболее благоприятными по теплообеспеченности и осадкам были 1992 и 1994 гг. (ГТК=1,63 и 1,92). Климат Заполярного Ямала субарктический, избыточно влажный. Самый теплый месяц – июль (+7,3°C). Продолжительность безморозного периода со среднесуточной температурой воздуха выше +5°C составляет 53 дн. Наиболее благоприятным по теплообеспеченности и осадкам выдался 2013 г.

Почва опытных участков в лесостепи Западной Сибири – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса 5,2%, рН 6,6; тайге Восточной Сибири – мерзлотно-таежная неоподзоленная, легкосуглинистая по механическому составу с содержанием гумуса 0,62-0,87%, рН 5,6-5,8; на территории тундры Заполярного Ямала – грунт гидронамывных карьеров, взятый со дна крупных озер, содержание гумуса 0,01-1,1%, рН 6,2-6,5. Глубина протаивания грунта по нашим наблюдениям в годы исследований составляла 40-50 см.

Фон минеральных удобрений в опытах во всех природно-климатических зонах – (NPK)₆₀.

Экспериментальный материал обработан статистически по Б.А. Доспехову [9].

Результаты и обсуждение. Согласно нашим данным, кострец безостый среди таких многолетних злаковых трав, как овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.), тимopheвка луговая (*Phleum pratense* L.), пырей бескорневищный (*Elytrigia repens* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), житняк гребенчатый (*Agropyron*

Таблица 1. Урожайность сухого вещества разновозрастных посевов костреца безостого в разных природно-климатических зонах Сибири, т/га

Год жизни травостоя	Лесостепь		Тайга		Тундра	
	средняя	± ко второму году жизни	средняя	± ко второму году жизни	средняя	± ко второму году жизни
Второй	7,21	–	6,32	–	0,42	–
Третий	7,40	+0,19	5,21	- 1,11	1,6	+1,18
Четвертый	3,82	-3,39	5,47	- 0,85	1,0	+0,58
НСР ₀₅	1,10		0,76		0,51	

Таблица 2. Средняя урожайность семян разно-возрастных посевов костреца безостого в разных природно-климатических зонах Сибири, т/га

Год жизни травостоя	Лесостепь	Тайга
Второй	0,65	0,46
Третий	0,32	0,41
Четвертый	0,22	0,28
НСР ₀₅	0,06	0,04

crisatum L. Gaerth.), кострец прямой (*Bromopsis erecta* Huds. Fourr) и др., в экстремальных условиях возделывания степи Казахстана, лесостепи и тайги Сибири обладал наиболее высокой урожайностью семян и сухого вещества [10]. Изучение его продуктивности в суровых условиях тундры с субарктическим климатом свидетельствует о существенном снижении сбора сухого вещества, по сравнению с лесостепью Западной Сибири и тайгой Восточной Сибири. Возрастные особенности травостоя оказывали значительное влияние на его урожайность. Так, существенное снижение сбора сухого вещества, по сравнению со вторым годом жизни (7,2 т/га), в лесостепной зоне наблюдали на четвертый год жизни травостоя (3,82 т/га), а в таежной зоне – на третий год жизни, 6,32 и 5,21 т/га, соответственно. В субарктической зоне Заполярного Ямала более высокая величина этого показателя отмечена на посевах костреца безостого третьего (1,6 т/га) и четвертого (1,0 т/га) годов жизни, что можно объяснить особенностями биологии растений в таких условиях. Например, на второй год жизни травостоя они в этой зоне не успели сформировать к зиме генеративные побеги, высота которых в указанный период составляла 15-20 см.

В лесостепи Западной Сибири в посевах второго и третьего годов жизни урожайность сухого вещества существенно не менялась и составляла соответственно 7,21 и 7,40 т/га (табл. 1). Недостовверная разница между величинами этого показателя отмечена и в условиях тайги Восточной Сибири на посевах костреца безостого третьего и четвертого годов жизни, что было связано с более высокой суммой продуктивных осадков, выпавших на 4-й год жизни травостоя.

Наибольшая урожайность семян костреца безостого в условиях лесостепи Западной Сибири (0,65 т/га) и тайги Восточной Сибири (0,46 т/га) сформировалась на второй год жизни травостоя, после чего она снижалась (табл. 2).

В субарктической зоне Заполярного Ямала у костреца безостого на второй год жизни метелка не появлялась и лишь на третий год формировались генеративные побеги. Их цветение наступало 8-10 августа даже в наиболее благоприятном по теплообеспеченности 2013 г. Поэтому

в таких условиях семена костреца безостого не успевали вызреть.

Различия между урожайностью сухого вещества костреца безостого в условиях лесостепи и тайги было небольшим, в то время как в тундре она оказалась значительно ниже (см. рисунок). По сбору семян в условиях лесостепи и тайги существенной разницы не наблюдалось.

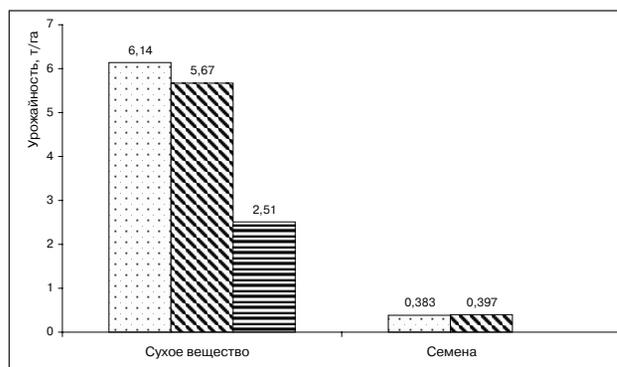


Рисунок. Средняя урожайность сухого вещества и семян костреца безостого в разных природно-климатических зонах Сибири: ▨ – лесостепь; ▩ – тайга; ▨ – тундра.

Таким образом, анализ урожайности сухого вещества и семян костреца безостого в разных природно-климатических зонах Сибири показывает, что эта культура характеризуется высокой экологической пластичностью. Даже в зоне вечной мерзлоты она наиболее зимостойкая среди многолетних злаковых трав [11]. Основная проблема при возделывании костреца безостого на севере Сибири – семеноводство. Поэтому для эффективного использования ограниченных ресурсов северного климата необходимо, в первую очередь, изучение генофонда костреца безостого из регионов с экстремальными условиями произрастания. Кроме того, для его успешного возделывания нужна технология, значительно отличающаяся от разработанных для других природно-климатических зон.

Выводы. Кострец безостый можно возделывать как в лесостепи Западной Сибири, так и в суровых условиях тайги Восточной Сибири и тундры Заполярного Ямала. Урожайность сухого вещества в лесостепи составляет 6,14 т/га, в тайге – 5,67 т/га, в тундре – 2,51 т/га.

Наибольший сбор семян костреца безостого в условиях лесостепи Западной Сибири (0,65 т/га) и тайги Восточной Сибири (0,46 т/га) отмечен на второй год жизни травостоя, в дальнейшем (до четвертого года) она существенно снижается до 0,22 и до 0,28 т/га, соответственно. В тундре Заполярного Ямала генеративные побеги костреца безостого формировались только на третий год жизни травостоя.

Литература.

1. Коликов М.С. Продвижение культуры костреца безостого на север // Тр. по прикл. бот., генетике и селекции. М.: ВИР, 1968. Т. 32, Вып. 3. С. 168–187.
2. Андреев Н.Г., Савицкая В.А. Кострец безостый. М.: Агропромиздат, 1988. 184 с.
3. Гончаров П.Л. Кормовые культуры Сибири: биолого-ботанические основы возделывания. Новосибирск: Изд-во Новосибир. ун-та, 1992. 264 с.
4. Демарчук Г.А. Многолетние травы в Сибири / РАСХН. Сиб. отд-ние. Новосибирск, 2002. 44 с.
5. Осипова Г.М. Кострец безостый (Особенности биологии и селекция в условиях Сибири) / РАСХН. Сиб. отд-ние. Новосибирск, 2006. 228 с.
6. Кашеваров Н.И., Мустафин А.М. Луговое кормопроизводство в Сибири / РАСХН. Сиб. отд-ние. Новосибирск, 2014. 208 с.
7. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. М.: ВНИИ кормов, 1971. Ч. 1. 174 с.
8. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВНИИ кормов, 1987. 196 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. Investigation of the characteristics of smooth bromegrass (*Bromopsis inermis* Leys) biological traits for cultivation under extreme environmental conditions / N.I. Kashevarov, G.M. Osipova, A.G. Tyuryukov, N.I. Filippova // Russian Agricultural Sciences. 2015. Vol. 41. № 1. P. 14–17.
11. Денисов Г.В. Травосеяние в зоне вечной мерзлоты (эколого-биологические основы). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983. 222 с.

PRODUCTIVITY OF AWNLESS BROME UNDER DIFFERENT CLIMATIC ZONES OF SIBERIA

N.I. Kashevarov, A.G. Tyuryukov, G.M. Osipova

Siberian Research Institute of Feedstuff, Krasnoobsk, Novosibirskiy r-n, Novosibirskaya obl., 630501, Russian Federation

Summary. The investigation was carried out to study the yield of awnless brome (*Bromopsis inermis* Leyss. Holub.) under different climatic zones of Siberia: the foreststeppe of the Western Siberia (1994-1996, 1995-1997), the tundra of Polar Yamal (2011-2013) and taiga of the Eastern Siberia (1992-1994). The yield of dry matter of awnless brome in tundra (2.51 t/ha) was significantly lower than in foreststeppe (6.14 t/ha) and taiga (5.67 t/ha). Under conditions of foreststeppe of the Western Siberia and tundra of Polar Yamal it reduced since the third year of life, and in taiga of the Eastern Siberia – since the second year. The maximum seed yield of awnless brome in the foreststeppe of the Western Siberia (0.65 t/ha) and taiga of the Eastern Siberia (0.46 t/ha) was registered in the second year of life of the herbage. In the subsequent years it decreases. Generative shoots in the tundra of Polar Yamal were formed only in the third year of herbage life. Their flowering occurs on August 8-10, even in the most favorable for heat supply 2013 year. Under the conditions of the subarctic climate of the Polar Yamal the seeds of awnless brome did not have time to ripen. The approaches to the effective use of the limited resources of the northern climate were outlined: studying of the gene pool of awnless brome from regions with extreme conditions of growth and development of the technology of its cultivation, taking into account soil and climatic features of the zone and the biological characteristics of the culture.

Keywords: awnless brome, yield, dry matter, seeds, foreststeppe of the Western Siberia, taiga of the Eastern Siberia, tundra of Polar Yamal.

Author Details: N.I. Kashevarov, D. Sc. (Agr.), member of the RAS, director (e-mail: sibkorma@ngs.ru); A.G. Tyuryukov, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory; G.M. Osipova, D. Sc. (Agr.), chief research fellow.

For citation: Kashevarov N.I., Tyuryukov A.G., Osipova G.M. Productivity of Awnless Brome under Different Climatic Zones of Siberia. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No. 11. Pp. 81-83 (In Russ).

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

С глубоким прискорбием извещаем о том, что 15 ноября 2015 г. на 74 году жизни скончался академик РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации ЧАЙКА Анатолий Климентьевич.



Родился Анатолий Климентьевич 8 мая 1942 г. в с. Хороль Приморского края. В 1964 г., после окончания Приморского СХИ, был направлен на работу заведующим Губеровским опытным опорным пунктом Приморской государственной сельскохозяйственной опытной станции. В 1969 г. его перевели на должность директора ОПХ «Степное», а в 1972 г. назначили директором опытной станции, преобразованной в 1976 г. в Приморский НИИСХ.

Совмещая производственную и научную деятельность, А.К. Чайка в 1974 г. окончил заочную аспирантуру и защитил кандидатскую диссертацию, в 1991 г. – докторскую, получив степень доктора сельскохозяйственных наук. В 1993 г. его избирали членом-корреспондентом, а в 1997 г. – академиком Российской академии сельскохозяйственных наук и членом Президиума академии. В 1994 г. ему присвоено ученое звание профессора. В 1997 г. А.К. Чайка возглавил Дальневосточный научно-методический центр, реорганизованный в 2009 г. в Дальневосточный региональный аграрный научный центр.

Под руководством Анатолия Климентьевича был осуществлен генеральный план застройки поселка Тимирязевский, за реализацию которого его удостоили бронзовой медали ВДНХ СССР (1983).

А.К. Чайка был ведущим ученым в области кормопроизводства на Дальнем Востоке, внесшим большой вклад в развитие сельского хозяйства. Он имел пять авторских свидетельств на районированные сорта, патент на технологию возделывания сои в поукосных посевах на орошаемых землях. Результаты его научной деятельности опубликованы в 185 печатных

работах, в том числе четырех монографиях. Под руководством Анатолия Климентьевича был выполнен большой объем работ по созданию и использованию сеяных лугов и пастбищ в сельскохозяйственном производстве Приморья.

Много времени А.К. Чайка уделял воспитанию научных кадров. За годы его руководства Приморским НИИСХ было подготовлено 8 докторов и 49 кандидатов наук. Он создал научную школу по таким направлениям исследовательской работы, как селекция и семеноводство на основе применения биотехнологических разработок и совершенствования интенсивных технологий; производство высокобелковых кормов в целях повышения продуктивности животноводства; экономика и организация агропромышленного производства. При активном участии Анатолия Климентьевича в институте открыта аспирантура по специальностям 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство; 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений.

А.К. Чайка был членом Бюро отделения РАН по сельскохозяйственным наукам, членом Президиума ДВО РАН, председателем Объединенного ученого совета ДВО РАН по сельскохозяйственным наукам, членом Общественного экспертного совета по вопросам агропромышленного комплекса при губернаторе Приморского края.

За плодотворную научную и производственную деятельность в области сельского хозяйства Анатолий Климентьевич был отмечен правительственными наградами: медалью «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина» (1970), орденом «Знак Почета» (1976), орденом Трудового Красного Знамени (1986). В 2000 г. ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

Память о А.К. Чайке, прекрасном, талантливом человеке, большом Ученом и Учителе, сохранится в сердцах его друзей, коллег и учеников.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЖИ В КОРМЛЕНИИ ДОЙНЫХ КОРОВ

Е.О. КРУПИН, кандидат ветеринарных наук, заведующий сектором (e-mail: evgeny.krupin@gmail.com)

Ш.К. ШАКИРОВ, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель центра

И.Т. БИКЧАНТАЕВ, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Оренбургский тракт, 48, Казань, 420059, Российская Федерация

Резюме. Цель нашей работы заключалась в разработке научных основ физико-химических методов переработки ржи для рационального использования их в кормлении животных с последующей оценкой ее физиологического и продуктивного действия. Для решения поставленных задач в условиях молочно-товарной фермы сельскохозяйственного производственного кооператива сельхозартели колхоза «Зерновой» Кировской области в весенне-летний период 2015 г. был проведен научно-хозяйственный опыт на 30 коровах черно-пестрой породы третьей-четвертой лактации, из которых сформировали 3 группы по 10 голов в каждой с учетом даты рождения, живой массы, фактического суточного надоя молока, молочной продуктивности предыдущей лактации. Продолжительность научно-хозяйственного опыта составила 60 дн. При одинаковой структуре рационов коровам первой (контрольной) группы скармливали комбикорм без включения ржи, второй опытной группе в комбикорм включали 24,5% дробленой ржи, третьей группе – 24,5% экструдированной ржи. Мы установили, что экструдирование зерна озимой ржи сорта Подарок способствует повышению содержания обменной энергии в нем на 5,43%, сырого протеина на 35,13% и суммы сахаров на 71,93%. Биохимическими исследованиями установлено, что использование озимой ржи, подвергнутой экструзионной обработке, в кормлении дойных коров не сказывается отрицательно на динамике биохимических показателей сыворотки крови, о чем свидетельствует усиление белоксинтезирующей функции печени (повышение уровня альбуминов на 12,56%; увеличение активности аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы у животных третьей группы – на 0,31 и 53,77%), наиболее интенсивному течению азотистого обмена (содержание мочевины ниже контрольных показателей на 6,55%) и наибольшей энергообеспеченности организма (повышение активности составило 12,31-18,75%). Физико-химический анализ молока показал, что при дополнительном введении в рацион кормления животных озимой ржи, подвергнутой экструзионной обработке, наблюдается тенденция к повышению содержания жира и белка в молоке (на 0,03 и 0,02%, по сравнению с молоком животных контрольной группы).

Ключевые слова: животные, концентраты, рожь, экструдирование, продуктивность.

Для цитирования: Крупин Е.О., Шакиров Ш.К., Бикчантаев И.Т. Рациональное использование ржи в кормлении дойных коров // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 84-87.

В земледелии ряда стран северной и центральной Европы озимой ржи уделяется особое внимание. Основное производство зерна этой культуры сосредоточено в «ржаном поясе» Европы: России, Польше, Германии и Беларуси, на долю которых приходится более 70% всего мирового сбора ее зерна [1]. Как отмечают зарубежные исследователи, в перспективе озимая рожь должна занять более достойное место, как исключительно важная пищевая и кормовая культура. Поэтому рожь с полным основанием можно отнести к числу стратегических культур для формирования продовольственной безопасности России [2, 3].

Озимую рожь возделывают в основном для пищевых целей и только 8-12% валового сбора зерна используют

в производстве комбикормов для сельскохозяйственных животных. Это связано с наличием в его составе таких антипитательных веществ, как фитиновая кислота, пентозаны, пектин, β-глюканы, танины, ингибиторы трипсина и химотрипсина, 5-алкилрезорцины. Общее количество некрахмалистых полисахаридов в зерне ржи достигает 17,5%, поэтому использование ее в кормлении жвачных животных ограничено уровнем в 40%, свиней – 20% и птицы – 5-7%. Кроме того, включению зерна озимой ржи в рационы сельскохозяйственных животных и птицы препятствует специфическая структура крахмальных зерен и некоторых полисахаридов, способных образовывать в пищеварительном тракте высоковязкие растворы, трудно поддающиеся воздействию ферментов, а также наличие антипитательных веществ и токсинов грибного происхождения [4].

По данным А.И. Фицева и В.М. Косолапова [4], существенный недостаток ржи – поражение спорыньей. Наличие ее в корме приводит к снижению поедаемости и абортам. В связи с этим зерно ржи рекомендуется скармливать животным после предварительной обработки [5]. Все это не позволяет увеличить долю зерна ржи в комбикормах.

Для этой цели предлагается подвергать его тепловой обработке, использовать ферментные, мультиэнзимные препараты и др. [6]. Так, в случае использования ферментных препаратов при обработке зерна ржи ее содержание в массе корма можно довести до 50%. А после термической обработки (прожаривание, флакирование и др.) можно увеличивать скармливание ржи дойным коровам. Наиболее действенные способы снижения содержания антипитательных веществ – создание сортов с низким содержанием пентозанов, а также экструдирование, ферментирование и плющение зерна [7-9].

Одним из прогрессивных способов служит обработка зерна инфракрасным излучением – микронизация [10, 11]. При этом происходит значительное расщепление крахмала и отчасти клетчатки, увеличивается содержание сахаров, а белки теряют свою четвертичную структуру [12]. Следующий эффективный способ воздействия на зерновые корма – экструдирование, при котором продукт подвергается непродолжительному действию высокого давления и температуры [13-16]. Баротермические процессы не только улучшают санитарно-гигиенические качества продукта, но и создают микропористую структуру готового продукта, образуют глобулярную структуру белковой молекулы, разворачивают пептидные цепи, деструктурируют целлюлозолипиновые образования и крахмал [13].

В кормах, обработанных тепловыми методами, некоторая часть белков и жиров не перевариваются сельскохозяйственными животными. При этом в большинстве случаев не усваивается наиболее полноценная часть протеина, поэтому для максимального использования питательных веществ применение ферментных препаратов в кормлении животных наряду с тепловыми методами обработки кормов весьма актуально и целесообразно [17, 18].

Цель наших исследований заключалась в разработке научно-обоснованной системы подготовки к скармливанию нового кормового сорта озимой ржи, способствующей

щей увеличению эффективного использования всех питательных веществ сельскохозяйственными животными.

Для достижения этой цели решали следующие задачи: определить эффективные физико-химические воздействия на новый кормовой сорт озимой ржи с целью уменьшения негативного влияния антипитательных веществ; изучить влияние экспериментальных рационов с использованием кормовой ржи на физиологическое состояние дойных коров, биохимические показатели крови, молочную продуктивность и качество молока.

Условия, материалы и методы. Для решения поставленных задач в условиях молочно-товарной фермы сельскохозяйственного производственного кооператива сельхозартели колхоза «Зерновой» Кировской области в весенне-летний период 2015 г. был проведен научно-хозяйственный опыт. Методом сбалансированных групп по А.И. Овсянникову [19] было отобрано 30 коров черно-пестрой породы третьей-четвертой лактации, из которых сформировали 3 группы по 10 голов в каждой с учетом даты рождения, живой массы, фактического суточного надоя молока, молочной продуктивности предыдущей лактации. Продолжительность научно-хозяйственного опыта составила 60 дней лактации. Опыт состоял из 2 периодов: подготовительного (10 дн.) и учетного (60 дн.). В подготовительный период были проведены анализы кормов [20], проанализированы данные диспансеризации, внедрены рекомендуемые рационы, осуществлен контроль за физиологическим состоянием животных, в опытный период – кормление животных в соответствии со схемой научно-хозяйственного опыта, биохимические исследования сыворотки крови, физико-химические исследования молока.

При одинаковой структуре рационов коровам первой (контрольной) группы скармливали хозяйственный комбикорм без включения ржи, второй опытной группе в комбикорм включали 24,5% дробленой ржи кормового сорта Подарок, третьей группе – 24,5% экструдированной ржи этого же сорта. Среднесуточные рационы кормления подопытных коров состояли из сена люцерно-тимофеечного – 3,0 кг, сенажа из многолетних трав – 10,0 кг, силоса кукурузно-рапсового – 24,0 кг, комбикорма – 9,0 кг и патоки свекловичной – 0,7 кг.

В течение всего опыта физиологическое состояние животных оценивали по внешнему виду, поведенческим реакциям, надоям молока и результатам биохимических исследований крови. За период опыта все животные были клинически здоровыми, хорошо поедали корм. Показатели температуры тела, пульса и частоты дыхания соответствовали физиологическим нормам.

Биохимические исследования сыворотки крови на содержание общего белка, альбуминов, мочевины, холестерина, триглицеридов, глюкозы, общего кальция и

неорганического фосфора, активности ферментов трансаминирования (аспартатаминотрансферазы (АсАТ) и аланинаминотрансферазы (АлАТ)), амилазы и щелочной фосфатазы проводили на автоматическом анализаторе «ЭКСПРЕСС+» фирмы Siemens. Кровь пяти животных из каждой группы брали из яремной вены в утренние часы до кормления с соблюдением правил асептики дважды за период научно-хозяйственного опыта. Физико-химические показатели молока (плотность, содержание жира, белка, сухого обезжиренного молочного остатка) определяли с помощью прибора «Лактан 1-4» («Сибагроприбор», Россия) пять раз за период научно-хозяйственного опыта. Определение химического состава и питательности кормов проводили по общепринятым зоотехническим методикам [20] с использованием автоматизированного лабораторного оборудования фирмы («Velр», Италия) в условиях Центра аналитических исследований ФГБНУ «ТатНИИСХ».

Результаты исследований анализировали с применением математической статистики при обработке экспериментальных данных в ветеринарии путем определения уровня вероятности Р при помощи таблицы Стьюдента с использованием программы Microsoft Excel [21].

Результаты и обсуждение. Проведение зоотехнического анализа зерна озимой ржи сорта Подарок, обработанного различными методами, показало, что после экструдирования повышается, по сравнению с исходным материалом, концентрация обменной энергии до 13,58 МДж (на 5,43%), сырого протеина до 112,7 г (на 35,13%) и суммы сахаров до 85,5 г (на 71,93%).

Оценку течения обменных процессов у животных проводили по динамике показателей белкового, углеводного и липидного обменов веществ (табл. 1).

Известно, что белковый обмен в организме животных оценивают по концентрации общего белка, альбуминов и мочевины в сыворотке крови. Исследованиями установлено, что значения этих показателей в сыворотке крови дойных коров в подготовительный период составило 72,8-74,6 г/л, 40,6-45,0 г/л и 6,87-7,07 ммоль/л соответ-

Таблица 1. Биохимические показатели сыворотки крови дойных коров

Показатель	Группа		
	I	II	III
Подготовительный период (n = 5)			
Общий белок, г/л	72,80 ± 2,33	74,60 ± 4,04	73,80 ± 2,58
Альбумины, г/л	45,00 ± 1,22	42,00 ± 1,14	40,60 ± 1,81
Мочевина, ммоль/л	6,87 ± 0,22	6,75 ± 0,28	7,07 ± 0,07
Холестерин, ммоль/л	4,55 ± 0,34	4,18 ± 0,39	4,62 ± 0,27
Триглицериды, ммоль/л	0,20 ± 0,03	0,22 ± 0,05	0,17 ± 0,04
Глюкоза, ммоль/л	1,88 ± 1,04	2,14 ± 0,30	1,87 ± 0,22
Амилаза, Е/л	51,20 ± 5,43	53,20 ± 2,58	52,00 ± 5,62
АсАТ, Е/л	77,00 ± 6,70	75,80 ± 6,21	77,20 ± 10,68
АлАТ, Е/л	38,80 ± 2,40	41,60 ± 5,18	42,40 ± 3,01
Общий кальций, ммоль/л	2,42 ± 0,04	2,40 ± 0,03	2,39 ± 0,04
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,13 ± 0,04	1,13 ± 0,02	1,16 ± 0,03
Щелочная фосфатаза, Е/л	105,20 ± 11,79	91,60 ± 7,33	99,40 ± 9,13
Опытный период (n = 5)			
Общий белок, г/л	74,50 ± 2,56	73,70 ± 2,06	74,25 ± 2,21
Альбумины, г/л	35,66 ± 0,65**	36,40 ± 0,74	40,14 ± 3,84
Мочевина, ммоль/л	6,56 ± 0,32	6,19 ± 0,29	6,13 ± 0,49
Холестерин, ммоль/л	5,16 ± 0,53	4,85 ± 0,44	4,92 ± 0,66
Триглицериды, ммоль/л	0,14 ± 0,01	0,16 ± 0,02	0,17 ± 0,03
Глюкоза, ммоль/л	2,49 ± 0,08	2,30 ± 0,14	2,36 ± 0,17
Амилаза, Е/л	60,80 ± 1,28	61,60 ± 1,75	58,40 ± 1,12
АсАТ, Е/л	70,58 ± 4,60	73,42 ± 3,52	77,44 ± 6,59
АлАТ, Е/л	62,6 ± 2,73	69,20 ± 6,66	65,20 ± 8,00
Общий кальций, ммоль/л	2,19 ± 0,04	2,14 ± 0,05	2,14 ± 0,06
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,90 ± 0,07**	1,05 ± 0,15	1,10 ± 0,05
Щелочная фосфатаза, Е/л	67,20 ± 5,21**	53,80 ± 4,36**	61,00 ± 7,10**

Примечание: ** – P < 0,01

ственно. За период эксперимента кормление животных различными рационами не оказало заметного влияния на концентрацию общего белка, которая колебалась в пределах 73,7-74,5 г/л. Так, у животных первой и третьей групп его уровень увеличился на 2,34 и 0,61%, а во второй уменьшился на 1,21%. У дойных коров всех групп содержание альбуминов в сыворотке крови имело тенденцию к снижению. Так, если, у животных контрольной группы уменьшение составило 20,76% ($P > 0,01$), то у дойных коров второй и третьей групп – 13,3 и 1,12% соответственно. При этом у животных третьей группы его концентрация составила 40,14 г/л и была выше контроля на 12,56%, что с физиолого-биохимической точки зрения может указывать на усиление белково-образовательной функции печени.

За время проведения опыта содержание азота мочевины в сыворотке крови животных всех опытных групп также имело тенденцию к снижению до верхней границы физиологической нормы (6,13-6,56 ммоль/л). Считаем, что высокие значения уровня мочевины в сыворотке крови животных перед началом научно-хозяйственного опыта обусловлены избыточным всасыванием аммиака в кровь. Снижение содержания мочевины в сыворотке крови коров опытных групп согласуется с динамикой уровня общего белка: снижение ее в контроле составило – 4,51%, во второй и третьей группах – 8,3 и 13,5%. При этом наименьшая концентрация была выявлена у дойных коров третьей группы (6,13 ммоль/л, $P > 0,05$), которая была ниже контрольных показателей на 6,55% соответственно, что косвенно может свидетельствовать о более интенсивном течении азотистого обмена.

Процессы переаминирования стоят на грани белкового и углеводного обмена, чем объясняется важность исследований аминотрансфераз, являющихся показателями не только интенсивности белкового обмена, но и характеризующими функциональное состояние печени. Нами было установлено повышение в сыворотке крови активности АсАТ и АлАТ у животных третьей группы на 0,31 и 53,77% (до 77,44 и 65,20 Е/л), которое было выше показателей животных контрольной группы на 9,72 и 3,99%. Изменение активности этих ферментов в сыворотке крови, учитывая их роль в обмене белков, может свидетельствовать о более активном синтезе белков в печени.

У жвачных животных углеводный обмен играет значительную роль в определении уровня и интенсивности других видов обмена. Основным показателем метаболизма углеводов служит концентрация сахара в крови, главным образом глюкозы. В подготовительный период концентрация глюкозы в сыворотке крови дойных коров была приближена к нижней границе физиологической нормы и составляла 1,87-2,14 ммоль/л. За 60 дн. лактации уровень глюкозы вырос у животных всех опытных групп на 7,48-32,45% и составил 2,30-2,49 ммоль/л.

Аналогичная тенденция к повышению активности была выявлена и для амилазы, которое составило 12,31-18,75% (58,4-61,60 Е/л), что может свидетельствовать об увеличении энергообеспеченности организма подопытных животных.

Оценивая характер течения в организме животных липидного обмена, следует отметить, что в подготовительный период концентрация холестерина и триглицеридов в сыворотке крови дойных коров составила 4,18-4,62 ммоль/л и 0,17-0,22 ммоль/л. По мнению ряда авторов, содержание холестерина в крови здоровых коров находится в прямой корреляции с молочной продуктивностью. За период проведения опыта было выявлено повышение концентрации холестерина в сыворотке крови животных всех групп на 6,49-16,03%. При этом наименьшее содержание его было установлено во второй группе, которое было ниже контрольных показателей на 6,0%, и на 1,44% ниже, по сравнению с показателями третьей группы.

В подготовительный период концентрации общего кальция и фосфора в сыворотке крови дойных коров соответствовала значениям физиологической нормы и составляла 2,39-2,42 и 1,13-1,16 ммоль/л, соответственно. Через 60 дн. после начала опыта содержание общего кальция в сыворотке крови во всех группах животных имело тенденцию к снижению на 9,50-10,83%. Так же при этом было установлено снижение содержания неорганического фосфора во второй группе на 7,08% (до 1,05 ммоль/л) и в третьей группе на 5,17% (до 1,10 ммоль/л) соответственно, при достоверном ($P > 0,01$) увеличении его содержания у животных первой группы (68,14%).

Во всех группах было установлено снижение активности щелочной фосфатазы на 36,12-42,14% ($P < 0,01$). При этом наименьшая активность данного фермента была установлена у животных второй группы – 55,80 Е/л, которая была ниже показателей животных контрольной и третьей групп на 16,96 и 8,52% соответственно.

Таблица 2. Молочная продуктивность дойных коров и затраты кормов

Показатель	Группа		
	I	II	III
Среднесуточный удой, кг:			
в начале опыта, кг	25,28 ± 1,73	25,94 ± 2,14	25,30 ± 1,42
в среднем за опыт, кг	25,70 ± 1,39	25,40 ± 1,58	25,49 ± 1,47
Разница между молочной продуктивностью в начале опыта и средней за весь период опыта, ± кг	+0,42	-0,54	+0,19
Разница между молочной продуктивностью в начале опыта и средней за весь период опыта, ± %	+1,66	-2,08	+0,75
Затраты ОЭ на 1 кг молока, МДж	9,04	9,22	9,29
в % к контролю	100	101,96	102,78
Затраты СП на 1 кг молока, г	126,55	128,11	127,83
в % к контролю	100	101,24	100,02

Оценивая уровень молочной продуктивности животных контрольной и опытной групп, стоит отметить, что среднесуточный надой молока существенно не изменился. Так, у животных контрольной группы указанное изменение составило 1,66%, а в третьей опытной группе – 0,75%. Однако при скармливании коровам дробленной ржи наблюдали снижение продуктивности на 2,08% ($P > 0,05$) (табл. 2). Затраты обменной энергии (ОЭ) и сырого протеина (СП) на получение 1 кг молока не имели существенных различий между животными контрольной и опытных групп.

Анализ физико-химического состава молока показал, что наибольшее содержание жира и белка в молоке установлено у животных третьей опытной группы, получавших в составе комбикорма экструдированную

Таблица 3. Массовая доля белка и жира в молоке коров различных групп, %

Показатель	Группа		
	I	II	III
Жир	3,86 ± 0,35	3,87 ± 0,24	3,89 ± 0,29
Белок	3,24 ± 0,06	3,25 ± 0,05	3,26 ± 0,04

рожь – 3,89 и 3,26%, что было выше по отношению к контролю на 0,03 и 0,02% соответственно, но это увеличение не превышает ошибку опыта (табл. 3).

Выводы. Экструдирование способствует повышению содержания обменной энергии (13,58 МДж), сырого протеина (112,7 г) и суммы сахаров (85,50 г) в 1 кг зерна нового кормового сорта озимой ржи Подарок. Использование озимой ржи, подвергнутой такой обработке, не оказало отрицательного влияния на течение обменных процессов у дойных коров, на что указывает благоприятная динамика некоторых

биохимических показателей сыворотки крови (повышение уровня альбуминов на 12,56%, активности АсАТ и АлАТ – на 0,31 и 53,77%), увеличение интенсивности течения азотистого обмена (содержание мочевины ниже контрольных показателей на 6,55%), наибольшая энергообеспеченность организма животных (повышение активности амилазы на 12,31-18,75%). При дополнительном введении в рацион кормления животных экструдата зерна озимой ржи отмечена тенденция к повышению содержания жира и белка в молоке (на 0,03 и 0,02%, по отношению к контролю).

Литература.

1. Гончаренко А.А. Современное состояние производства, методы и перспективы направления селекции озимой ржи в РФ // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка: мат. всероссийской науч.-практ. конф.; 1-3 июля 2009 г. Уфа: БНИИСХ, 2009. С. 40–76.
2. Кедрова Л.И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 157 с.
3. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) теория и практика. В 3 томах. М.: Агрорус, 2009.
4. Фицев А.И., Косолапов В.М. Зоотехническая оценка использования ржи в рационах сельскохозяйственных животных // Кормопроизводство. 2007. № 1. С. 27–30.
5. Минько Л.А. Гранулированные комбикорма // Животноводство. 1995. №1. С. 41–43.
6. Кирилов М.П., Кумарни С.В., Головин А.В. Повышение продуктивного действия ржи для коров // Молочное и мясное скотоводство. 1997. № 2. С. 14–17.
7. Сорты озимой ржи целевого назначения на Северо-Востоке Нечерноземья России / Л.И. Кедрова, Е.И. Уткина, Е.С. Парфенова, М.Г. Шамова, Е.А. Шляхтина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2011. № 4 (23). С. 8–12.
8. Сысуев В.А. Комплексные научные исследования по озимой ржи – важнейшей национальной и стратегической зерновой культуре РФ // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 6. С. 8–11.
9. Методы и технологии промышленной переработки зерна озимой ржи с целью эффективного использования в хлебопекарной, комбикормовой, крахмалопаточной и других отраслях промышленности / В.А. Сысуев, Л.И. Кедрова, Е.И. Уткина, Н.К. Лаптева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 1 (32). С. 4–10.
10. Афанасьев В.А., Орлов А.И. Специальная обработка зерна и комбикормов // Комбикорма. 1999. № 7. С. 17.
11. Афанасьев В.А. Теория и практика специальной обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов. Воронеж: воронежский государственный университет, 2002. 296 с.
12. Лень Т. Голозерный овес в рационах // Животноводство. 2005. № 7. С. 23.
13. Богданов Г.А. Методические рекомендации по технологии подготовки зерна к скармливанию методом экструдирования. Харьков: НИИЖ Лесостепи и Полесья УССР, 1980. 20 с.
14. Гуткович Я.Р. Эффективность мясного откорма свиней на экструдированных кормах // Бюллетень научных работ ВИЖ. 1991. № 103. С. 72–74.
15. Чегодаев В.Г. Влияние способов обработки на химический состав рапса // Сиб. вестник сельскохозяйственной науки. 1992. № 4. С. 45–47.
16. Булка В.И., Вовк Я.С., Чуманенко С.П. Экструдированные корма для молодняка свиней и телок // Комбикорма. 2005. № 8. С. 57–58.
17. Ткачев И.Ф., Григорьев В.В. Обмен аминокислот у молодых свиней и птиц при разных уровнях протеина в рационах // Труды ВНИИФБ и П с.-х. животных. Боровск: ВНИИФБип, 1981. Т. 10. С. 156–164.
18. Константинов В.В., Солдатенко Н.А., Кудряшов Е.В. Эффективность использования ферментных препаратов в рационах свиней // Свиноводство. 2005. № 2. С. 21–23.
19. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос, 1976. 304 с.
20. Петухов Е.А. Зоотехнический анализ кормов. М.: 1981. 255с.
21. Применение математической статистики при обработке экспериментальных данных в ветеринарии: научное издание / А.Т. Усович, П.Т. Лебедев; Сибирский научно-исследовательский ветеринарный институт. Омск: Западно-Сибирское книжное издательство, 1970. 43 с.

RATIONAL USE OF RYE IN THE FEEDING OF DAIRY COWS

E.O. Krupin, Sh.K. Shakirov, I.T. Bikchantaev

Tatar Research Institute of Agriculture, ul. Orenburgsky Trakt, 48, Kazan, 420059, Russian Federation

Summary. The purpose of our work was to develop scientific bases of physical and chemical processing methods for the rational use of rye in animal feeding with the subsequent evaluation of its physiological and productive action. To solve the problems under conditions of the dairy farm of the agricultural production cooperative «Zernovoj» of Kirov region in the spring and summer of 2015 we carried out the scientific and economic experiment in 30 cows of Black-and-White breed of the third or fourth lactation. We formed 3 groups of 10 animals in each one according to the date of the birth, body weight, actual daily milk yield, milk production of the previous lactation. The duration of the test was 60 days of the lactation. With the same structure of diets the cows from the control group were fed by mixed fodder without rye; for the second experimental group the mixed fodder includes 24.5% of the crushed rye, the third group–24.5% of extruded rye. We found that the extruding of grain of fodder rye variety Podarok promotes the increase in the content of metabolizable energy by 5.43%, crude protein–by 35.13% and the amount of sugar–to 71.93%. Biochemical studies showed that the use of winter rye, subjected to the extrusion processing in feeding of dairy cows, does not negatively affect the dynamics of biochemical indices of blood serum, as evidenced by the increase in the function of protein synthesis of liver (increase in the level of albumins by 12.56%, growth of activity of aspartateaminotransferase and alaninaminotransferase in the of the third group–by 0.31 and 53.77%), the most intense flow of nitrogen metabolism (the urea content is low than control level by 6.55%) and the largest energy supply of an organism (increase in the amylase activity was 12.31-18.75%). Physical and chemical analysis of the milk showed that the introduction of rye, subjected to the extrusion processing, in the animal diet increases the fat and protein content in milk (by 0.03 and 0.02% higher with respect to the milk of animals of the control group).

Keywords: animals, concentrates, rye, extruding, productivity.

Author Details: E.O. Krupin, Cand. Sc. (Vet.), head of section (e-mail: evgeny.krupin@gmail.com), Sh.K. Shakirov, D. Sc. (Agr.), head of center; I.T. Bikchantaev, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow.

For citation: Krupin E.O., Shakirov Sh.K., Bikchantaev I.T. Rational Use of Rye in the Feeding of Dairy Cows. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No 11. Pp. 84-87 (in Russ.).

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОРОДНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ КУР НА ОСНОВЕ МИКРОСАТЕЛЛИТНОГО АНАЛИЗА

И.П. НОВГОРОДОВА¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (e-mail: novg-inpa2005@yandex.ru)

Е.А. ГЛАДЫРЬ¹, кандидат биологических наук, руководитель лаборатории

В.И. ФИСИНИН², академик РАН, директор

Н.А. ЗИНОВЬЕВА¹, академик РАН, директор

¹Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, д.60, Подольский р-н, Московская обл., 142132, Российская Федерация

²Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, ул. Птицеградская, 10, Сергиев-Посад, Московская обл., 141311, Российская Федерация

Резюме. Проведена сравнительная оценка точности определения популяционной (породной) принадлежности 14-и пород кур мясо-яичного направления продуктивности (n=420) с использованием различного числа микросателлитных локусов. Изучали эффективность применения 2 тест-систем, каждая из которых включала восемь маркеров – GAL-1 (MCW0111, MCW0067, LEI0094, MCW0123, MCW0081, MCW0069, MCW0104 и MCW0183) и GAL-2 (MCW0295, ADL0112, MCW0037, MCW0034, ADL0268, MCW0222, MCW0014 и LEI0074). Исследуемые группы птиц были представлены следующими породами: ленинградская белая и ситцевая, московская белая, панциревская белая и черная, первомайская, полтавская глинистая, юрловская голосистая, котляровская, кучинская, род-айлан, суссекс, плимутрок полосатый и нью-гемпшир. Генотипирование с использованием мультилокусных панелей проводили на генетическом анализаторе ABI 3130x1 («Applied Biosystems»). Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программного обеспечения GenAlEx (ver. 6.4.1.). Показатели среднего числа аллелей, числа информативных аллелей и другие в расчете на один локус при сравнении изучаемых тест-систем достоверно не отличались. Среднее число аллелей на локус (Na) в целом по популяциям при использовании 8-и и 16-и локусов составило, соответственно, 6,64±0,24 и 6,16±0,17. Сравнительный анализ двух исследуемых тест-систем позволил выявить их высокую специфичность. Среднее значение вероятности идентификационной принадлежности особей на основании 16-и маркеров в зависимости от популяции составило 96,0%, в то время как при использовании 8-и маркеров – 89,0%. В некоторых породах отнесение особи к собственной популяции на основании микросателлитов при использовании панелей GAL-1 и GAL-2 достигало 100%. Наиболее предпочтительно для определения породной принадлежности кур использование тест-системы, включающей 16 локусов микросателлитов.

Ключевые слова: микросателлитный анализ, мясо-яичные породы кур, аллели, полиморфизм, гетерозиготность.

Для цитирования: Идентификация породной принадлежности кур на основе микросателлитного анализа / И.П. Новгородова, Е.А. Гладырь, В.И. Фисинин, Н.А. Зиновьева // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. №11. С. 88-90.

Изучение аллелофонда кур различных пород с использованием микросателлитных маркеров сегодня актуально для птицеводства во всем мире. Современные молекулярно-генетические методы оценки генетической структуры популяций животных на уровне ДНК дают возможность использовать их при планировании селекционной работы [1, 2].

Использование микросателлитных маркеров позволяет получать молекулярно-генетическую информацию для детальной характеристики видов и пород животных [3, 4] и птиц [5, 6]. Это, в свою очередь, дает возможность сохранять генетический потенциал исчезающих видов.

Цель наших исследований заключалась в выявлении наиболее информативного количества мультилокусных маркеров для идентификации породной принадлежности кур мясо-яичных пород.

Условия, материалы и методы. Материалом для исследований служили образцы пера (пульпы) кур (n=420), разводимых в генофондном стаде ВНИТИП. Работа выполнена в лаборатории молекулярной генетики животных ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста на 14-и породах кур мясо-яичного направления: ленинградская белая (ЛЕН_Б) и ситцевая (ЛЕН_С), московская белая (МОС_Б), панциревская белая (ПАН_Б) и черная (ПАН_Ч), первомайская (ПЕРВ), полтавская глинистая (ПОЛТ_ГЛ), юрловская голосистая (ЮРЛ_Г), котляровская (КОТЛ), кучинская (КУЧ), род-айланд (РОД_А), суссекс (СУС), плимутрок полосатый (ПЛИМ_П) и нью-гемпшир (НЬЮ_Г).

Ранее разработанная мультилокусная система анализа микросателлитов (MC) GAL-1, включающая 8 локусов (MCW0111, MCW0067, LEI0094, MCW0123, MCW0081, MCW0069, MCW0104 и MCW0183) [6], была дополнена второй панелью GAL-2, также с 8 маркерами (MCW0295, ADL0112, MCW0037, MCW0034, ADL0268, MCW0222, MCW0014 и LEI0074).

Выделение ДНК проводили с использованием набора реагентов Diatom™ DNA Prep 100 (Россия) согласно рекомендациям фирмы-производителя. Анализ ДНК и постановку ПЦР осуществляли согласно методическим рекомендациям [7]. Микросателлитный профиль исследуемых популяций птиц определяли путем электрофоретического разделения фрагментов ДНК методом капиллярного электрофореза на приборе ABI 3130X1 («Applied Biosystems»). Идентификацию аллелей исследуемых микросателлитных маркеров проводили с помощью программного обеспечения GeneMapper version 4.0. Статистическую обработку данных осуществляли по стандартным методикам [8] с использованием программ GenAlEx (ver. 6.4.1) и PAST.

При проведении исследований использовали оборудование Центра коллективного пользования «Биоресурсы и биоинженерия сельскохозяйственных животных» ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

Результаты и обсуждение. Мы идентифицировали 128 различных аллелей по 8-и локусам и 234 – по 16-и локусам микросателлитов. Число аллелей на локус при использовании как одной, так и двух тест-систем, варьировало в зависимости от породы от 3 (локус MCW0111 у ПАН_Б и КУЧ, локус MCW0067 у ПЛИМ_П) до 15 (локус MCW0183 у ЛЕН_Б).

Мультилокусная система GAL-1 позволила установить наличие трех и более аллелей в шести локусах, в то время как при использовании двух панелей (GAL-1 и GAL-2) выявлено наличие 14-и локусов с таким же количеством аллелей. Этот факт позволяет рассматривать изучаемые тест-системы как информативные для характеристики генетического разнообразия пород кур.

В зависимости от породы кур среднее число аллелей на локус (Na) при использовании тест-системы GAL-1 варьировало от 5,25±0,80 у МОС_Б и 5,25±1,12 у КУЧ до 8,75±0,92 у ПАН_Ч и 8,75±0,69 у РОД_А (рис. 1). В среднем в исследуемых породах кур величина показателя Na была равна 6,64±0,24. При использовании 16-и локусов наименьшее число Na составило 4,37±0,50 (у ПЛИМ_П),

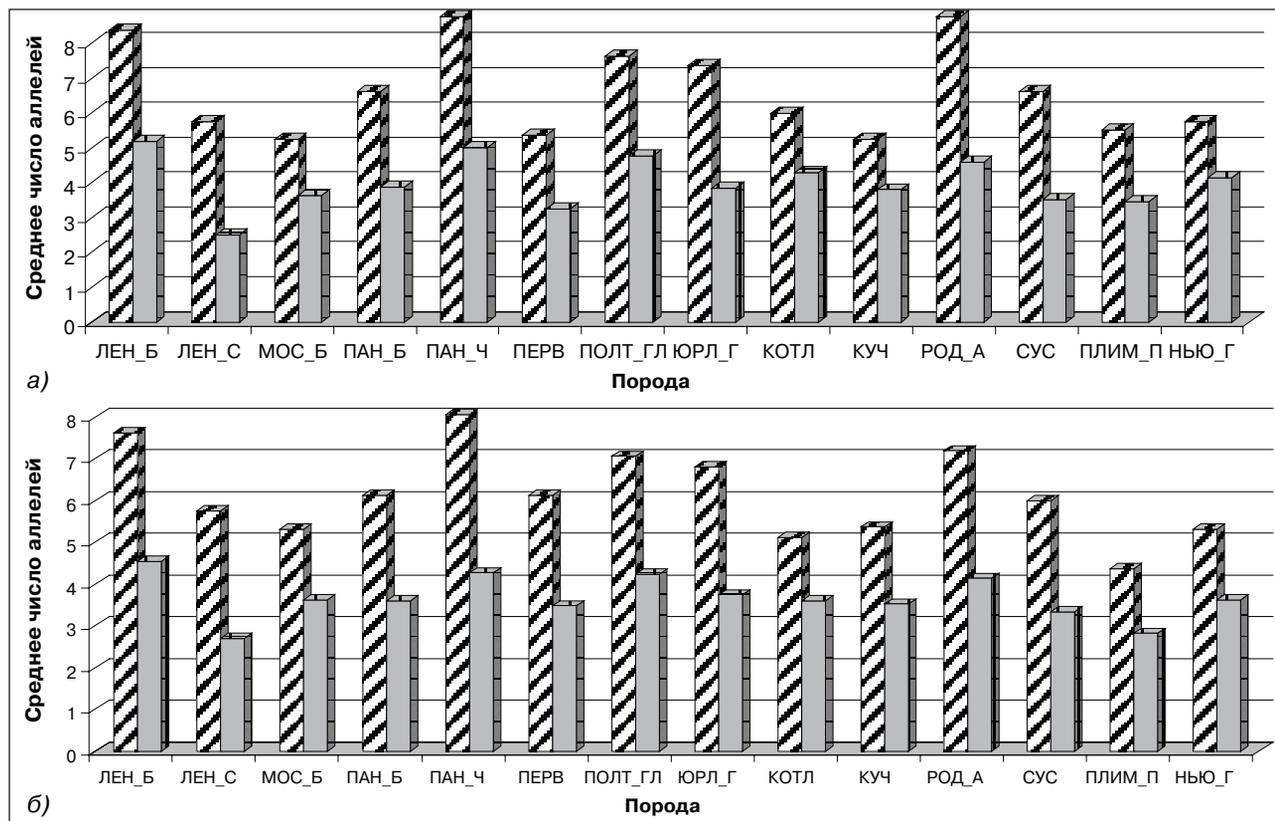


Рис. 1. Генетические показатели информативности мультилокусных панелей у мясо-яичных пород кур при использовании 8 (а) и 16 локусов (б): Na – среднее число аллелей, Ne – среднее число эффективных аллелей: ▨ – Na; ■ – Ne.

самое большое – $8,06 \pm 0,73$ (у ПАН_Ч), среднее по породам – $6,16 \pm 0,17$.

Наблюдаемая гетерозиготность (H_o) при использовании панели GAL-1 варьировала от 17,5% у МОС_Б до 55,8% у кур породы СУС и в среднем составила 36,5% (рис. 2). Показатели ожидаемой гетерозиготности (H_e) изменялись от 54,8% у птиц ЛЕН_С до 79,0% у птиц ЛЕН_Б.

При увеличении количества используемых локусов (16 маркеров) самые низкие значения H_o были выявлены у птиц породы МОС_Б и Нью_Г (26,9%), а наибольшие – у птиц ЮРЛ_Г (58,5%). Средняя величина наблюдаемой гетерозиготности по породам достигла 38,2%. Ожидаемая гетерозиготность в зависимости от породы колебалась от 57,1% у кур ПЛИМ_П до 74,2% у кур ЛЕН_Б. Хотя показатели генетической изменчивости мало зависели от количества локусов, лучшие результаты обеспечило использование двух панелей.

Следует отметить, что в исследовании И.Г. Моисеевой [9] степень гетерозиготности у ЮРЛ_Г по 25 микросателлитным локусам в среднем составила 0,500. Уровень фактической и ожидаемой гетерозиготности внутри этой же породы в наших исследованиях достигал 0,585 и 0,655 соответственно.

При использовании панели GAL-1 (8 локусов) выявлено 7 частных аллелей

у 9-и из 14-и пород. В отдельных породах их число колебалось от 1 (МОС_Б, ПАН_Б, КОТЛ, и РОД_А) до 8 (ЛЕН_Б) с частотой встречаемости от 1,7 до 30,0%. По двум панелям (GAL-1 и GAL-2, 16 локусов) было установлено 14 частных аллелей в 12-и породах из 14-и. Наименьшее их число (один) выявлено у птиц ПАН_Б, ПОЛТ_ГЛ, КОТЛ, РОД_А и ПЛИМ_П, а самое значительное (10 аллелей) – у кур ЛЕН_Б (частота встречаемости достигала 60%). Полученные результаты подтверждают гипотезу о наличии породоспецифических аллелей, свойственных замкнутым популяциям.

В нашем исследовании при использовании 8-и локусной системы было выявлено от 1 до 7 частных аллелей, а по 16-и локусам от 1 до 14. В исследованиях Hillel J. с савт. [10] с 22 маркерными локусами было обнаружено 8 частных аллелей. Наличие в исследуемых породах кур породоспецифичных аллелей

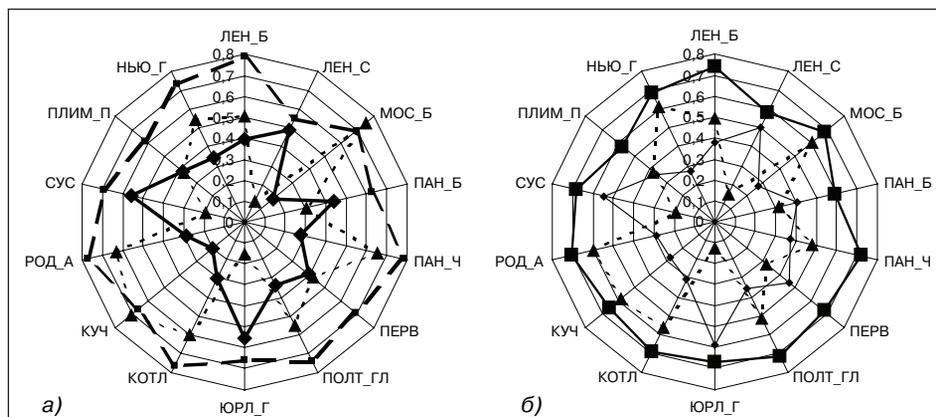


Рис. 2. Показатели генетической изменчивости кур при использовании 8 (а) и 16 (б) локусов: H_o – наблюдаемая гетерозиготность, H_e – ожидаемая гетерозиготность, Fis – коэффициент инбридинга: (а) — H_o ; — H_e ; ··· Fis; (б) — H_o ; — H_e ; ··· Fis.

Таблица. Генетическая принадлежность кур к популяции (n=30), %

Порода	GAL-1 (8 локусов)		GAL-1 и GAL-2 (16 локусов)	
	к собственной породе	к другой породе	к собственной породе	к другой породе
ЛЕН_Б	86,7	13,3	100,0	–
ЛЕН_С	100,0	–	100,0	–
МОС_Б	100,0	–	100,0	–
ПАН_Б	86,7	13,3	93,3	6,7
ПАН_Ч	50,0	50,0	80,0	20,0
ПЕРВ	83,3	16,7	90,0	10,0
ПОЛТ_ГЛ	76,7	23,3	90,0	10,0
ЮРЛ_Г	100,0	–	96,7	3,3
КОТЛ	93,3	6,7	100,0	–
КУЧ	100,0	–	100,0	–
РОД_А	86,7	13,3	96,7	3,3
СУС	96,7	3,3	100,0	–
ПЛИМ_П	93,3	6,7	100,0	–
НЬЮ_Г	93,3	6,7	100,0	–
Среднее	89,0	11,0	96,0	4,0

характеризует аллелофонд замкнутых групп, а также указывает на его уникальность.

Анализ, проведенный по восьми локусам МС, показал высокую идентичность особей (100%) в 4-х породах

Литература.

1. FAO. The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture // Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 2007.
2. Semik, E. Krawczyk, J. The state of poultry genetic resources and genetic diversity of hen populations // Animal Science, 2011. V. 11 (2). Pp 181–191.
3. Зиновьева Н.А., Гладырь Е.А. Генетическая экспертиза сельскохозяйственных животных: применение тест-систем на основе микросателлитов // Достижения науки и техники АПК. 2011. №9. С. 19–20.
4. Генетическое маркирование, сохранение биоразнообразия и проблемы разведения животных / Н.С. Марзанов, Д.А. Девришов, С.Н. Марзанова, Е.А. Комкова, М.Ю. Озеров, Ю. Кантанен // Сельскохозяйственная биология. 2011. №2. С. 3–14.
5. Анализ генетической структуры пород домашних кур с использованием микросателлитных маркеров / В.И. Фисинин, Е.А. Гладырь, В.В. Волкова, А.А. Севастьянова, Н.А. Зиновьева // Проблемы биологии продуктивных животных. 2011. №1. С. 68–72.
6. Исследование информативности мультиплексных тест-систем анализа микросателлитов кур с различным числом локусов / И.П. Новгородова, В.И. Фисинин, Н.А. Зиновьева, Е.И. Гладырь, М.В. Михайлов, Я.С. Ройтер, Г. Брем // Достижения науки и техники АПК. 2012. №6. С. 62–65.
7. Методические рекомендации по использованию метода полимеразной цепной реакции в животноводстве / Н.А. Зиновьева, А.Н. Попов, Л.К. Эрнст, Н.С. Марзанов, В.В. Бочкарев, Н.И. Стрекозов, Г. Брем. Дубровицы: ВИЖ, 1998. 47 с.
8. Меркурьева Е.К., Шангин-Березовский Г.Н. Генетика с основами биометрии. М.: Колос, 1983. 400 с.
9. Эволюция, генетическая изменчивость юрловской голосистой породы кур. Системный анализ форм изменчивости / И.Г. Моисеева, М.Н. Романов, А.В. Александров, А.А. Никифоров, А.А. Севастьянова // Изв. Тимирязев.с.-х.акад. 2009. №3. С. 132–147.
10. Biodiversity of 52 chicken populations assessed by microsatellite typing of DNA pools / J. Hillen, A.M. Groenen Martien, M. Tixier-Boichard, A.B. Korol, L. David, V.M. Kirzhner, T. Burke, A. Barre-Dirie, P.M.A. Rooijmans Richard, K. Elo, M.W. Feldman, P.J. Freidlin, A. Mäki-Tanila, M. Oortwijn, P. Thomson, A. Vignal, K. Wimmers, S. Weigend // Genet. Sel. Evol. 2003. V.35. Pp. 533–557.

IDENTIFICATION OF CHICKEN BREEDS ON THE BASIS OF MICROSATELLITE ANALYSIS

I.P. Novgorodova¹, E.A. Gladyr¹, V.I. Fisinin², N.A. Zinovieva¹

¹All-Russian Research Institute of Animal Husbandry named after academy member L.K.Ernst, 60, Dubrovitsy, Podolskiy r-n, Moskovskaya obl., Russian Federation

²All-Russian Research and Technological Institute of Poultry Husbandry, ul. Ptizegradskaya, 10, Sergiev-Posad, Moskovskaya obl., Russian Federation

Summary. The comparative assessment of 14 chicken breeds of meat and egg direction of productivity (n = 420) with the use of different number of microsatellite loci was carried out to determine population (breed) belonging of chickens. We studied the efficacy of two test-systems, each of them included eight markers – GAL-1 (MCW0111, MCW0067, LEI0094, MCW0123, MCW0081, MCW0069, MCW0104 и MCW0183) and GAL-2 (MCW0295, ADL0112, MCW0037, MCW0034, ADL0268, MCW0222, MCW0014 и LEI0074). The studied groups of birds were represented by the following breeds: Leningradskaya Belaya (ЛЕН_Б), Leningradskaya Sittsevaya (ЛЕН_С), Moskovskaya Belaya (МОС_Б), Pansirevskaya Belaya (ПАН_Б), Pansirevskaya Chernaya (ПАН_Ч), Pervomajskaya (ПЕРВ), Poltavskaya Glinistaya (ПОЛТ_ГЛ), Yurlovskaya Golosistaya (ЮРЛ_Г), Kotlyarovskaya (КОТЛ), Kuchinskaya (КУЧ), Rhode Island Red (РОД_А), Sussex (СУС), Plymouth Rock Polosaty (ПЛИМ_П) and New Hampshire (НЬЮ_Г). Genetic typing using multilocus panels was performed on the genetic analyzer ABI 3130x1 (Applied Biosystems, USA). Statistical data processing was performed using the software GenAlEx (ver.6.4.1.). There were no significant differences in the mean number of alleles, number of informative alleles and other indexes per locus between two studied test systems. The mean number of alleles per locus (Na) for the whole populations using 8 and 16 loci was 6.64 ± 0.24 and 6.16 ± 0.17 , respectively. The comparative analysis of two test-systems revealed their high specificity. The mean value of the probability of identity depending on the population was up to 96.0% using 16 markers, while the same index reached 89% using 8 markers. The population assignment using microsatellites of the GAL-1 and GAL-2 systems was 100% in some breeds. The use of the test system based on 16 loci was the most preferred for this purpose.

Key words: microsatellite analysis, meat and egg breeds of chickens, alleles, polymorphism, heterozygosity.

Author Details: I.P. Novgorodova, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow (e-mail: novg-inna2005@yandex.ru); E.A. Gladyr, Cand. Sc. (Biol.), head of laboratory; V.I. Fisinin, member of the RAS, director; N.A. Zinovieva, member of the RAS, director.

For citation: Novgorodova I.P., Gladyr E.A., Fisinin V.I., Zinovieva N.A. Identification of Chicken Breeds on the Basis of Microsatellite Analysis. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. Pp. 88-90 (In Russ.).

из 14-и (см. табл.), в 7-и (СУС, КОТЛ, ПЛИМ_П, НЬЮ_Г, ЛЕН_Б, ПАН_Б и РОД_А) принадлежность к породе колебалась от 86,7 до 96,7%. Наименее генетически консолидированными при применении одной панели оказались куры ПАН_Ч (50,0%).

В случае использования 16-и маркеров, наибольшая идентичность особей отмечена у восьми пород: ЛЕН_Б, ЛЕН_С, МОС_Б, КОТЛ, КУЧ, СУС, ПЛИМ_П и НЬЮ_Г. Их принадлежность к породе на основании анализа генотипа по МС была определена в 100% случаев. Высокую консолидированность отмечали и в остальных 6-и породах кур (от 80,0 до 96,7%). Это свидетельствует о высокой степени типичности каждой особи внутри группы. Среднее значение оценки породной принадлежности кур при использовании 8-и локусов достигало 89,0%, в варианте с 2-мя панелями (16 локусов) – 96,0%.

Выводы. Таким образом, результаты исследований по идентификации породной принадлежности мясо-яичных пород кур с использованием заранее определенного количества микросателлитных локусов позволили сделать вывод, что применение 2-х панелей (16 маркеров) более информативно, чем одной (8 маркеров).

РАЗРАБОТКА ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГАПЛОТИПА ФЕРТИЛЬНОСТИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ННЗ, АССОЦИИРОВАННОГО С РАННЕЙ ЭМБРИОНАЛЬНОЙ СМЕРТНОСТЬЮ*

О.В. РОМАНЕНКОВА, аспирант

Е.А. ГЛАДЫРЬ, кандидат биологических наук, зав. лабораторией

О.В. КОСТЮНИНА, кандидат биологических наук, руководитель группы

Н.А. ЗИНОВЬЕВА, доктор биологических наук, академик РАН, директор (e-mail: n_zinovieva@mail.ru)

Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, Подольский р-н, Московская обл., 142132, Российская Федерация

Резюме. Повышение уровня гомозиготности культурных пород крупного рогатого скота обуславливает возрастающее негативное влияние LoF-мутаций (LoF – нарушение функции). Целью работы была разработка молекулярно-генетической тест-системы диагностики LoF-мутации в гене SMC2, известной под названием гаплотипа фертильности ННЗ, ассоциированного с ранней эмбриональной смертностью. На первом этапе исследований создали серию референтных образцов с известными ННЗ генотипами методом прямого анализа последовательности ДНК пиросеквенированием. На втором этапе оценили результативность тест-системы посредством генотипирования референтных образцов. На третьем этапе определили распространение ННЗ в российской популяции голштинского и голштинизированного черно-пестрого скота. Предложенная нами тест-система основана на использовании однопробирочного метода аллелеспецифической ПЦР (STAS PCR). В результате проведенного генотипирования посредством пиросеквенирования была создана серия референтных образцов (n = 60), в том числе 5 образцов с генотипом ТС (скрытый носитель ННЗ) и 55 образцов с генотипом ТТ (неноситель). Анализ референтных образцов с известными генотипами по SMC2 с применением разработанной тест-системы показал полное совпадение результатов генотипирования. Исследование 353 коров и 632 быков-производителей выявило наличие 49 скрытых носителей ННЗ, в том числе 35 коров и 14 быков, что соответствует частотам встречаемости, соответственно, 9,9 и 2,2%. Принимая во внимание относительно высокую частоту встречаемости ННЗ, предложенная тест-система может быть рекомендована для массового скрининга племенного скота в России с целью контроля распространения и элиминации скрытых носителей ННЗ.

Ключевые слова: наследственные аномалии, гаплотипы фертильности голштинского скота.

Для цитирования: Разработка тест-системы для диагностики гаплотипа фертильности крупного рогатого скота ННЗ, ассоциированного с ранней эмбриональной смертностью / О.В. Романенкова, Е.А. Гладырь, О.В. Костюнина, Н.А. Зиновьева // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 91-94.

Наблюдаемый в культурных породах крупного рогатого скота поступательный рост гомозиготности (так, например, средний коэффициент инбридинга у голштинского скота США вырос с 0,4% в 1970 г. до 5,8% в 2012 г. [1]) обуславливает возрастающее негативное влияние на воспроизводительные способности коров так называемых LoF-мутаций (loss-of-function – потеря функций). Исследования на человеке показали, что геном обычного человека несет более 100 LoF-

мутаций [2], которые в гомозиготном состоянии могут быть летальными, приводя к эмбриональной гибели. У крупного рогатого скота LoF мутации, обуславливающие наследственные аномалии и вызывающие эмбриональную смертность, проявляются практически во всех молочных породах скота, при этом регулярно регистрируются случаи появления новых дефектов. Так, в голштинской породе идентифицированы LoF мутации, вызывающие такие наследственные заболевания как дефицит уридинмонофосфатсинтазы, DUMPS, дефицит лейкоцитарной адгезии, BLAD, комплексный порок позвоночника, SVM, брахиспинальный синдром, ВУ [3-5]. Экономический вес таких дефектов обусловлен, прежде всего, их влиянием на фертильность коров, чем собственно на гибель теленка.

Развитие полногеномных методов анализа способствовало выявлению ряда новых гаплотипов, ассоциированных со снижением воспроизводительной способности коров, получивших название гаплотипов фертильности (НН – голштинские гаплотипы). В настоящее время в голштинской породе выявлено, по крайней мере, пять таких гаплотипов (НН1-НН5) [6-8]. Один из них (ННЗ) ассоциирован с эмбриональной смертностью телят-носителей до 60-го дня стельности. Анализ результатов осеменений коров, отцы которых являются скрытыми носителями ННЗ, с быками – скрытыми носителями аналогичного гаплотипа, проведенный в североамериканской и французской популяциях голштинов, показал снижение степени стельности, соответственно, на 3,2 и 5,4-5,5% [6, 7].

Гаплотип ННЗ локализован на ВТА8 в области 90-95 Mb (сборка генома UMD 3.0) [6]. В последующем его локализация была уточнена в области 94,0-96,0 Mb (UMD 3.0) [7] и установлена ассоциация с мутацией в гене структурного поддержания хромосом 2 (SMC2) [9]. Б. Хайес (B. Hayes) с соавторами [10] впервые сообщили, а М. МакКлур (M.C. McClure) с соавторами [11] подтвердили и валидировали мутацию, служащую причиной ННЗ, как несинонимичную замену T→C в позиции 95410507 в экзоне 24 гена SMC2 (UMD 3.1). Данный полиморфизм служит причиной аминокислотной замены Phe→Ser в позиции 1135, локализованной внутри домена НТФазы кодируемого белка. Животные, несущие генотип ТТ, являются не носителями ННЗ, генотип ТС – скрытыми носителями, генотип СС – носителями (эмбрионы погибают до 60-го дня стельности). Г.Д. Детвюлер (H.D. Daetwyler) с соавторами [12] выполнили секвенирование по Сангеру десяти известных скрытых носителей мутации и подтвердили ожидаемый полиморфизм.

Частота встречаемости скрытых носителей ННЗ среди быков-производителей составляет 3,0-4,7% в США, 5,0% – во Франции [7, 11, 12]. Проведенный нами анализ родословных быков-производителей (n = 560) племенных

*Исследования выполнены при финансовой поддержке Минобрнауки России, уникальный идентификационный номер проекта RFMEFI60414X0062. В проведении исследований использовано оборудование ЦКП «Биоресурсы и биоинженерия сельскохозяйственных животных» ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

предприятий в России показал, что у тридцати быков-производителей в поколениях F1-F2 предков встречаются носители мутантного аллеля SMC2. Их частота в различных племпредприятиях варьирует от 2,7 до 8,4% и в среднем составляет 5,4%. Скрытые носители принадлежат двум широко распространенным генеалогическим линиям – Рефлекшн Соверинга и Уэс Идеала.

Исходя из изложенного, проведение ДНК-диагностики племенного поголовья коров и быков-производителей – это актуальная задача. Единственным применяемым сегодня способом диагностики ННЗ служит использование кастомных (с моделированных пользователем) биочипов, используемых для полногеномного сканирования SNP. Проведение ДНК-диагностики данным способом требует наличия дорогостоящего оборудования и, кроме того, сопряжено с высокой стоимостью биочипов. Если для проведения комплексной ДНК-диагностики (геномная оценка + исследование на наличие нескольких генетических аномалий) такой способ экономически оправдан, то для массового скрининга популяций по ННЗ необходима разработка простого, относительно дешевого способа, не требующего использования дорогостоящего оборудования.

Цель нашей работы – это разработка молекулярно-генетической тест-системы для диагностики гаплотипа фертильности ННЗ и ее апробация для идентификации скрытых носителей ННЗ в выборке голштинского и голштинизированного черно-пестрого скота.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в Центре биотехнологии и молекулярной диагностики животных ВИЖ им. Л.К. Эрнста в 2014-2015 гг. В качестве материала для создания серии референтных образцов с известными генотипами по ННЗ (n = 60) были использованы образцы ткани (ушной выщип, n = 30) и спермы (n = 30) коров и быков голштинской и голштинизированной черно-пестрой породы. ДНК выделяли методом экстракции перхлоратом [13], с использованием магнитных частиц (ООО «Изоген», Россия) и колонок Nexttec (Nexttec Biotechnologie GmbH, Германия) в соответствии с рекомендациями производителей. Каждым из вышеназванных методов выделяли ДНК из 10 образцов ткани и 10 образцов спермы. Создание серии референтных генотипов проводили посредством прямого определения последовательности в области мутации методом пиросеквенирования. Так как исследуемая мутация не приводит к образованию (или исключению) сайта рестрикции, в качестве базового метода для моделирования тест-системы определения полиморфизма ННЗ был выбран метод STAS PCR (single-tube allele specific polymerase chain reaction – однопробирочный метод аллелеспецифической полимеразной цепной реакции) [14]. Суть метода заключается в использовании двух «внутренних» аллелеспецифических праймеров, ориентированных в противоположных направлениях, последний нуклеотид которых на 3'-конце приходится на исследуемую нуклеотидную замену. К каждому из аллелеспецифических праймеров подбираются по одному «наружному» праймеру, таким образом, чтобы длины амплифицированных фрагментов, соответствующих разным аллелям, различались. Подбор праймеров осуществлялся с использованием программного обеспечения Primer3web, v. 4.0.0 [15], учитывая следующие условия: 1) температура отжига: +60°C (минимальная), +62°C (желаемая), +67°C (максимальная); 2) соотношение GC: 40% (минимальное), 50% (желаемое), 55% (максимальное); 3) длина фрагмента в пределах

150-500 пар оснований (п.о.). Всего в работе использовали четыре праймера. Продукты STAS PCR разделяли посредством электрофореза в 2% агарозном геле с добавлением бромида димидия и визуализировали под ультрафиолетовым светом. Для идентификации длин фрагментов использовали молекулярный маркер длины 100 п.н. (500x2), (ООО «Биосан», Россия).

Результативность разработанной тест-системы оценивали посредством сравнения результатов генотипирования референтных образцов.

С целью оценки распространения скрытых носителей ННЗ среди племенного поголовья голштинского и голштинизированного черно-пестрого скота выполняли генотипирование 632 быков-производителей и 363 коров.

Результаты и обсуждение. Для создания серии референтных образцов проводили амплификацию

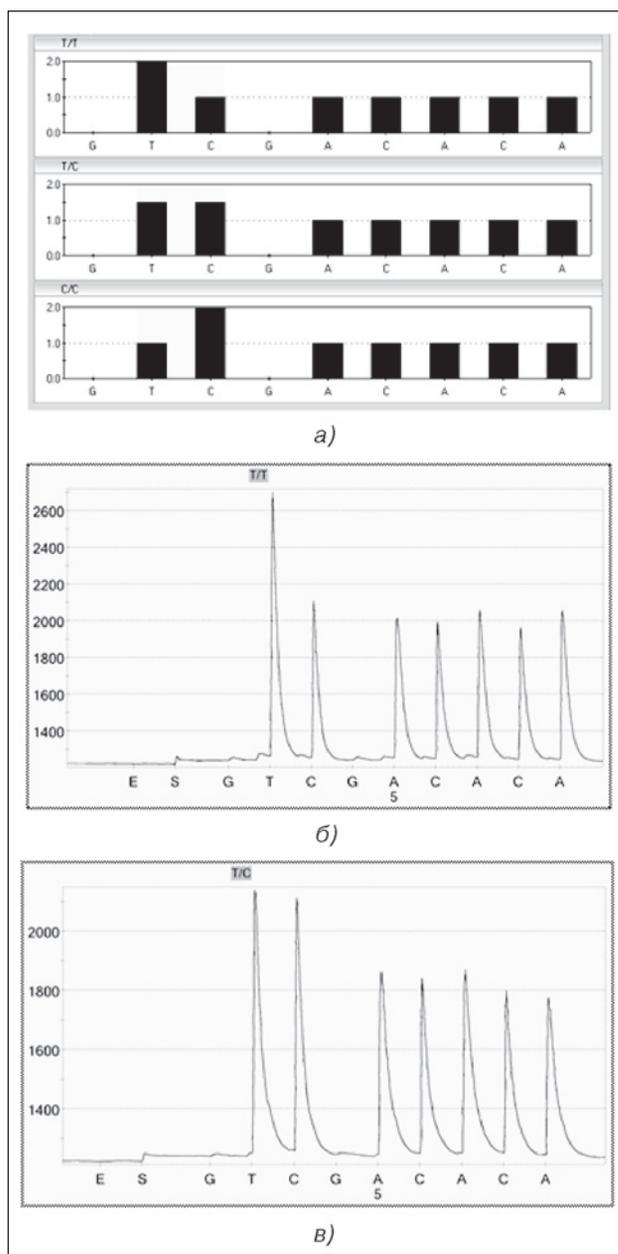


Рис. 1. Результаты генотипирования животных по SMC2 с использованием метода пиросеквенирования. А – теоретически смоделированные гистограммы в зависимости от генотипа по SMC2; Б, В – результирующие пикограммы последовательности SMC2 в области исследуемой мутации. На оси Y обозначены условные единицы силы люминесценции.

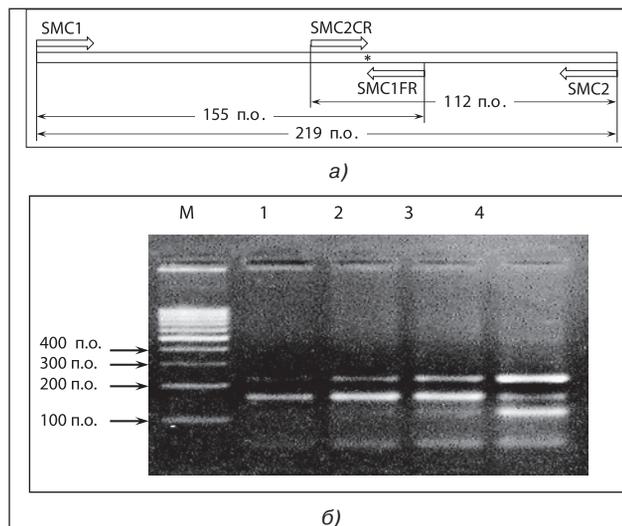


Рис. 2. Теоретическая модель тест-системы определения гаплотипа HH3 на основе STAS-PCR (А) и результаты генотипирования референтных образцов (Б). А: SMC1, SMC2 – внешние праймеры, SMC2CR – внутренний праймер, специфический для аллеля С; SMC2FR – внутренний праймер, специфический для аллеля Т; * – место исследуемой мутации; Б: М – маркер; дорожки 1-3 – генотип ТТ (неноситель HH3); дорожка 4 – генотип ТС (скрытый носитель HH3).

фрагмента длиной 199 п.о. с использованием праймеров SMC2_1Pyro и SMC2_2Pyro_Bio (меченые биотином) с последующим отжигом зонда SMC2_Zond и пиросеквенированием. Для него использовали базовую последовательность GTT/CGACACA, где Т/С – мутлируемый нуклеотид, G – контрольные нуклеотиды. Были теоретически смоделированы гистограммы возможных генотипов

Литература.

1. Trend in Inbreeding Coefficients of Cows for Holstein or Red & White (Calculated August 2015) [Электронный ресурс] // US Department of Agriculture-Animal Improvement Laboratories (USDA-AIPL) URL: <https://www.cdcb.us/eval/summary/inbrd.cfm?> (дата обращения 30.09.2015).
2. A systematic survey of loss-of-function variants in human protein-coding genes / D.G. MacArthur, S. Balasubramanian, A. Frankish, N. Huang, J. Morris, K. Walter, L. Jostins, L. Habegger, J. K. Pickrell, S. B. Montgomery, C. A. Albers, Z. Zhang, D.F. Conrad, G. Lunter, H. Zheng, Q. Ayub, M. A. DePristo, E. Banks, M. Hu, R. E. Handsaker, J. Rosenfeld, M. Fromer, M. Jin, X. J. Mu, E. Khurana, K. Ye, M. Kay, G. I. Saunders, M.-M. Suner, T. Hunt, I. H.A. Barnes, C. Amid, D. R. Carvalho-Silva, A. H. Bignell, C. Snow, B. Yngvadottir, S. Bumpstead, D.N. Cooper, Y. Xue, I. Gallego Romero, 1000 Genomes Project Consortium, Jun Wang, Y. Li, R. A. Gibbs, S. A. McCarroll, E. T. Dermitzakis, J. K. Pritchard, J. C. Barrett, J. Harrow, M. E. Hurles, M. B. Gerstein, C. Tyler-Smith // Science. 2012. Is. 335. Pp. 823–828.
3. Молекулярные методы в диагностике заболеваний и наследственных дефектов сельскохозяйственных животных / Е.А. Гладырь, Н.А. Зиновьева, Л.К. Эрнст, О.В. Костюнина, А.С. Быкова, А.Д. Банникова, Е.П. Кудина, Г. Брем // Зоотехния. 2009. № 8. С. 26–27.
4. Роль ДНК-диагностики в контроле и элиминации рецессивных наследственных аномалий сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева, Е.А. Гладырь, В.Р. Харзинова, О.В. Костюнина, М.В. Покровская, Н.Г. Друшляк, Я.А. Кабицкая // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 11. С. 37–40.
5. Моногенные наследственные дефекты и их роль в воспроизводстве / Н.А. Зиновьева, Н.И. Стрекозов, Г.В. Ескин, И.С. Турбина, И.Н. Янчуков, А.Н. Ермилов // Животноводство России. 2015. № 6. С. 30–31.
6. Harmful recessive effects on fertility detected by absence of homozygous haplotypes / P.M. VanRaden, K.M. Olson, D.J. Null, J.L. Hutchison // J. Dairy Sci. 2011. Is. 94. Pp. 6153–6161.
7. Detection of Haplotypes Associated with Prenatal Death in Dairy Cattle and Identification of Deleterious Mutations in GART, SHBG and SLC37A2 / S. Fritz, A. Capitan, A. Djari, S.C. Rodriguez, A. Barbat, A. Baur, C. Grohs, B. Weiss, M. Boussaha, D. Esquerré, C. Klopp, D. Rocha, D. Boichard // PLoS ONE. 2013. Vol. 8. Is. 6: e65550.
8. Genomic evaluation of Ayrshire dairy cattle and new haplotypes affecting fertility and stillbirth in Holstein, Brown Swiss and Ayrshire breeds / T.A. Cooper, G.R. Wiggans, P.M. VanRaden, J.L. Hutchison, J.B. Cole, D.J. Null // Amer. Dairy Sci. Assoc.–Amer. Soc. Anim. Sci. joint annual meeting, Indianapolis, IN, July 9, 2013. Poster T206.
9. Novel harmful recessive haplotypes identified for fertility traits in nordic holstein cattle / G. Sahana, U.S. Nielsen, G.P. Aamand, M.S. Lund, B. Guldbrandsen // PLoS One. 2013. Vol. 8: e82909.
10. The 1000 Bull Genomes project – toward genomic selection from whole genome sequence data in dairy and beef cattle / B. Hayes, H.D. Daetwyler, R. Fries, B. Guldbrandsen, M.S. Lund, D.A. Boichard, P. Stothard, R.F. Veerkamp, I. Hulsegge, D. Rocha, C. Van Tassell, E. Mullaart, B. Gredler, T. Druet, A. Bagnato, M. Goddard, A. Chamberlain // Proc. Plant Anim. Genome XXI Conf., 12-16 January, 2013, San Diego, USA. Poster W150.
11. Bovine exome sequence analysis and targeted SNP genotyping of recessive fertility defects BH1, HH2 and HH3 reveal causative mutation in SMC2 for HH3 / M.C. McClure, D. Bickhart, D. Null, P. VanRaden, L. Xu, G. Wiggans, G. Liu, S. Schroeder, J. Glasscock, J. Armstrong, J.B. Cole, C.P. Van Tassell, T.S. Sonstegard // PLoS ONE. 2014. Vol. 9: e92769.
12. Whole-genome sequencing of 234 bulls facilitates mapping of monogenic and complex traits in cattle / H.D. Daetwyler, A. Capitan, H. Pausch, P. Stothard, R. van Binsbergen, R.F. Brøndum, X. Liao, A. Djari, S.C. Rodriguez, C. Grohs, D. Esquerré, O. Bouchez, M.-N. Rossignol, C. Klopp, D. Richa, S. Fritz, A. Eggen, P.J. Bowman, D. Coote, A.J. Chamberlain, C. Anderson, C.P. Van Tassell, I. Hulsegge, M.E. Goddard, B. Guldbrandsen, M.S. Lund, R.F. Veerkamp, D.A. Boichard, R. Fries, B.J. Hayes // Nature Genet. 2014. Vol. 46. Pp. 858–865.

HH3 и получены результаты генотипирования животных (рис. 1). В результате проведенного генотипирования была создана серия референтных образцов (n = 60), в том числе 5 образцов с генотипом ТС (скрытый носитель HH3) и 55 образцов с генотипом ТТ (неноситель).

Мы предложили теоретическую модель тест-системы определения HH3 на основе STAS PCR (рис. 2). Исследование референтных образцов с известными генотипами по HH3 с использованием разработанной тест-системы показало полное совпадение генотипов животных. На электрофореграмме продуктов STAS PCR образцов животных-носителей HH3 проявляются два фрагмента длиной 219 п.о. (общий для обоих аллелей) и 155 п.о. (специфический для аллеля Т), в то время как у животных – скрытых носителей HH3 визуализируется дополнительный фрагмент длиной 112 п.о. (соответствует аллелю С).

Исследование 353 коров и 632 быков-производителей с использованием разработанной системы выявило наличие 49 скрытых носителей HH3, в том числе 35 коров и 14 быков, что соответствует частотам встречаемости, соответственно, 9,9 и 2,2%.

Выводы. Таким образом, предложенная нами тест-система на основе STAS PCR может быть использована для диагностики полиморфизма SMC2, служащего причиной летального гаплотипа фертильности HH3 голштинского скота. Учитывая относительно высокую частоту встречаемости HH3 в исследованной нами выборке голштинского и голштинизированного чернопестрого скота, рекомендуем использование разработанной нами тест-системы для массового скрининга племенного скота в РФ с целью контроля за распространением и элиминации скрытых носителей HH3.

13. Введение в молекулярную генную диагностику сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева, Е.А. Гладырь, Л.К. Эрнст, Г. Брем. Дубровицы: ВИЖ. 2002. 112 с.

14. Single tube allele specific (STAS) PCR for direct determination of the mutation in the porcine ryanodine receptor gene associated with malignant hyperthermia / N. Zinovieva, B. Aigner, M. Muller, G. Brem // *Animal Biotechnology*. 1996. Vol. 7. Is. 2. Pp. 173–177.

15. Primer3web version 4.0.0 – Pick primers from a DNA sequence. [Электронный ресурс] / S. Rozen, A. Untergasser, M. Remm, T. Koressaar, H. Skaletsky // *Whitehead Institute for Biomedical Research*, URL: <http://primer3.ut.ee/> (дата обращения: 30.07.2015).

DEVELOPMENT OF TEST SYSTEM FOR DIAGNOSTICS OF CATTLE FERTILITY HAPLOTYPE HH3 ASSOCIATED WITH EARLY EMBRYONIC MORTALITY

O.V. Romanenkova, E.A. Gladyr, O.V. Kostyunina, N.A. Zinovieva

L.K. Ernst All-Russian Research Institute of Animal Husbandry, pos. Dubrovitsy, 60, Podolsky r-n, Moskoskaya obl., 142132, Russian Federation

Summary. Increase in the level of homozygosity of cattle breeds contributes to the growing negative impact of LoF-mutations (LoF – loss of function). The aim of this work was to develop a molecular genetic test system for diagnostics of LoF mutation in SMC2 gene, known as fertility haplotype HH3, which is associated with early embryonic mortality. At the first stage of the research, we created the series of reference samples with known genotypes for HH3 using direct DNA sequence analysis by pyrosequencing. At the second stage we evaluated the applicability of the test system by genotyping reference samples. At the third stage we determined the distribution of HH3 in the Russian population of Holstein and holsteinized Black-and-White cattle. Proposed test system is based on the use of single tube allele-specific PCR method (STAS PCR). Because of genotyping by pyrosequencing we created a series of reference samples (n = 60), including 5 samples with TC genotype (latent carriers for HH3) and 55 samples with TT genotype (non-carriers for HH3). The analysis of reference samples using the developed test system showed full concordance of results of genotyping. A study of 353 cows and 632 bulls revealed the presence of 49 carriers of HH3, including 35 cows and 14 bulls, which corresponds to the frequencies of 9.9 and 2.2%, respectively. Taking into account the relatively high distribution of HH3, we recommend using the developed test system for screening cattle to control the spread and to eliminate this genetic disorder among Russian breeding cattle population.

Keywords: hereditary defects, Holstein fertility haplotypes

Acknowledgments: The studies were performed under financial support of the Russian Ministry of Education and Science (unique project identification number RFMEFI60414X0062).

Author Details: O.V. Romanenkova, post-graduate student; E.A. Gladyr, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow, head of laboratory; O.V. Kostyunina, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow, head of group; N.A. Zinovieva, D. Sc. (Biol.), member of the RAS, director (e-mail: n_zinovieva@mail.ru).

For citation: Romanenkova O.V., Gladyr E.A., Kostyunina O.V., Zinovieva N.A. Development of Test System for Diagnostics of Cattle Fertility Haplotype HH3 Associated with Early Embryonic Mortality. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No 11. Pp. 91-94 (in Russ.).

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Доктору сельскохозяйственных наук, академику РАЕН, профессору Кемеровского ГСХИ, Заслуженному зоотехнику России Анне Павловне ГРИШКОВОЙ 70 лет!

Анна Павловна родилась 29 октября 1945 г. в селе Квашино Новосибирской области. В 1967 г. она окончила зоотехнический факультет Новосибирского сельскохозяйственного института, после чего работала в Сибирском научно-исследовательском институте животноводства. Многие годы ее деятельность была связана с Кемеровским НИИСХ, в котором А.П. Гришкова руководила группой учёных, создававших новые генотипы свиней.

В 1982 г. Анна Павловна защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук.

В 1985 г. с коллективом производственников ее удостоили звания Лауреата премии Совета Министров СССР за работу по совершенствованию и внедрению в производство животных заводского типа КМ-1.

За многолетний труд А.П. Гришкова опубликовала более 150 работ, в 1995 г. защитила докторскую диссертацию на тему «Создание и совершенствование высокопродуктивных типов и пород свиней для условий Сибири с использованием современных методов селекции».

На сегодняшний день Анна Павловна выполняет большой объем хозяйственных работ, связанных с оптимизацией технологии производства свинины в Кемеровской области, с ней сотрудничают лучшие сельскохозяйственные предприятия. Результаты ее научных исследований за последние 10 лет изложены в монографиях «Селекционно-генетические основы промышленной технологии производства свинины», «Теоретические и практические основы интенсивного производства свинины», «Современные технологии в промышленном свиноводстве».

В течение 18 лет А.П. Гришкова занимается не только научной, но и педагогической деятельностью в Кемеровском государственном сельскохозяйственном институте. Под её руководством защищено три кандидатских и одна докторская диссертации, успешно работают еще три соискателя.

За достигнутые успехи в развитии народного хозяйства Анна Павловна награждена серебряной медалью ВДНХ (1979 г.), медалями «За особый вклад в развитие Кузбасса» III степени (2000 г.), «За служение Кузбассу» (2008 г.), «За достойное воспитание детей» (2014 г.).

Продолжая и сегодня работать в должности профессора кафедры биотехнологии Кемеровского государственного сельскохозяйственного института, она служит ярким примером высочайшего профессионализма, трудолюбия и любви к науке.

Сердечно поздравляем Анну Павловну с юбилеем и от всей души желаем здоровья на долгие годы, успехов в научной и педагогической деятельности, личного счастья в жизни.

Коллектив Кемеровского ГСХИ

БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ ДЕПРЕССИИ ОВАРИАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ

А.А. СОЛОМАХИН, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (e-mail: alsolomahin@yandex.ru)

О.С. МИТЯШОВА, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Р.А. РЫКОВ, научный сотрудник

А.А. СМЕКАЛОВА, младший научный сотрудник

И.Ю. ЛЕБЕДЕВА, доктор биологических наук, зав. лабораторией (e-mail: irledv@mail.ru)

Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, Подольский р-н, Московская обл., 142132, Российская Федерация

Резюме. Целью представленной работы было сравнительное исследование состояния обмена веществ у коров-первотелок при разном уровне депрессии овариальной функции в первую треть лактации. Объектом исследования служили 82 коровы черно-пестрой голштинской породы. Эксперименты выполнялись в феврале-апреле 2015 г. в ООО «Михайловское» Белгородской области. Коровы были разделены на три группы в соответствии с функциональным состоянием яичников, оценку которого проводили методом ректального исследования и с помощью УЗИ сканера. В первую группу входили животные, восстановившие половую цикличность. Коровы второй и третьей группы не проявляли признаков половой охоты после 45-го дня лактации. Ко второй группе (умеренный уровень депрессии овариальной функции) относили животных, яичники которых содержали один или несколько фолликулов среднего размера (не более 8 мм) при отсутствии желтых тел. Третья группа включала коров с глубоким уровнем депрессии овариальной функции, что подтверждалось уменьшением обоих яичников в размерах при отсутствии желтых тел, а также фолликулов более 3-4 мм в диаметре. У животных второй группы содержание в крови общего белка и его глобулиновой фракции было ниже (на 7 и 11% соответственно), чем у животных с нормальными половыми циклами. В то же время в крови коров третьей группы было обнаружено существенное снижение концентрации альбуминов (на 5%), общего холестерина (на 14%) и фосфолипидов (на 9%), по сравнению с коровами, возобновившими половые циклы. При этом многие метаболические взаимосвязи у животных трех сравниваемых групп имели существенные отличия. Таким образом, состояние обмена веществ у коров-первотелок при глубоком и умеренном уровнях депрессии овариальной функции различается, что свидетельствует о различиях в регуляторных путях, связывающих метаболическую и репродуктивную системы при разных формах ановуляторного состояния.

Ключевые слова: высокоудойные коровы, депрессия функциональной активности яичников, обмен веществ.

Для цитирования: Биохимический статус коров-первотелок при разном уровне депрессии овариальной функции / А.А. Соломахин, О.С. Митяшова, Р.А. Рыков, А.А. Смекалова, И.Ю. Лебедева // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 95-98.

Снижение воспроизводительной способности высокоудойных коров – это важная проблема, тормозящая темпы развития молочного скотоводства. По мнению большинства исследователей, основной причиной нарушения репродуктивной функции у крупного рогатого скота молочного направления служит состояние отрицательного энергетического баланса (ОЭБ) в ранний послеродовой период [1]. Недостаток энергии, получаемой с кормом, компенсируется за счет внутренних резервов организма, что обуславливает катаболический характер обмена веществ. При этом большая часть метаболических потоков

используется для покрытия лактационных потребностей, тогда как для поддержания воспроизводительной способности и иммунитета у животных не хватает энергетических и метаболических ресурсов [2]. Как следствие, у высокопродуктивных молочных коров наблюдается ухудшение репродуктивных показателей, в первую очередь, возрастание интервала между отелом и первой овуляцией, снижение оплодотворяемости и повышение частоты ранней эмбриональной смертности [3]. Кроме того, ослабление иммунитета повышает риск возникновения послеродовых воспалительных заболеваний матки, которые, в свою очередь, негативно влияют на фертильность животных [4].

Одно из наиболее часто встречающихся нарушений репродуктивной функции у молочных коров – это возрастание продолжительности послеродового анэструса вследствие отсутствия полового цикла [2]. Согласно классификации, предложенной М. Вилтбанком (M. C. Wiltbank) с соавторами [5], можно выделить три формы ановуляторного состояния животных, которые соответствуют трем завершающим этапам в развитии овариальных фолликулов. В случае первой формы анэструса в яичниках коров образуются мелкие антральные фолликулы (до 4 мм в диаметре), развитие которых останавливается на стадии инициации роста, индуцируемого фолликулостимулирующим гормоном (ФСГ). При второй форме фолликулы растут до стадии образования доминантного фолликула (до 8-9 мм), когда клетка гранулезы приобретает чувствительность к лютеинизирующему гормону (ЛГ). Это ановуляторное состояние животных характеризуется усилением отрицательной обратной связи между эстрадиолом и импульсной секрецией гонадотропин-рилизинг гормона и/или ЛГ, что обуславливает снижение базальной концентрации последнего в крови. Третья форма анэструса связана с отсутствием овуляции завершившего созревание доминантного фолликула, которое приводит к образованию фолликулярной цисты диаметром более 20 мм. В этом случае наблюдается уменьшение чувствительности гипоталамуса к действию эстрадиола через положительную обратную связь и, как следствие, недостаточное преовуляторное повышение уровня ЛГ. Ряд исследователей выделяют еще одну, четвертую, форму ацикличности (на фоне умеренного снижения частоты импульсной секреции ЛГ), при которой происходит образование, рост и последующая атрезия доминантного фолликула, достигающего в диаметре не более 15 мм и не способного к развитию до овуляторного состояния [6].

Таким образом, три из четырех форм анэструса у молочных коров связаны с депрессией овариальной функции, уровень которой зависит от того, на какой стадии фолликулогенез подвержен влиянию супрессирующих факторов. При этом основными причинами гипофункции яичников служат снижение синтеза и инкреции ЛГ гипофизом и ослабление реакции яичника на оба гонадотропных гормона [2]. В то же время нет убедительных доказательств того, что отсутствие эструса даже при глубокой депрессии овариальной функции (на стадии инициации ФСГ-зависимого роста мелких фолликулов) связано со снижением концентрации ФСГ в крови. Согласно современным представлениям, модифицированный обмен веществ у высокоудойных

коров влияет на восстановление эстрального цикла в послеотельный период путем уменьшения частоты и амплитуды импульсного освобождения ЛГ и/или чувствительности фолликулярных клеток к ФСГ и ЛГ [2]. Это негативное действие может быть реализовано через регуляторные сигналы, такие как изменение в крови уровня метаболитов, например, глюкозы, а также метаболических гормонов, таких как лептин, инсулин и инсулиноподобный фактор роста [2, 7, 8].

В связи с вышеизложенным целью представленной работы было сравнительное исследование состояния обмена веществ у коров-первотелок при разном уровне депрессии овариальной функции в первую треть лактации.

Условия, материалы и методы. Объектом исследования служили 82 коровы-первотелки черно-пестрой голштинской породы со среднесуточной молочной продуктивностью $25,4 \pm 0,4$ кг. Эксперименты выполняли в феврале-апреле 2015 г. в ООО «Михайловское» Белгородской области. Животные находились в условиях беспривязного содержания, рацион кормления соответствовал продуктивности животных. Исследования проводили на 45-90-е сутки лактации.

Коровы были разделены на три группы в соответствии с функциональным состоянием яичников, оценку которого проводили методом ректального исследования и с помощью УЗИ сканера WED 300W с линейным датчиком 7,5 МГц. В первую группу входили животные, восстановившие половую цикличность, что подтверждалось нормальным проявлением половой охоты и наличием доминантных фолликулов и/или желтых тел в яичниках (I группа, n = 39). Коровы второй и третьей группы не проявляли признаков половой охоты после 45-го дня лактации в течение всего периода наблюдений (не менее 24 дней). Ко второй группе (умеренный уровень депрессии овариальной функции) относили животных, оба яичника которых были незначительно уменьшены в размерах и содержали один или несколько фолликулов среднего размера (не более 8 мм) при отсутствии желтых тел (II группа, n = 6). Третья группа включала коров с глубоким уровнем депрессии функциональной активности яичников, который диагностировали, основываясь на уменьшении обоих яичников в размерах при отсутствии желтых тел, а также фолликулов более 3-4 мм в диаметре (III группа, n = 37).

Кровь для определения биохимических показателей отбирали у коров из хвостовой вены с помощью вакуумной системы Vacuette в день оценки функционального состояния яичников, которую проводили однократно в период с 45 по 90-е сутки лактации животных. В пробах сыворотки крови определяли концентрацию белка и его фракций, мочевины, креатинина, билирубина, триглицеридов, холестерина, фосфолипидов, кальция, фосфора, магния, хлоридов, а также активность ферментов аспаратаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ) и щелочной фосфатазы (ЩФ) на

автоматическом биохимическом анализаторе ChemWell (Awareness Technology, США) с использованием реагентов фирмы «Analyticon Biotechnology AG» (Германия). Лабораторные исследования проводили на базе Всероссийского научно-исследовательского института животноводства им. академика Л.К. Эрнста.

Полученные данные обрабатывали методом однофакторного дисперсионного анализа при помощи программы SigmaStat. Данные выражали как средние значения \pm стандартные ошибки. Достоверность различия сравниваемых средних значений оценивали с использованием критерия Тьюки. При вычислении корреляционных отношений применяли коэффициент Пирсона.

Результаты и обсуждение. Среднесуточный удой был сходным в сравниваемых группах животных и составлял соответственно $25,9 \pm 0,6$ кг (I группа), $24,5 \pm 0,5$ кг (II группа) и $25,0 \pm 0,6$ кг (III группа). Упитанность коров также не различалась и составляла в среднем 2,9 баллов во всех группах.

Сравнительный анализ биохимических показателей крови показал, что коровы-первотелки с разной функциональной активностью яичников находятся в неодинаковом метаболическом состоянии (табл. 1).

Таблица 1. Биохимические показатели крови на 45-90-е сутки лактации у коров-первотелок при разном уровне депрессии функциональной активности яичников

Показатель	Группа животных		
	I	II	III
Число животных, гол.	39	6	37
Белок общий, г/л	$87,6 \pm 0,9^a$	$94,0 \pm 3,7^b$	$88,5 \pm 1,1$
Альбумины, г/л	$31,1 \pm 0,4^c$	$31,2 \pm 1,4$	$29,5 \pm 0,4^d$
Глобулины, г/л	$56,6 \pm 0,9^a$	$62,7 \pm 4,8^b$	$59,0 \pm 1,2$
Мочевина, ммоль/л	$4,17 \pm 0,18$	$3,95 \pm 0,45$	$3,95 \pm 0,17$
Креатинин, мкмоль/л	$100,7 \pm 2,9$	$93,3 \pm 4,3$	$100,2 \pm 2,8$
Билирубин, мкмоль/л	$5,48 \pm 0,27$	$5,46 \pm 0,37$	$5,27 \pm 0,26$
Триглицериды, мкмоль/л	$0,233 \pm 0,013$	$0,258 \pm 0,032$	$0,226 \pm 0,024$
Холестерин, ммоль/л	$5,70 \pm 0,19^c$	$5,47 \pm 0,66$	$4,92 \pm 0,16^d$
Фосфолипиды, ммоль/л	$3,21 \pm 0,10^e$	$3,22 \pm 0,32$	$2,92 \pm 0,08^f$
АСТ, ед./л	$72,1 \pm 2,5$	$71,9 \pm 5,6$	$75,0 \pm 7,4$
АЛТ, ед./л	$23,3 \pm 0,5$	$22,0 \pm 1,4$	$22,9 \pm 0,8$
АСТ/АЛТ	$3,13 \pm 0,12$	$3,32 \pm 0,29$	$3,33 \pm 0,25$
ЩФ, ед./л	$100,9 \pm 5,5$	$74,6 \pm 4,9$	$102,7 \pm 8,6$
Кальций, ммоль/л	$2,73 \pm 0,04$	$2,85 \pm 0,08$	$2,77 \pm 0,03$
Фосфор, ммоль/л	$2,39 \pm 0,06$	$2,56 \pm 0,07$	$2,45 \pm 0,05$
Магний, ммоль/л	$0,891 \pm 0,049$	$1,023 \pm 0,127$	$0,806 \pm 0,039$
Хлориды, ммоль/л	$97,2 \pm 0,7$	$96,5 \pm 1,1$	$97,2 \pm 2,5$

Достоверные различия между группами животных: $^{a,b}p < 0,05$; $^{c,d}p < 0,01$; $^{e,f}p < 0,05$.

У животных с умеренным уровнем депрессии овариальной функции на 45-90-е сутки лактации было выявлено значительное повышение в крови содержания общего белка (на 7%, $p < 0,05$) и его глобулиновой фракции (на 11%, $p < 0,05$), по сравнению с животными, возобновившими нормальные половые циклы. Как следствие, данные показатели существенно превышали норму. В наших предыдущих исследованиях в тот же период лактации мы наблюдали аналогичные изменения содержания общего белка и глобулинов в крови многотельных молочных коров с такой же формой гипофункции яичников [9]. Это указывает на сходство метаболических путей, связанных с умеренной супрессией овариальной активности, вне зависимости от наличия предыдущих лактаций. Таким образом, ингибирование фолликулогенеза на стадии селекции доминантного фолликула может быть обусловлено, по крайней мере, частично, избыточным синтезом белков в ущерб энергетическим потребностям организма, которые, как известно, играют ключевую роль в поддержании репродуктивной способности коров в послеотельный период [1, 2].

Таблица 2. **Взаимосвязь биохимических показателей крови на 45-90-е сутки лактации у коров-первотелок при разном уровне депрессии функциональной активности яичников**

Сравниваемые показатели		Коэффициент корреляции		
		I группа (n=39)	II группа (n=6)	III группа (n=37)
Белок общий	Фосфолипиды	0,477**	-0,243	-0,158
Белок общий	АСТ/АЛТ	-0,200	0,868*	0,091
Белок общий	Билирубин	-0,164	-0,144	0,487**
Альбумины	Креатинин	0,348*	0,282	0,478**
Альбумины	Билирубин	-0,349*	-0,099	-0,058
Альбумины	Холестерин	0,357*	0,559	0,245
Альбумины	Кальций	0,524***	0,093	0,553***
Альбумины	АСТ/АЛТ	-0,108	-0,843*	-0,327*
Глобулины	Билирубин	-0,008	-0,081	0,495**
Глобулины	АЛТ	0,066	-0,600	-0,334*
Холестерин	Фосфолипиды	0,769***	0,964**	0,788***
Холестерин	Фосфор	0,299	-0,176	0,325*
АСТ	ЩФ	-0,157	0,453	0,672***
АСТ	Фосфолипиды	-0,082	0,079	0,363*
АЛТ	Фосфолипиды	0,356*	0,683	0,505**

Достоверность коэффициента корреляции: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Содержание общего белка и глобулинов в крови коров-первотелок с глубоким уровнем депрессии функциональной активности яичников не отличалось от такового у коров с нормальными половыми циклами. В то же время в крови этих животных было обнаружено существенное снижение концентрации альбуминов (на 5%, $p < 0,01$), общего холестерина (на 14%, $p < 0,01$) и фосфолипидов (на 9%, $p < 0,05$). При исследовании коров с полностью неактивными яичниками после 4 месяцев лактации Н. Салех (N. Saleh) с соавторами также не обнаружили изменений в содержании общего белка [10]. Тем не менее, в работе этих исследователей содержание холестерина в крови таких коров было повышено, по сравнению с коровами, проявляющими нормальные половые циклы. В то же время существуют данные о снижении концентрации альбуминов и холестерина у коров, не возобновивших половые циклы в течение первых шести недель лактации [11]. Различие данных по общему холестерину, вероятно, обусловлено разными исследуемыми послеполовыми периодами, что указывает на необходимость мониторинга динамических изменений содержания метаболитов в крови животных с овариальной гиподисфункцией, по крайней мере, до середины лактации.

Был проведен анализ корреляционных зависимостей между биохимическими показателями крови у коров-первотелок с разной функциональной активностью яичников (табл. 2). Наряду со сходством по некоторым метаболическим взаимосвязям, например, между содержанием альбуминов и креатинина или содержанием холестерина и фосфолипидов, были выявлены

многочисленные различия. Так, в I группе содержание в крови общего белка положительно коррелировало с содержанием фосфолипидов ($p < 0,01$), тогда как во II и III группах для этих показателей была обнаружена незначительная отрицательная связь. Для животных с умеренным уровнем депрессии овариальной функции была характерна положительная взаимосвязь между концентрацией общего белка и соотношением АСТ/АЛТ, но ее не наблюдали в двух других исследуемых группах. В свою очередь, только у животных с глубоким уровнем

депрессии функциональной активности яичников содержание глобулинов было положительно связано с содержанием билирубина. В целом, существенные отличия в корреляционных зависимостях для биохимических показателей крови, включая разнонаправленные взаимосвязи, были выявлены между всеми сравниваемыми группами животных, что также свидетельствует о неодинаковом метаболическом состоянии коров-первотелок с разной функциональной активностью яичников.

Выводы. Результаты представленного исследования показывают, что в первую треть лактации биохимический статус коров-первотелок с глубоким уровнем депрессии овариальной функции характеризуется пониженным содержанием в крови альбуминов (на 5%), общего холестерина (на 14%) и фосфолипидов (на 9%), по сравнению с животными, проявляющими нормальные половые циклы. В то же время у коров с умеренным уровнем депрессии функциональной активности яичников содержание общего белка и его глобулиновой фракции было на 7-11% ниже, чем у коров, возобновивших половые циклы. При этом многие метаболические взаимосвязи у животных трех сравниваемых групп имели существенные отличия, в том числе в некоторых случаях – противоположную направленность. Таким образом, состояние обмена веществ у коров-первотелок при глубоком и умеренном уровнях депрессии овариальной функции различается, что свидетельствует о различиях в регуляторных путях, связывающих метаболическую и репродуктивную системы при разных формах ановуляторного состояния.

Литература.

1. *New perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of high-producing dairy cows* / L.M. Chagas, J.J. Bass, D. Blache, C.R. Burke, J.K. Kay, D.R. Lindsay, M.C. Lucy, G.B. Martin, S. Meier, F.M. Rhodes, J.R. Roche, W.W. Thatcher, R. Webb // *J. Dairy Sci.* 2007. Vol. 90. Pp. 4022–4032.
2. *Influences of nutrition and metabolism on fertility of dairy cows* / R.S. Bisinotto, L.F. Greco, E.S. Ribeiro, N. Martinez, F.S. Lima, C.R. Staples, W.W. Thatcher, J.E.P. Santos // *Anim. Reprod.* 2012. Vol. 9. Pp. 260–272.
3. *Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows* / R. Jorritsma, T. Wensing, T.A. Kruij, P.L. Vos, J.P. Noordhuizen // *Vet. Res.* 2003. Vol. 34. Pp. 11–26.
4. *Applying nutrition and physiology to improve reproduction in dairy cattle* / J.E. Santos, R.S. Bisinotto, E.S. Ribeiro, F.S. Lima, L.F. Greco, C.R. Staples, W.W. Thatcher // *Soc. Reprod. Fert. Suppl.* 2010. Vol. 67. Pp. 387–403.
5. *Wiltbank M.C., Gümen A., Sartori R. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle* // *Theriogenology.* 2002. Vol. 57. Pp. 21–52.
6. *Relationships between milk production, ovarian function and fertility in high-producing dairy herds in north-eastern Spain* / J. Yáñez, F. López-Gatius, G. Bech-Sàbat, I. García-Ispuerto, B. Serrano, P. Santolaria // *Reprod. Domest. Anim.* 2008. Vol. 43. Suppl. 4. Pp. 38–43.
7. *Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle* / M.G. Diskin, D.R. Mackey, J.F. Roche, J.M. Sreenan // *Anim. Reprod. Sci.* 2003. Vol. 78. Pp. 345–370.
8. *Роль метаболических гормонов в регуляции функции яичников у коров* / В.А. Лебедев, И.Ю. Лебедева, Т.И. Кузьмина, И.Ш. Шапиев // *Сельскохозяйственная биология.* 2005. № 2. С. 14–22.

9. Соломахин А.А., Рыков Р.А., Лебедева И.Ю. Биохимические показатели крови у высокопродуктивных молочных коров в разном метаболическом и репродуктивном состоянии: мат. межд. науч.-практ. конф. «Пути продления продуктивной жизни молочных коров на основе оптимизации разведения, технологий содержания и кормления животных». Дубровицы, май 2015. С. 208–211.

10. Saleh N., Mahmud E., Waded E. Interactions between insulin like growth factor 1, thyroid hormones and blood energy metabolites in cattle with postpartum inactive ovaries // *Nat. Sci.* 2011. Vol. 9. Pp. 56–63.

11. A comparison of blood metabolite levels between dairy cows with and without resumption of cyclicity within 6 weeks postpartum // I.H. Kim, J.K. Jeong, I.S. Choi, H.G. Kang, Y.H. Jung, T.Y. Hur // *Reprod. Domest. Anim.* 2015. Vol. 50. Suppl. 3. P. 59.

BIOCHEMICAL STATUS OF FIRST-CALF COWS AT DIFFERENT LEVELS OF DEPRESSION OF THE OVARIAN FUNCTION

A.A. Solomakhin, O.S. Mityashova, R.A. Rykov, A.A. Smekalova, I.Yu. Lebedeva

L.K. Ernst All-Russian Research Institute of Animal Husbandry, pos. Dubrovitsy, 60, Podolsky r-n, Moskovskaya obl., 142132, Russian Federation

Summary. The aim of the work was to compare the metabolic state in first-calf cows at different levels of depression of the ovarian function during the first third of the lactation. The objects of the investigation were eighty two cows of the Black-and-White Holstein breed. Experiments were carried out from February to April 2015 in ООО "Mikhajlovskoye", Belgorod region. The cows were divided into three groups according to the ovarian functional state, which was assessed by the rectal palpation technique and with the use of an ultrasound scanner. Animals restored the sexual cyclicity were included in the first group. Cows of the second and third groups did not express signs of rut after the forty fifth day of the lactation. Animals with ovaries containing one or several medium-sized follicles (no more than 8 mm) in the absence of yellow bodies were included in the second group (the moderate level of the depression of the ovarian function). The third group included cows with the profound level of the depression of the ovarian function that was confirmed by a decrease in the size of both ovaries containing no yellow bodies as well as follicles bigger than 4 mm in diameter. In animals of the second group the content of total protein and its globulin fraction in the blood was lower (by 7 and 11%, respectively) than in animals with normal sexual cycles. At the same time a considerable reduction in concentrations of albumins (by 5%), total cholesterol (by 14%), and phospholipids (by 9%) was found in the blood of cows of the third group as compared to the cows restored sexual cycles. Meanwhile, there were significant differences in many metabolic relationships between animals of three compared groups. Thus, the metabolic states in first-calf cows with profound and moderate levels of depression of the ovarian function differ, suggesting distinctions in regulatory pathways connecting the metabolic and reproductive systems at different forms of the anovulatory state.

Keywords: high-productive cows, depression of the ovarian functional activity, metabolism.

Author Details: A.A. Solomakhin, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow (e-mail: alsolomahin@yandex.ru); O.S. Mityashova, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow; R.A. Rykov, research fellow; A.A. Smekalova, junior research fellow; I.Yu. Lebedeva, D. Sc. (Biol.), chief research fellow, head of laboratory (e-mail: irledv@mail.ru).

For citation: Solomakhin A.A., Mityashova O.S., Rykov R.A., Smekalova A.A., Lebedeva I.Yu. Biochemical Status of First-calf Cows at Different Levels of Depression of the Ovarian Function. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK.* 2015. Vol. 29. No 11. Pp. 95-98 (in Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ

«Минсельхоз поддерживает просьбу отечественных производителей сырого молока по сохранению возможности использования в промпереработке молока из хозяйств, признанных неблагополучными по лейкозу крупного рогатого скота», – сообщил первый заместитель министра сельского хозяйства Российской Федерации Евгений Громько.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации в целях поддержки российских производителей сырого молока намерено настаивать на исключении приложения 5 к Техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», который предусматривает введение запрета на использование молока животных, из хозяйств и с территорий, признанных неблагополучными по лейкозу крупного рогатого скота (КРС).

Как отметил Евгений Громько, представители Минсельхоза России неоднократно озвучивали позицию о необходимости исключения приложения 5 из Технического регламента на совещаниях, проходивших на площадке Евразийской экономической комиссии, в чьей компетенции находится решение этого вопроса, но окончательное решение по нему пока не принято. В частности, его последнее обсуждение в рамках ЕЭК состоялось 14 июля 2015 г. на заседании Коллегии Евразийской экономической комиссии.

Основанием для исключения этого пункта из Технического регламента служит избыточность такого требования, поскольку оно фактически дублируется Едиными ветеринарными (ветеринарно-санитарными) требованиями, предъявляемыми к товарам, подлежащим ветеринарному контролю (надзору), утвержденным Решением Комиссии Таможенного союза от 18.06.2010 № 317. В главе 27 документа содержится аналогичное требование по свободе хозяйств от лейкоза КРС в течение последних 12 месяцев. Однако эта глава применяется только при контроле ввоза молока на таможенную территорию Евразийского экономического союза и при перемещении между государствами-членами Союза.

В Российской Федерации используется отработанная в течение многих десятилетий система обеспечения безопасности в ветеринарно-санитарном отношении молока, поступающего из хозяйств, неблагополучных по лейкозу крупного рогатого скота. Ввиду крайней неустойчивости вируса лейкоза КРС к факторам внешней среды он инактивируется при температуре 56°C и более, при воздействии на него УФ-излучения и ультразвука. Пастеризация молока при температуре 74°C инактивирует вирус в течении нескольких секунд. В соответствии с пунктом 4.4 Правил по профилактике и борьбе с лейкозом крупного рогатого скота от 11 мая 1999 г. № 359, молоко от инфицированных и остальных коров оздоровливаемого стада (фермы, ЛПХ, КФХ) сдают на молокоперерабатывающий завод или используют внутри хозяйства после пастеризации в обычном технологическом режиме. После прохождения процедуры обеззараживания молоко используется без ограничений.

ВЛИЯНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ НА ДИНАМИКУ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ГОЛШТИНСКОГО СКОТА

Ю.Р. ЮЛЬМЕТЬЕВА¹, кандидат биологических наук, зав. лабораторией

Ф.Ф. ЗИННАТОВА¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Е.Н. РАЧКОВА², аспирант (e-mail: katrinrach1992@yandex.ru)

Л.В. ШАМСИЕВА², аспирант

Ш.К. ШАКИРОВ¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель научно-технологического центра

¹Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Оренбургский тракт, 48, Казань, 420059, Российская Федерация

²Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, Сибирский тракт, 35, Казань, 420029, Российская Федерация

Резюме. В проведенном эксперименте исследованы 126 коров-первотелок голштинской породы, принадлежащих сельскохозяйственному производственному кооперативу «Племенной завод им. Ленина» Атинского района Республики Татарстан. Исследования проводили в 2014-2015 гг. Цель исследования – изучение полиморфизма гена пролактина коров-первотелок и выявление корреляции его генотипов с молочной продуктивностью. Для выделения ДНК проведен забор крови у изучаемых особей. С помощью полимеразной цепной реакции и последующей рестрикции фрагментов изучен полиморфизм гена пролактина и его влияние на молочную продуктивность первотелок. Исследованиями установлено следующее распределение генотипов по изучаемому гену: коров-первотелок с генотипом AA в стаде оказалось 97 голов (77%), особей объединенной группы с генотипом AV + BV – 29 голов (23%), из которых сверстниц с генотипом AV – 27 голов (21%), и BV – 2 головы (2%). Достоверно выявлено, что у коров-первотелок с генотипом AA превосходство в надоях за стандартную лактацию, относительно животных объединенной группы (AV + BV), составило 248 кг, или 4,1%. Однако, массовая доля белка в молоке у коров-первотелок, имеющих генотип AA, была ниже животных объединенной группы при этом разница составила 0,1%. Существенных различий в характере типа лактации у первотелок разных генотипов не установлено. Коэффициент постоянства лактации у коров-первотелок с генотипом AA равен 98%, против средних данных по объединенной группе с генотипами AV + BV – 92%. Коэффициент наследуемости по удою составляет 0,4 у коров-первотелок с генотипом AV + BV, что говорит о высокой степени наследуемости продуктивных качеств дочерями от матерей. Животные с генотипом AA имели более низкую наследуемость по удою, 0,2. Таким образом, в изученной популяции первотелки с генотипом AA отличались более высокими показателями надоев молока, но уступали сверстницам по содержанию белка в молоке.

Ключевые слова: ген, генотип, пролактин, полиморфизм, первотелки, коэффициент наследуемости, молочная продуктивность, лактационная кривая.

Для цитирования: Влияние генетических аспектов на динамику молочной продуктивности голштинского скота / Ю.Р. Юльметьева, Ф.Ф. Зиннатова, Е.Н. Рачкова, Л.В. Шамсиева, Ш.К. Шакиров // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 99-101.

Достижения современной молекулярной генетики позволяют исследовать гены, связанные с хозяйственно-полезными признаками сельскохозяйственных животных. Определение аллельных вариантов генов позволит дополнительно к тради-

ционному отбору животных проводить селекцию непосредственно на уровне ДНК [1]. Преимущество ДНК-анализа заключается в том, что можно определить генотип животного независимо от пола, возраста и физиологического состояния, что служит важным фактором в селекционной работе [2].

Ген пролактина – потенциальный генетический маркер продуктивных признаков молочного скота, качества получаемого молока. У крупного рогатого скота ген PRL расположен на 23-й хромосоме и состоит из пяти экзонов и четырёх интронов. Пролактин – это полипептидный гормон с множественными функциями, секретируется, в основном, клетками передней доли гипофиза [3]. Он играет важную роль в регуляции развития молочной железы, секреции молока, молочного белка и экспрессии генов [4].

Продуктивные качества животных могут быть улучшены за счет селекционной работы, а также изменением условий его кормления и содержания. Оценка наследственного потенциала продуктивности животных в раннем возрасте позволяет в значительной степени повысить эффективность зоотехнических мероприятий, а применение математических моделей, учитывающих индивидуальные продуктивные качества животных, дает возможность снизить затраты на получение единицы животноводческой продукции и повысить уровень управления процессом производства продукции животноводства.

Методы ранней оценки продуктивности скота имеют универсальный характер и могут с равным успехом применяться как на крупном специализированном животноводческом предприятии, так и на малой ферме [5].

Целью данного исследования было изучение полиморфизма гена пролактина коров-первотелок и взаимосвязи его генотипов с удоем и качественными показателями молока, определение коэффициента наследуемости молочной продуктивности. Это дополнит существующие знания об экспрессии гена PRL голштинского скота в Татарстане и позволит определять генетически заложенную молочную продуктивность у телят, снизив тем самым затраты на выращивание племенного молодняка.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в условиях сельскохозяйственного производственного кооператива «Племенной завод им. Ленина» Атинского района Республики Татарстан на 126 коровах-первотелках голштинской породы в 2014-2015 гг.

Пробы крови для исследований отбирали у животных из хвостовой вены в вакуумные пробирки с ЭДТА.

Выделение ДНК проводили с помощью набора для выделения «ДНК-Сорб В» (ИнтерЛабСервис, Россия) согласно методике, предоставленной фирмой-изготовителем.

Аллели гена PRL определяли методом полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ), с предварительной амплификацией этих фрагментов с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) на программируемом термоциклере MyCycler (BioRad, США), с использованием праймеров:

Таблица 1. Продуктивность женских и мужских предков в зависимости от полиморфизма гена пролактина

Генотип первотелок	Удой матери, кг	Родительский индекс быка	
		удой, кг	массовая доля жира, %
AA	6467 ± 64,6***	12741 ± 105,9	3,92 ± 0,023
AB + BB	6155 ± 139,1	12889 ± 283,7	4,02 ± 0,05
в среднем по стаду	6382 ± 58,7	12768 ± 101,4	3,9 ± 0,021

Примечание: здесь и далее * – P < 0,05, ** – P < 0,01, *** – P < 0,001

PRL1: 5'-CGAGTCCTTATGAGCTTGATTCTT-3',

PRL2: 5'-GCCTCCAGAAGTCGTTTGTTC-3'.

Протокол ПЦР: 95°C – 3 мин; 34 цикла: 95°C – 30 с, 59°C – 60 с, 72°C – 35 с.

Для выявления аллелей гена PRL, ПЦР фрагменты обрабатывали рестриктазой RsaI (СибЭнзим, Россия) в соответствии с рекомендациями производителя. 20 мкл ПЦР-продукта расщепляли с использованием 5 ед. эндонуклеазы рестрикции в течение 16 ч при 37°C. Результаты анализировали методом гель-электрофореза в 2,5% агарозном геле. Полученные данные фиксировали с помощью системы BioRad XR.

Статистическую обработку данных производили в программе Excel методами вычисления биометрических параметров [6].

Частоту встречаемости генотипов определяли по формуле Г.Н. Шангина-Березовского [7]:

$$p = n/N,$$

где p – частота определения генотипа, n – количество особей, имеющих определенный генотип, N – общее число особей.

Частоту отдельных аллелей определяли по формулам Е.К. Меркурьевой [7]:

$$P_A = (2n_{AA} + n_{AB}) : 2N$$

$$q_B = (2n_{BB} + n_{AB}) : 2N,$$

где P_A – частота аллеля А, q_B – частота аллеля В, N – общее число аллелей.

Коэффициент наследуемости (h²) определяли с использованием коэффициентов корреляции (r) [7]:

$$h^2 = 2r_{dm},$$

где r_{dm} – коэффициент корреляции между фенотипами матерей и дочерей.

Результаты и обсуждение. За время исследований, генотипы гена пролактина были успешно определены для всех 126 коров-первотелок, включенных в данный анализ. При изучении частоты встречаемости аллелей гена пролактина, стало очевидно преобладание аллеля А, частота встречаемости которого составляет 0,88, частота аллеля В – 0,12.

Установлено, что 97 коров-первотелок, или 77% от общей выборки, имели генотип АА, 21% – генотип АВ и лишь 2% – генотип ВВ. Однако из-за низкой численности животных с генотипом ВВ, эта группа сложна для биометрической обработки, поэтому животных с генотипами АВ и ВВ объединили в одну группу.

Мы сопоставили ожидаемое и реальное число коров по каждому генотипу и произвели расчеты. Получили значение хи-квадрата равное 5,2. Из этого следует, что фактическое значение показателя уровня значимости больше табличного, уровень достоверности – 95%, следовательно, в данной по-

пуляции достоверно сохранилось генное равновесие в локусе пролактина.

Ожидаемую племенную ценность (родительский индекс) быков-производителей рассчитывали на основании показателей продуктивности их женских предков (табл. 1).

Выявлена взаимосвязь между молочной продуктивностью матерей и полиморфизмом изучаемого гена у коров-первотелок. Наибольший удой матерей отмечен для дочерей с генотипом АА, в то время как меньшая продуктивность характерна для матерей исследуемых коров-первотелок с генотипами АВ + ВВ. Так, удой матерей, дочери которых имеют генотип АА, был достоверно больше на 312 кг, или на 5,1% (p < 0,001), удою матерей, у дочерей которых выявлен генотип АВ и ВВ.

При рассмотрении родительского индекса быка по молочной продуктивности предков преимущество потомков с генотипами АВ + ВВ по гену пролактина было незначительным и составляло 148 кг, или 1,2%. По массовой доле жира в молоке высокий родительский индекс быка также отмечен у коров, имеющих генотипы АВ + ВВ и составляет 4,02%, с различием 0,1% от животных с генотипом АА. Однако, различия по родительскому индексу быка недостоверны и носят лишь характер тенденции.

По молочной продуктивности исследованных животных достоверно наибольший удой установлен у коров-первотелок, имеющих генотип АА (табл. 2). Он составил 6258 кг, против 6010 кг у коров-первотелок с генотипами АВ + ВВ. При этом разница составила 248 кг, или 4,1% (p < 0,05).

По массовой доле жира в молоке коровы-первотелки с разными генотипами достоверно не различались. Однако, по массовой доле белка в молоке достоверно имели преимущество коровы-первотелки с генотипами АВ + ВВ, где этот показатель составил 3,2% против 3,1% (p < 0,001).

При расчетах выхода молочного жира и белка с молоком, коровы – первотелки с генотипом АА превосходили сверстниц с генотипами АВ + ВВ, соответственно, на 20,2 и 5,6 кг или на 11,1% (p < 0,001) и 4,0%. Но полученные различия по выходу молочного белка недостоверны и можно говорить лишь об определенной тенденции.

В ходе наших исследований были построены лактационные кривые по изучаемому поголовью для каждого отдельно взятого генотипа гена пролактина (см. рисунок). Выявлено, что коровы-первотелки с генотипом АА имеют высокую устойчивую лактацию.

По графику лактационных кривых можно наблюдать небольшие различия между ними. Обе кривые

Таблица 2. Молочная продуктивность за полную лактацию коров-первотелок в разрезе полиморфизма гена пролактина

Генотип	n	Удой, кг	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Молочный жир, кг	Молочный белок, кг
AA	97	6258 ± 109,5*	4,3 ± 0,12	3,1 ± 0,02	201,9 ± 10,4***	145,1 ± 6,1
AB + BB	27	6010 ± 204	4,2 ± 0,22	3,2 ± 0,04***	181,7 ± 16,4	139,5 ± 12,4

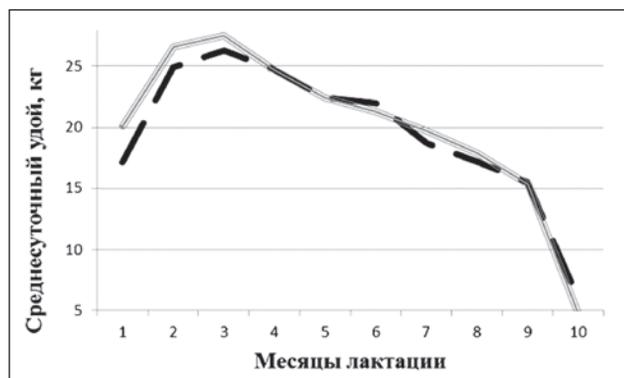


Рисунок. Лактационная кривая гена пролактин (PRL) в разрезе полиморфизма гена пролактина: — AA; - - - AB + BB.

показывают, что у коров-первотелок высокая и устойчивая лактация. Однако коэффициент ее постоянства несколько различался, и у животных с генотипом AA он составил 98%. У особей с гетерозиготным и гомозиготным генотипами (AB + BB) коэффициент устойчивости был равен 92%.

Наследуемость характеризует количественный признак у группы животных и служит показателем для прогнозирования эффективности селекции по фенотипическим показателям этого признака. Величина коэффициента наследуемости (h^2) служит мерой выражения генетической детерминации изменчивости признака. Степень наследуемости

достаточно высока лишь по генотипам AB + BB, где ее коэффициент составил 0,4. По генотипу AA связь между удоями дочерей и матерей была значительно ниже (0,2). Это говорит о том, что эти животные более чувствительны к условиям содержания. Поэтому для полного раскрытия генетического потенциала следует изменить условия содержания и кормления.

Коэффициент наследуемости между дочерьми и их отцами, получился в ходе данного исследования отрицательным, так как для осеменения использовались быки канадской селекции, и поэтому дочери быков и матери быков, которых использовали для осеменения, содержались в различных условиях, что, конечно, оказало влияние на показатели продуктивности, и, как следствие, наследуемость.

Выводы. Показатели удоя за 305 дн. лактации коров-первотелок, имеющих генотип AA в локусе пролактина, превосходили коров с генотипами AB + BB при высокой жирности молока. Таким образом, скрининг гена пролактина коров может быть полезен при отборе коров с более высоким удоем и показателями качества молока. Но для полного раскрытия заложенного генетического потенциала также имеют важное значение и факторы содержания и кормления. Ввиду малой выборки полученные результаты носят характер тенденции. Для их подтверждения необходимы дальнейшие исследования гена пролактина и его взаимосвязи с молочной продуктивностью крупного рогатого скота.

Литература.

1. Chrenek P., Huba J., Oraveova M. Genotypes of bGH and bPRL genes in relationship to milk production // Proc. EAAP 50th Annual Meeting, Book of Abstract. 1999. P. 40.
2. Борисова В.В., Белоусов А.М. Наследуемость молочной продуктивности симментальского скота разной линейной принадлежности // Известия Оренбургского Государственного Аграрного Университета. 2014. № 1. С. 92–94.
3. Rorie R.W., Howland E.M., Lester T.D. Evaluation of a Polymorphism in the Prolactin Gene as a Potential Genetic Marker for Mastitis Susceptibility and Milk Production // Arkansas Animal Science Department Report. 2009. P. 32–34.
4. Закирова Г.М., Султанов Р.Р., Зиннатова Ф.Ф. Полиморфизм гена пролактина у коров татарстанского типа холмогорского скота // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2011. № 205. С. 61–64.
5. Методы комплексной оценки и ранней диагностики продуктивности сельскохозяйственных животных: учебник / В.И. Щербатов, И.Н. Тузов, А.Г. Дикарев, Л.В. Музыкантова. Краснодар: КубГАУ, 2014. 292 с.
6. Меркурьева Е.К., Шангин-Березовский Г.Н. Генетика с основами биометрии. М.: Колос, 1983. С. 170–199.

INFLUENCE OF GENETIC ASPECTS ON THE DYNAMICS OF MILK PRODUCTIVITY OF HOLSTEIN CATTLE

Yu.R. Yulmetieva¹, F.F. Zinnatova¹, E.N. Rachkova², L.V. Shamsieva², Sh.K. Shakirov¹

¹Tatar Research Institute of Agriculture, Orenburgsky Trakt, 48, Kazan, 420059, Russian Federation

²N.E. Bauman Kazan Academy of Veterinary Medicine, Sibirsky Trakt, 35, Kazan, 420029, Russian Federation

Summary. In this experiment we studied 126 heifers of Holstein breed from the agricultural cooperative "Plemennoj Zavod Imeni Lenina" in Atninsk district of the Republic of Tatarstan. The studies were carried out in 2014–2015. The aim of this experiment was to study the polymorphism of prolactin gene of heifers and to identify the correlations between its genotypes and milk productivity. Blood samples were collected from studied heifers to isolate DNA. With the use of polymerase chain reaction and subsequent restriction of the fragments the polymorphism of prolactin gene and its effect on milk production of heifers was studied. These studies showed the following distribution of genotypes for the studied gene: there were 97 head (77%) of heifers with the AA genotype, 29 head (23%) from the combined group with (AB + BB) genotypes. There were 27 head (21%) with AB genotype and 2 heifers (2%) with BB genotype. It was reliably identified that heifers with AA genotype have the superiority in milk production per a standard lactation in relation to the combined group (AB + BB). It was 248 kg, or 4.1%. However, the mass fraction of protein in the milk of heifers with AA genotype was lower than in animals from the combined group, and the difference was 0.1%. There were no significant differences in the type of lactation in heifers with different genotypes. The coefficient of the lactation constancy for heifers with AA genotype was 98%, for the combined group (AB + BB)–92%. The coefficient of heritability on the milk yield is 0.4 for cows with (AB + BB) genotype, which indicates the high degree of heritability of productive qualities. The animals with AA genotype had lower heritability in this indicator, 0.2. Thus, in the studied population heifers with AA genotype had a higher milk yield, but lower protein content in milk.

Keywords: gene, genotype, prolactin, polymorphism, heifers, coefficient of heritability, milk yield, lactation curve.

Author Details: Yu.R. Yulmetieva, Cand. Sc. (Biol.), head of laboratory; F.F. Zinnatova, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow; E.N. Rachkova, post-graduate student (e-mail: katrinrach1992@yandex.ru); L.V. Shamsieva, post-graduate student; Sh.K. Shakirov, D. Sc. (Agr.), prof., head of .

For citation: Yulmetieva Yu.R., Zinnatova F.F., Rachkova E.N., Shamsieva L.V., Shakirov Sh.K. Influence of Genetic Aspects on the Dynamics of Milk Productivity of Holstein Cattle. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No 11. Pp. 99–101 (in Russ.).

СОЗДАНИЕ ФОНДА ВТОРИЧНЫХ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

Н.В. АЛДОШИН, доктор технических наук, зав. кафедрой
(e-mail: cxm.msau@yandex.ru)

Н.А. ЛЫЛИН, инженер

Ю.А. ЛЕСКОНОГ, инженер

А.А. ИВЛЕВ, инженер

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49,
Москва, 127550, Российская Федерация

Резюме. Вся произведенная и находящаяся в эксплуатации техника со временем поступает на утилизацию. При этом осуществляется демонтаж и переработка ее компонентов для получения вторичного сырья, которое в свою очередь необходимо для производства новых деталей. Однако в случае, когда некоторые детали или узлы обладают остаточным ресурсом, то есть могут эксплуатироваться далее, целесообразно их демонтировать с утилизируемой техники и использовать в качестве запасных частей. Демонтажем и реализацией агрегатов, узлов и деталей могут заниматься структуры, действующие совместно как в рамках одного, так и нескольких предприятий. В статье рассматриваются вопросы взаимодействия двух независимых предприятий (демонтажер с одной стороны и магазином запасных частей с другой) при реализации вторичных запасных частей на примере разборки тракторного двигателя Д-240. Степень демонтажа может различаться – техника может быть разобрана на агрегаты или полностью до деталей. При этом различной будет как трудоемкость работ, так и финансовый результат. Для того чтобы определить ситуацию взаимной выгоды партнеров (равновесия) целесообразно использовать математический аппарат биматричных игр. В нашем случае два партнера – «А» демонтажер и «В» продавец – имеют по две стратегии поведения. Все возможные случаи получения прибыли при их выборе характеризуются платежными матрицами. Для определения ситуации равновесия осуществляется расчет вспомогательных параметров на основании платежных матриц. Ситуация равновесия определяется графическим методом при решении неравенств. В итоге установлены три точки равновесия. Две показывают чистые стратегии партнеров (это возможно в случае определенной договоренности между ними), третья – равновесие в смешанной стратегии поведения партнеров. В этом случае оба партнера получают прибыль, независимо от поведения каждого из них. В такой ситуации часть агрегатов реализуют в сборе, другую – разбирают полностью и реализуют по деталям.

Ключевые слова: утилизация, вторичные запасные части, матрица, биматричные игры, вышедшая из эксплуатации техника.

Для цитирования: Создание фонда вторичных запасных частей / Н.В. Алдошин, Н.А. Лылин, Ю.А. Лесконог, А.А. Ивлев // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. №11. С. 102–104.

Утилизация технических средств – составная часть глобальной проблемы рационального использования ресурсов, вовлекаемых в процессы производства и потребления. При неправильном решении этой задачи имеют место значительные потери материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, содержащихся в отходах, и одновременно накопление неиспользуемых отходов в окружающей среде. В особой мере это относится к отходам в виде потерявшей потребительские свойства конечной продукции – автомобилям и сельскохозяйственной технике, их агрегатам и узлам.

Во всем мире существует вторичный рынок запасных частей. Источник его пополнения – детали со списанной техники, имеющие остаточный ресурс. К запасным частям при вторичном использовании узлов и агрегатов нельзя применять стандартные методы управления запасами, а условия, характерные для новых запасных частей, не актуальны. Потребление вторичных запасных частей настолько неустойчиво и разнообразно, что нет единственно правильного способа определения, который позволял бы прогнозировать будущий спрос [1, 2].

Цель исследования – определить оптимальную степень разборки компонентов утилизируемой техники, предназначенных для вторичного использования в качестве фонда запасных частей, в виде агрегатов, узлов и деталей (на примере двигателя Д-240).

Условия, материалы и методы. Извлечение компонентов, предназначенных для демонтажа, связано с поиском деталей, узлов и агрегатов наиболее ценных с точки зрения их реализации. Степень разборки может быть разной. Из полученных при этом компонентов утилизируемой техники в складском подразделении формируется фонд вторичных запасных частей. При этом оба подразделения, разборочное и складское, могут быть как на одном предприятии, так и на разных, принадлежащих разным владельцам. Понятно, что эффективность работы обоих подразделений связана единым технологическим процессом получения и реализации запасных частей. То есть эффективность совместной работы партнеров будет во многом зависеть от правильности выбора стратегии их поведения [3, 4].

Обозначим бригаду, обеспечивающую разборку подлежащей утилизации техники, дефектование демонтированных изделий и принятие решений о возможности использования деталей, узлов и агрегатов в качестве вторичного фонда запасных частей, как партнер «А», а складское подразделение, формирующее вторичный фонд запасных частей и занимающееся его реализацией, – партнер «В». Стратегия их взаимодействия будет разной в зависимости от принадлежности одному или разным собственникам [5].

Рассмотрим случай, когда партнеры относятся к разным организациям. Для выбора стратегий формирования вторичного фонда запасных частей можно использовать математический аппарат биматричных игр. Их решением служит одновременный выбор двумя партнерами совместной стратегии действий, которая в той или иной, но одинаковой мере удовлетворяет обоим. Необходимо найти такую равновесную ситуацию, отклонение от которой одного из партнеров уменьшало бы его выигрыш.

Одной из содержательных форм воплощения представления об оптимальности можно считать понятие равновесия, при котором складывается такая ситуация, в нарушении которой не заинтересован ни один из партнеров. Именно она может быть предметом устойчивых договоров (ни у одного не будет мотивов к их нарушению). Кроме того, ситуации равновесия выгодны для всех [6, 7].

Каждый из двух участников имеет следующие возможности для выбора своей линии поведения – партнер «А» может выбрать любую из стратегий A_1, \dots, A_m , партнер «В» – любую из стратегий B_1, \dots, B_n . При этом всякий раз их совместный выбор оценивается вполне определенно: если партнер «А» выбрал i -ю стратегию A_i , а партнер «В» – k -ю стратегию B_k , то выигрыш «А» равен некоторому значению a_{ik} , а выигрыш «В» некоторому другому значению b_{ik} .

В чистых биматричных играх ситуация равновесия существует далеко не всегда. В таких случаях можно воспользоваться переходом к смешанному расширению игры. При этом партнеры могут чередовать свои (чистые) стратегии с определенными частотами: партнер «А» стратегии A_1, \dots, A_m , с частотами p_1, \dots, p_m , где $p_i \geq 0, \dots, p_m \geq 0, \sum p_i = 1$, а партнер «В» стратегии B_1, \dots, B_n с частотами q_1, \dots, q_n , где $q_i \geq 0, \dots, q_n \geq 0, \sum q_i = 1$. В смешанных стратегиях равновесная ситуация существует всегда.

При смешанных стратегиях в биматричных играх возникают средние выигрыши партнеров «А» и «В», вычисляемые по следующим правилам:

$$H_A = \sum_{i,k} a_{ik} p_i q_k$$

$$H_B = \sum_{i,k} b_{ik} p_i q_k$$

Стратегия $\{P^*, Q^*\}$ называется ситуацией равновесия в смешанных стратегиях биматричной игры, если для любых P и Q выполняются следующие неравенства:

$$H_A(P, Q^*) \leq H_A(P^*, Q^*), H_B(P^*, Q) \leq H_B(P^*, Q^*). \quad (1)$$

Выражения (1) можно прояснить так: стратегия $\{P^*, Q^*\}$ равновесна, если отклонение от нее одного из партнеров при условии, что другой сохраняет свой выбор, приводит к тому, что выигрыш отклонившегося игрока не может увеличиться (а скорее только уменьшится). Тем самым, получается, что при равновесной ситуации отклонение от нее невыгодно самим участникам.

Рассмотрим ситуацию, когда у каждого из партнеров имеется ровно две стратегии, $m=n=2$. В 2×2 – биматричной игре платежные матрицы имеют вид:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}$$

вероятности $- p_1 = p, p_2 = 1 - p, q_1 = q, q_2 = 1 - q$, а средние выигрыши вычисляются по формулам

$$H_A(p, q) = a_{11}pq + a_{12}p(1 - q) + a_{21}(1 - p)q + a_{22}(1 - p)(1 - q),$$

$$H_B(p, q) = b_{11}pq + b_{12}p(1 - q) + b_{21}(1 - p)q + b_{22}(1 - p)(1 - q),$$

где $0 \leq p \leq 1, 0 \leq q \leq 1$.

В биматричной игре, чтобы пара (p, q) определяла равновесную стратегию, необходимо и достаточно одновременное выполнение следующих неравенств

$$(p - 1)(Cq - \alpha) \geq 0,$$

$$p(Cq - \alpha) \geq 0,$$

$$(q - 1)(Dp - \beta) \geq 0,$$

$$q(Dp - \beta) \geq 0,$$

$$0 \leq p \leq 1,$$

$$0 \leq q \leq 1,$$

$$\text{где } C = a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22}, \alpha = a_{22} - a_{12},$$

$$D = b_{11} - b_{12} - b_{21} + b_{22}, \beta = b_{22} - b_{21}.$$

Числа C и D могут быть как положительными, так и отрицательными. При условии, что C и D не равны нулю, то есть $C \cdot D \neq 0$. Тогда точка равновесия определяется парой $p = \beta/D, q = \alpha/C$.

Эти формулы весьма примечательны: в равновесной ситуации выбор партнера «А» полностью определяется элементами платежной матрицы партнера «В»,

$$p = (b_{22} - b_{21}) / (b_{11} - b_{12} - b_{21} + b_{22}),$$

и не зависит от элементов его собственной платежной матрицы, а выбор партнера «В» в равновесной ситуации полностью определяется элементами платежной матрицы партнера «А»,

$$q = (a_{22} - a_{12}) / (a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22}),$$

и также не зависит от элементов его собственной платежной матрицы.

Равновесная ситуация для каждого из партнеров определяется не столько стремлением увеличить собственный выигрыш, сколько желанием держать под контролем выигрыш партнера.

Результаты и обсуждение. Оценим платежные матрицы игроков «А» и «В» на примере. В качестве утилизируемого агрегата рассмотрим двигатель Д-240 одного из самых

распространенных на территории РФ тракторов МТЗ-80 (с заводского конвейера сошли более 3 млн таких машин). Стоимость нового двигателя составляет в среднем 180 тыс. руб. Цена на агрегат, демонтированный с утилизируемой техники, существенно ниже и зависит, прежде всего, от износа деталей. Принимаем цену бывшего в употреблении двигателя на уровне 30% от стоимости нового, что составит 54 тыс. руб. Цены на запасные части после дефектовки и определения остаточного ресурса могут быть сопоставимы с ценами на новые неоригинальные детали. Учитывая перечень основных деталей двигателя Д-240 и цены на них (новые и оригинальные), суммарная стоимость запасных частей двигателя находится в пределах 169800 руб. Примем допущение, что цена деталей составит половину от цены новых оригинальных запасных частей, что составляет 84900 руб. [8].

Если исходить из условия, что игрок «В» делает наценку на уровне 25%, его платежная матрица примет вид:

$$B = \begin{bmatrix} 13500 & 0 \\ 0 & 21225 \end{bmatrix}$$

Чтобы оценить платежную матрицу игрока «А» необходимо определить уровень затрат на демонтаж агрегата с утилизируемой техники, а также его разборку и дефектовку. Во многих случаях операции разборки и дефектовки при утилизации совпадают с соответствующими работами ремонтного производства.

Трудоемкость процесса разборки двигателя более чем в 3 раза превышает трудоемкость его демонтажа с трактора. В итоге суммарная трудоемкость работ демонтажа и разборки составляет около 12 чел.ч.

Таким образом платежная матрица игрока «А» будет состоять из положительных элементов – прибыль демонтера за вычетом наценки магазина, и отрицательных элементов – затрат на проведение работ по демонтажу двигателя и его разборке. Платежная матрица игрока «А» имеет вид:

$$A = \begin{bmatrix} 22300 & -31600 \\ -14200 & 28150 \end{bmatrix}$$

Исходя из полученных результатов вероятности выбора стратегий p и q соответственно игроков «А» и «В» будут определяться следующими неравенствами:

$$(p - 1)(96400q - 59750) \geq 0$$

$$p(96400q - 59750) \geq 0$$

$$(q - 1)(34725p - 21225) \geq 0$$

$$q(34725p - 21225) \geq 0$$

Отсюда при

$$\left. \begin{matrix} p = 0 & q \leq 0,62 \\ p = 1 & q \geq 0,62 \\ 0 < p < 1 & q = 0,62 \end{matrix} \right\} \quad (4)$$

$$\left. \begin{matrix} q = 0 & p \leq 0,61 \\ q = 1 & p \geq 0,61 \\ 0 < q < 1 & p = 0,61 \end{matrix} \right\} \quad (5)$$

Отразим полученные результаты графическими методами. Введем на плоскости прямоугольную систему координат (p, q) и выделим на ней единичный квадрат, соответствующий неравенствам:

$$0 \leq p \leq 1, 0 \leq q \leq 1$$

Нанесем на этот чертеж то множество точек, которое описывают условия 4 (рис. 1а). Оно состоит из трех прямоугольных участков – двух вертикальных лучей и одного горизонтального отрезка – и представляет собой зигзаг. Нас будет интересовать только та его часть, которая попала

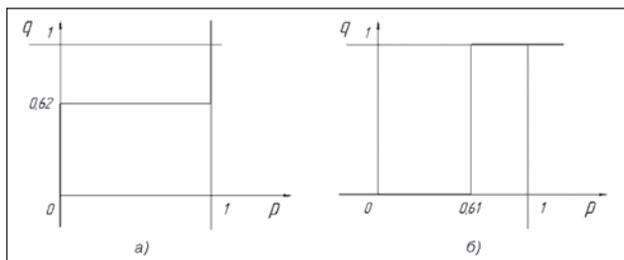


Рис. 1. Отображение решения систем неравенств: а) системы (4); б) системы (5).

в единичный квадрат. Перенеся на чертеж множество точек, соответствующих неравенствам (5), получим второй зигзаг, но уже горизонтальный (рис. 1б).

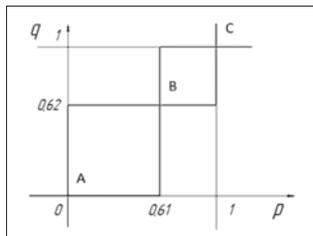


Рис. 2. Геометрический результат определения ситуаций равновесия

Объединив полученные чертежи, находим точки пересечения зигзагов (рис 2). В нашем случае их три: А, В и С.

Анализ графиков на рис. 2 дает возможность определить несколько точек пересечения кривых. Точки А (0 ; 0) и С (1 ; 1) показывают одновременный выбор партнерами, соответственно, первых или вторых стратегий, то есть наличие определенной договоренности о совместных действиях.

Но есть еще одна ситуация равновесия, состоящая в выборе партнерами вполне определенных смешанных стратегий – точка В (0,61 ; 0,62). В этом случае они оба также получают выигрыши. Такая ситуация показывает поведение партнеров, когда они не могут договориться заранее

Литература

1. Утилизация техники в системе АПК: монография / Н.В. Алдошин, А.А. Ивлев, Ю.А. Лесконог, Н.А. Лылин. М.: ООО «УМЦ «Триада», 2014. 222 с.
2. Выбывшая из эксплуатации техника – источник вторичных ресурсов / Н.В. Алдошин, Г.Е. Митягин, В.В. Кулдошиша, Л.М. Джабраилов // Техника и оборудования для села. №5. 2008. С. 42 – 43.
3. Алдошин Н.В. Порядок проведения контроля состояния узлов и деталей утилизируемой техники // Международный технико-экономический журнал. 2009. №5. С. 46 – 48.
4. Алдошин Н.В. Технологические процессы и организация утилизации техники: монография. М.: ООО «УМЦ «Триада», 2010. 123 с.
5. Алдошин Н.В. Контроль качества изделий выбывшей из эксплуатации техники // Техника в сельском хозяйстве. 2010. №4. С. 30–33.
6. Алдошин Н.В. Выбракровка узлов и деталей утилизируемой техники // Достижения науки и техники АПК. 2010. №8. С. 69–71.
7. Aldoshin N. Use of Markov chains for definition of manpower of control and sorting of details // Quality and reliability of technical systems. Slovakia. Nitra. Slovenska polnohospodarska univerzita v Nitre, 2011. Pp. 10–13.
8. Формирование рынка вторичных запасных частей / Н.В. Алдошин, Н.А. Лылин, Ю.А. Лесконог, А.А. Ивлев // Вестник ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина. 2015. №3 (67). С.33–38.

CREATION OF A FUND FOR SECONDARY SPARE PARTS

N.V. Aldoshin, N.A. Lylin, Y.A. Leskonog, A.A. Ivlev

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya ul., 49, Moskva, 127550, Russian Federation

Summary. All manufactured and in operation equipment over time comes for disposal. During recycling there is the dismantling of its components and their processing to produce secondary raw materials, which in turn is necessary for the production of new parts. However, in the case when some parts or assemblies have residual resource, i.e. can be further used, it is advisable to remove them from the disposable equipment and to use as spare parts. Organizations, which act together in one or several enterprises, can be engaged in dismantling and implementation of units, components and parts. The article considers the interaction of two independent companies, a dismantling business on one side and a spare parts store on another one, during the selling of secondary spare parts. The degree of dismantling can vary: the equipment can be disassembled into units or fully to the details. In these cases both the complexity of operations and financial results will be different. To determine the situation of mutual expedience of partners (equilibrium situation) it is reasonable to use the mathematical apparatus of bimatrix games. In our case, the two partners – partner "А" the dismantling business, partner "В" the seller – have two strategies of behavior. All possible cases of a profit with their selection on the example of the disassembly of the tractor engine D-240 are described by payment matrices. To determine the equilibrium situation the auxiliary parameters on the basis of the payment matrices are calculated. The equilibrium situation is determined by the graphical method in solving inequalities. In the end of three equilibrium points were determined. Two equilibrium points show a pure strategy of partners (this is possible in the case of a certain agreement between them). The third point shows the equilibrium in mixed behavioral strategies of partners. In this case, both partners make a profit, regardless of the behavior of each of them. In this situation, the part of the units are sold without disassembling, the other part is fully dismantled and implemented.

Key words: disposal, secondary spare parts, matrix, bimatrix games, technique of retired.

Author Details: N.V. Aldoshin, D. Sc. (Tech.), head of department (e-mail: cxm.msau@yandex.ru); N.A. Lylin, engineer; Y.A. Leskonog, engineer; A.A. Ivlev, engineer

For citation: Aldoshin N.V., Lylin N.A., Leskonog Y.A., Ivlev A.A. Creation of a Fund for Secondary Spare Parts. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. Pp. 102-104 (In Russ.).

о выбранной стратегии, например, в случае нахождения на разных предприятиях и взаимодействия с различными структурами.

При выборе чистых стратегий партнерами их выигрыши будут равны соответствующим элементам платежных матриц, а при равновесной ситуации смешанной стратегии их выигрыши составят:

$$H_A(p, q) = a_{11}pq + a_{12}p(1-q) + a_{21}(1-p)q + a_{22}(1-p)(1-q) = 22300 \cdot 0,61 \cdot 0,62 - 31600 \cdot 0,61 \cdot 0,38 - 14200 \cdot 0,39 \cdot 0,62 + 28150 \cdot 0,39 \cdot 0,38 = 8434 - 7325 - 3435 + 4172 = 1846 \text{ руб.}$$

$$H_B(p, q) = b_{11}pq + b_{12}p(1-q) + b_{21}(1-p)q + b_{22}(1-p)(1-q) = 13500 \cdot 0,61 \cdot 0,62 + 21225 \cdot 0,38 \cdot 0,39 = 5105 + 3145 = 8250 \text{ руб.}$$

В ситуации, когда между игроками на рынке вторичных запасных частей нет договоренности, и они действуют независимо (сбыт запчастей может быть налажен в различные магазины, или магазин может осуществлять закупки у различных поставщиков) целесообразно порядка 61–62% агрегатов, демонтировать и реализовывать целиком, а 38–39% (расположение точки В на рис. 2) разбирать, дефектовать и реализовывать по деталям.

При этом стоит отметить еще одно важное обстоятельство. Если «пошевелить» элементы платежной матрицы, например, в ситуации изменения цен на запасные части, то вероятности p и q практически не меняются. В подобных случаях принято говорить, что результат устойчив относительно малых шевелений.

Вывод. В ситуации, когда между игроками на рынке вторичных запасных частей нет договоренности и они действуют независимо один от другого, для тракторного двигателя Д-240 целесообразно 61–62% агрегатов демонтировать и реализовывать целиком, а 38–39% разбирать, дефектовать и реализовывать по деталям.

ПРОИЗВОДСТВО УЛЬТРАКОНЦЕНТРАТОВ КУКУРУЗНОГО ЭКСТРАКТА НА МЕМБРАННЫХ УСТАНОВКАХ

В.Л. КУДРЯШОВ¹, кандидат технических наук, зав. лабораторией (e-mail: vera_vikir@mail.ru)

Н.Д. ЛУКИН², доктор технических наук, зам. директора

Д.Н. ЛУКИН², кандидат экономических наук, зав. отделом

¹Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии, ул. Самокатная, 4б, Москва, 111033, Российская Федерация

²Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов, ул. Некрасова, 11, пос. Красково, Люберецкий р-н, Московская обл., 140051, Российская Федерация

Резюме. В статье охарактеризована отечественная технология производства концентрированного кукурузного экстракта с использованием современных установок, основанных на баромембранных процессах ультрафильтрации и обратного осмоса. Их применение в две стадии позволяет изготавливать высококачественные ультраконцентраты кукурузного экстракта с высоким содержанием белка и других биологически активных веществ, отвечающие требованиям не только комбикормовой, но и пищевой, медицинской и микробиологической промышленности. Применение баромембранных процессов в отличие от использования вакуум-выпарных установок исключает образование меланоидинов, которые не расщепляются пищеварительными ферментами. Концентрирование экстракта на мембранных установках происходит при более низкой температуре (порядка 45 °С), чем на вакуум-выпарной (порядка 60 °С), что приводит к уменьшению термической денатурации белков и других биологически активных веществ. Энергетическая составляющая себестоимости производства концентрированного кукурузного экстракта на основе мембранных процессов снижается в 4,5 раза. Использование выработанных в условиях ОАО «Хоботовское предприятие «Крахмалопродукт» образцов концентрированного кукурузного экстракта обеспечило повышенный выход лизина, «кислой» протеазы, каротиноидных и пекарских дрожжей при биосинтезе, чем концентрат, изготовленный на вакуум-выпарной установке. Ультраконцентрат отличается более высокими потребительскими свойствами, он прозрачен, прошел холодную «стерилизацию», обладает лучшей растворимостью и имеет светло-желтый цвет (подобный цвету сгущенного молока).

Ключевые слова: баромембранные процессы, ультрафильтрация, обратный осмос, вакуум-выпаривание, кукурузный экстракт, ультраконцентрат кукурузного экстракта, энергозатраты.

Для цитирования: Кудряшов В.Л., Лукин Н.Д., Лукин Д.Н. Производство ультраконцентратов кукурузного экстракта на мембранных установках // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. №11. С. 105-107.

Одна из актуальных проблем кукурузо-крахмального производства – очистка и концентрирование кукурузного экстракта (КЭ), который, наряду с мезгой, глютеином и зародышем, может служить ценным вторичным сырьем.

В связи с низкой хранимоспособностью нативный (исходный) кукурузный экстракт (НКЭ) концентрируют по известной технологии [1], как правило, на импортных вакуум-выпарных установках (ВВУ) с получением концентрированного КЭ (ККЭ), содержащего 35-45% сухих веществ (в статье обозначается аббревиатурой ВВУ-ККЭ).

Процесс выпаривания характеризуется такими недостатками, как интенсивное пено-, накипе- и нагарообразование, а также относительно быстрый

коррозионным износом ВВУ. Но самое главное, выпаривание не может обеспечить необходимой для производства пищевых добавок и медпрепаратов химической и микробиологической чистоты конечного продукта.

Кроме того, упаренный концентрированный кукурузный экстракт имеет коричневый цвет, обусловленный интенсивным образованием меланоидинов, которые не расщепляются пищеварительными ферментами, а также могут ингибировать действие ряда ферментов (например, инвертазы и каталазы) и некоторые процессы микробиосинтеза [2].

Эффективное импортозамещение после вхождения РФ в ВТО возможно только при условии производства конкурентоспособной по критерию цена-качество продукции. Это зависит от стоимости и свойств сырья, квалификации персонала, а главное от использования эффективных, предпочтительно отечественных, технологий и оборудования, обеспечивающих низкие трудо- и энергозатраты, а также потери сырья. К их числу относятся технологии, основанные на применении мембранных процессов (МП), в которых используют полупроницаемые мембраны, позволяющие селективно разделять и концентрировать вещества находящиеся в растворенном состоянии в зависимости от их молекулярной массы [3]. Несмотря на спрос бизнеса на инновации, достаточно широкое применение МП в водоподготовке, пищевой и микробиологической отраслях [4-6], в крахмалопаточной промышленности РФ их до сих пор практически не используют.

Наибольшее распространение в АПК на сегодняшний день получили баромембранные процессы движущей силой, которых служит гидростатическое давление, а именно микрофильтрация (МФ), ультрафильтрация (УФ), нанофильтрация (НФ) и обратный осмос (ОО). Они отличаются низкими энергозатратами, легко автоматизируются и не требуют ручного труда.

С другой стороны, к наиболее актуальным проблемам кукурузо-крахмального производства относятся очистка и концентрирование кукурузного экстракта [7], а также финишная и предварительная очистка различных видов сахаристых продуктов (мальтозная патока, глюкоза, глюкозо-фруктозные сиропы, фруктозы и др.) [8].

Цель исследований – оценить технико-экономическую эффективность и перспективу использования мембранных процессов для производства концентрированного кукурузного экстракта.

Условия, материалы и методы. Предмет исследования – нативный кукурузный экстракт. Общее содержание растворенных и взвешенных сухих веществ (СВ) в зависимости от метода замачивания и качества сырья в этом продукте составляет 5-12%, в том числе он содержит белки, аминокислоты, полипептиды, стимуляторы роста, микроэлементы и другие БАВ. При общем количестве азота около 8 мг% в его состав входят до 16 аминокислот, в том числе порядка 360 мг/г а.с.в. (абсолютно сухих веществ) связанных, 100 мг/г а.с.в. свободных, молочная кислота, а также витамины В₁, В₂, В₅, В₈, РР и Н [1].

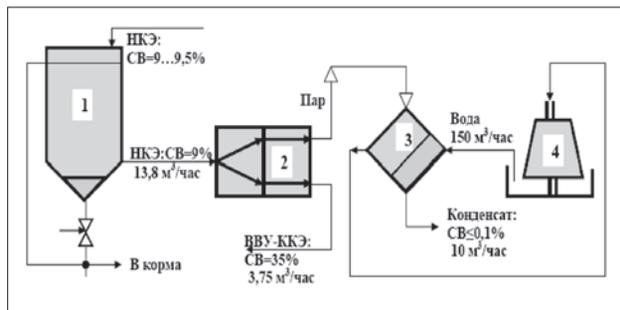


Рис. 1. Блок-схема линии концентрирования НКЭ с использованием вакуум-выпарной установки: 1 – отстойник-флотатор; 2 – вакуум выпарная установка (ВВУ); 3 – конденсатор ВВУ; 4 – градирня.

Это крупнотоннажное вторичное сырье (10-15 м³/ч на заводе средней мощности), которое в сконцентрированном виде обычно используют в субстратах микробиологических производств, комбикормах, заменителях цельного молока и удобрениях.

По-нашему мнению, экстракт может быть перспективным сырьем и для производства пищевых добавок, а также некоторых медпрепаратов, например, лактатов магния (необходимы для функционирования клеток и поддержания ионного баланса в мышцах, в том числе миокарда); фитина (используется для стимуляции кроветворения, укрепления костной ткани и лечения некоторых нервных заболеваний); инозита (витамин В₈, необходимый клеткам спинного и головного мозга, способствующий противодействию атеросклерозу и ожирению, поддержанию эластичности сосудов, стимуляции роста волос).

Перспективу имеет и производство препаратов биотина (в экстракте его содержится до 60 мкг/г а.с.в.), который в дополнение к ранее известным свойствам нормализует состояние костного мозга, клеток крови, нервных тканей, мужских семенных желез, волос, кожи, рост и развитие детей; снижает сахар при диабете II типа; участвует в восстановлении иммунитета, замедлении процессов старения, а также апробируется в инновационных методах в онкологии [9].

Экономическую эффективность линий с применением мембранных установок, в сравнении с вакуум-выпарными, оценивали исходя из паспортных данных выбранных марок промышленного оборудования обычно используемого для этих целей:

трехступенчатая вакуум-выпарная установка Т-Е-10-3-СВ – производительность по испаряемой влаге 10 т/ч; расход пара 0,36 т/т испаряемой влаги; расход охлаждающей воды 15 м³/т испаряемой влаги; потребляемая мощность 140 кВт;

градирня вентиляторная ГРД-150М – расход охлаждаемой оборотной воды 156 м³/ч; потребляемая мощность 3,7 кВт;

циркуляционный насос оборотной воды 1Х 150-125-315 – производительность 200 м³/ч; напор 32 м.в.ст.; потребляемая мощность привода – 55 кВт;

мембранная УФ-установка конструкции ВНИИПБТ, работающая в проточном режиме – потребление электроэнергии 8 кВт·ч/м³ пермеата;

мембранная ОО-установка конструкции ВНИИПБТ с рулонными мембранными элементами – потребление электроэнергии 4 кВт·ч/м³ пермеата.

Цена электроэнергии принята равной 4 руб/кВт·ч, пара – 640 руб./т.

Результаты и обсуждение. Создать конкурентоспособную импортозамещающую технологию и оборудование (как показали НИОКР и опытно-промышленные испытания, проведенные совместно ВНИИК, ВНИИПБТ и ОАО «Хоботовское предприятие «Крахмалопродукт») можно при условии использования мембранных установок (МУ) вместо вакуум-выпарных [10].

При этом задача производства высококачественного микробиологически чистого, соответствующего требованиям пищевой и медицинской промышленности концентрата кукурузного экстракта решается путем применения баромембранных процессов в 2-е стадии.

На первой стадии путем ультрафильтрации нужно полностью удалить из нативного экстракта остатки зерна, крахмала, другие взвешенные вещества и коллоиды и получить микробиологически чистый (благодаря холодной «стерилизации» на мембранах) кристалльно прозрачный (с коллоидным индексом SDI меньше 5,0) УФ-пермеат (фильтрат, прошедший через УФ-мембрану).

На второй стадии с помощью обратного осмоса этот УФ-пермеат необходимо сконцентрировать и получить глубокоочищенный ультраконцентрат кукурузного экстракта (УК-КЭ) с более высоким относительным содержанием белка и других биологически активных веществ благодаря одновременному удалению солевых и других низкомолекулярных балластных веществ.

Наряду с повышением качества концентрата кукурузного экстракта, использование мембранных установок позволяет устранить главные недостатки ВВУ – высокие инвестиционные и энергетические затраты.

Для объективной оценки затрат энергии и энергетической составляющей себестоимости производства концентрированного кукурузного экстракта были разработаны упрощенные блок-схемы переработки нативного кукурузного экстракта, основанные на использовании вакуум-выпарных или мембранных установок со строго одинаковой начальной производительностью – 13,8 м³/ч (рис. 1 и 2). Концентрация сухих веществ в использовавшемся в опытах сырье составляла 9%.

Сравнительные расчеты показали, что на линии с использованием вакуум выпарной установки (см. рис. 1) потребление электроэнергии ВВУ составляет 140 кВт·ч; градирней – 3,7 кВт·ч; насосом оборотной воды – 55 кВт·ч (всего 198,7 кВт·ч), потребление пара – 10 × 0,36 = 3,6 т/ч, выход концентрированного экстракта 3,75 м³/ч.

Энергосоставляющая себестоимости: (4 × 198,7 + 640 × 3,6):3,75 = 826 руб./т.

На линии с двумя мембранными установками (см. рис. 2) потребление электроэнергии УФ-установкой

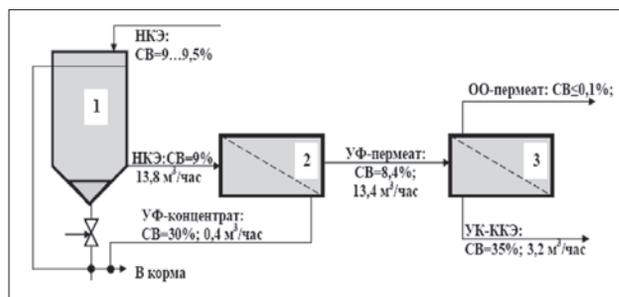


Рис. 2. Блок-схема линии концентрирования НКЭ с использованием 2-х мембранных установок: 1 – отстойник-флотатор; 2 и 3 – мембранные ультрафильтрационная и обратноосмотическая установки.

равно 107,2 кВт·ч; ОО-установкой – 40,8 кВт·ч (всего 148 кВт·ч), выход концентрированного экстракта – 3,2 м³/ч.

Энергосоставляющая себестоимости: $(4 \times 148) : 3,2 = 185$ руб./т.

Таким образом, энергосоставляющая себестоимости концентрирования нативного кукурузного экстракта с применением мембранных установок в 4,5 раза меньше, чем с помощью вакуум-выпарных.

Следует отметить, что в РФ серийно выпускаются 6-и ступенчатые выпарки, которые по критерию цена-качество и особенно по энергозатратам значительно превосходят зарубежные аналоги. Но они эффективно работают в основном с жидкостями не содержащими взвесей и коллоидов, к которым относятся УФ-пермеаты. Поэтому, кроме представленных, перспективна также схема, основанная на сочетании УФ-установки с ВВУ, позволяющая сконцентрировать НКЭ до 70% СВ.

Процесс концентрирования экстракта в мембранных установках происходит при более низкой температуре (порядка 45 °С), чем в ВВУ (порядка 60 °С), что приводит к уменьшению термической денатурации белков и других БАВ и, следовательно, дает возможность производить ультраконцентрат кукурузного экстракта повышенного качества, пригодный для использования в пищевых добавках и медпрепаратах.

Литература.

1. Романенко В.Н., Филиппова Н.И. Комплексное использование сырья в крахмалопаточном производстве. М.: Агропромиздат, 1985. 176 с.
2. Пигменты пищевых производств (меланоидины) /О.А. Селеменов, О.Б. Рудаков, Г.И. Славинская, Н.В. Дроздова. М.: ДеЛи принт, 2008. 246 с.
3. Свитцов А.А. Введение в мембранные технологии. М.: ДеЛи принт, 2007. 208 с.
4. Рябчиков Б.Е. Современная водоподготовка. М.: ДеЛи плюс. 2013. 679 с.
5. Кудряшов В.Л. Роль и эффективность мембранных процессов при модернизации пищевой промышленности // Пищевая промышленность. 2012. №10. С. 14–16.
6. Безгин В.М., Козлов В.Е. Мембранное фракционирование биомолекул при промышленном изготовлении биопрепаратов // Вестник Курской госсельхозакадемии. 2012. № 9. С. 64–66.
7. Эффективные технологии переработки кукурузного экстракта на основе мембранных процессов. / В.Л. Кудряшов, Н.С. Погорельская, Н.Д. Лукин, Т.А. Стельмах, С.И. Каширин, А.Д. Клишин // Тр. междунар. науч.-практ. конф. «Глубокая переработка зерна для производства крахмала и сахаристых продуктов». М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. С. 137–144.
8. Волков Н.В., Лукин Н.Д., Кудряшов В.Л. Использование процессов мембранного разделения паточных сиропов // Материалы 3-ей Конф. молодых ученых и специалистов Отделения «Хранения и переработки сельхозпродукции РАСХН.(10 дек. 2009г.)». М.: ГНУ ВНИИМП. С.89–91.
9. Громова О.А. Традиционные и новые взгляды на витамин Н (биотин) // Практика педиатра. 2007. №9.
10. Патент RU № 2521511. Способ очистки и концентрирования кукурузного экстракта. Заявл. 29.12.2012; опубл. 27.06.2014.
11. Ультраконцентрат кукурузного экстракта – перспективный компонент питательных сред: технология производства и перспектива использования /В.Л. Кудряшов, М.Б. Оверченко, Е.Н. Соколова, Н.А. Фурсова // Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов. М.: ВНИИПБТ, 2014. С. 379–385.

PRODUCTION OF RETENTATES OF CORN EXTRACT ON MEMBRANE UNITS

V.L. Kudryashov¹, N.D. Lukin², D.N. Lukin

¹All-Russian Research Institute of Food Biotechnology, ul. Samokatnaya, 4b, Moskva, 111033, Russian Federation

²All-Russian Research Institute for Starch Products, ul. Nekrasova, 11, Kraskovo, Moskovskaya obl., 140051, Russian Federation

Summary. The article characterizes the domestic technology of production of concentrated corn extract (CCE) using modern membrane units, based on the baromembrane processes (BMP) of ultrafiltration and reverse osmosis. Application of these processes in two stages enables to produce high-quality retentates of CCE with high content of protein and other biologically active substances, meeting the requirements of not only feeding, but also food, medicine and microbiological industries. Application of BMP in contrast to vacuum-evaporators excludes the formation of melanoidins, which are not digested by digestive enzymes. The concentration of extracts in the membrane units occurs at a lower temperature (about 45 degrees), than in vacuum-evaporators (about 60 degrees), which leads to the decrease in the thermal denaturation of proteins and other biologically active substances. The energy component in production cost of CCE can be reduced 4.5 times on the basis of membrane processes. The use of CCE samples, produced under conditions of OAO "Khubotovskoe Predpriyatie "Krahhmaloproduct", ensured higher output of lysine, "acid" protease, carotinoid and bakery yeast at the biosynthesis, than the concentrate, produced in the vacuum-evaporator. The retentate is characterized by higher consumer properties, since it is clear, underwent cold "sterilization", has better solubility and light-yellow color (similar to the color of the condensed milk).

Key words: baromembrane processes, ultrafiltration, reverse osmosis, vacuum-evaporation, corn extract, retentate of corn extract, energy cost.

Author Details: V.L. Kudryashov, Cand. Sc. (Tech.), head of laboratory (e-mail: vera_vikir@mail.ru); N.D. Lukin, D. Sc. (Tech.), deputy director; D.N. Lukin, Cand. Sc. (Econ.), head of division

For citation: Kudryashov V.L., Lukin N.D., Lukin D.N. Production of Retentates of Corn Extract On Membrane Units. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. Pp. 105-107 (In Russ.).

РАЗДЕЛЕНИЕ ЗЕРНОВОЙ МУКИ НА КРАХМАЛИСТУЮ И БЕЛКОВУЮ ФРАКЦИИ ПНЕВМОКЛАССИФИКАЦИЕЙ

Н.Р. АНДРЕЕВ, член-корреспондент РАН, директор
(e-mail: vniik@arrisp.ru)

Л.П. НОСОВСКАЯ, ведущий научный сотрудник

Л.В. АДИАКЕВА, младший научный сотрудник

Т.Р. КАРПЕНКО, старший научный сотрудник

Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов, ул. Некрасова, 11, пос. Красково, Московская обл., 140052, Российская Федерация

Резюме. «Сухой способ» выделения крахмала из муки зерновых культур имеет преимущества перед «мокрым», так как при его реализации отсутствуют сточные воды. Используемые в качестве сырья для производства крахмала, пшеница, рожь, ячмень, тритикале отличаются бимодальной дисперсностью зёрен крахмала, которая характеризуется наличием до 10-15% фракции с размерами зёрен крахмала менее 15 мкм, соизмеримых с частицами белка. Поэтому при пневмокласификации муки доля крахмала в тяжелой фракции не превышает 82%. Цель исследований – увеличить выход крахмала с тяжелой фракцией и снизить его содержание в белковой (легкой) фракции. На основе анализа существующих конструкций центробежных пневмокласификаторов муки и опыта гидравлического центробежного тонкослойного разделения крахмалобелковых суспензий, включающих крахмальные частицы со средним размером 18 мкм и частицы нерастворимого белка (глютена) с размерами 1-10 мкм, предложено принципиально новое решение по вихревому тонкослойному разделению фракций в узких каналах рабочего колеса центробежного классификатора. На экспериментальной установке, включающей измельчитель муки и циклон со встроенным новым центробежным пневмокласификатором, проведены исследования с использованием диспергированной тритикалевой муки и установлено, что для разделения мелких крахмальных и белковых частиц критическая окружная скорость вихревых камер классификатора – 15 м/с. Дальнейшее её увеличение не приводит к снижению содержания крахмала в лёгкой фракции. При содержании в исходной тритикалевой муке 74,7% крахмала и 10% белка на установке с вихревым тонкослойным разделением диспергированной муки содержание крахмала в тяжелой (крахмалистой) фракции составило 88,6%, белка – 5,4%, в лёгкой (белковой) фракции величины этих показателей были равны соответственно 42 и 32,5%.

Ключевые слова: зерно тритикале, мука, крахмал, белок, фракции, пневмокласификатор, вихревой, циклон.

Для цитирования: Разделение зерновой муки на крахмалистую и белковую фракции пневмокласификацией // Н.Р. Андреев, Л.П. Носовская, Л.В. Адиакева, Т.Р. Карпенко // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. №11. С. 108-111.

Разработка ресурсосберегающих технологий переработки сельскохозяйственного сырья на основе новых физико-химических методов относится к числу главных направлений научных исследований в отрасли. Одна из проблем производства крахмала – большое количество побочных продуктов и сточных вод, образующихся при переработке зерна «мокрым способом», особенно при использовании в качестве сырья продукции таких культур, как пшеница, рожь, ячмень, тритикале, имеющих набухающие клейковинные белки и пентозаны, образующие высоковязкие, трудно разделяемые крахмалобелковые суспензии [1, 2, 3].

Поэтому «сухой способ» продолжает оставаться объектом исследований с целью извлечения не только крахмала, но и белковых концентратов.

Структурно-механические свойства зернового сырья определяют особенности его разрушения:

гранулы крахмала прочно связаны с белками, поэтому для извлечения крахмала необходимо не только разрушить внешние оболочки зерна и стенки клеток, но и ослабить связь крахмала с белками. С этой целью применяют химические и биологические способы воздействия. Для разрушения уже ослабленной макроструктуры зернового сырья широкое распространение получил ударный способ измельчения.

При фракционировании тонкоизмельченной муки следует учитывать, что содержащиеся в эндосперме белковые вещества включают как промежуточный белок, так и белок, прикрепленный к поверхности крахмальных зерен. Крахмальные зерна имеют почти шарообразную форму, а частицы промежуточного белка – вид пирамид и пластинок различных очертаний. Прикрепленный и промежуточный белок отличаются по аминокислотному составу [3,4].

Основное условие эффективного разделения крахмалистой и белковой фракции муки – дополнительное измельчение до состояния, когда размер самых крупных зерен крахмала не превышает 50 мкм и сокращение удаления с белковой фракцией мелкозернистого крахмала менее 10 мкм.

При разделении «сухим способом» крахмала и белка муки пшеницы, ржи, ячменя, тритикале необходимо учитывать такую особенность, как бимодальная дисперсность зёрен крахмала, характеризующая наличием до 10-15% мелкозернистой фракции размерами менее 10 мкм, соизмеримых с частицами промежуточного белка и неразделяемых при пневмокласификации.

Исследованию пневмокласификации пшеничной муки посвящены работы как отечественных [1, 5-10], так и зарубежных [3, 4, 11] учёных. Основной целью исследований продолжает оставаться получение на мукомольных предприятиях высокобелковой фракции для повышения биологической ценности продукции.

Наиболее полные исследования по пневмокласификации муки зерна пшеницы, ржи и тритикале проведены во ВНИИ зерна [5] с использованием секционного центробежно-роторного пневмокласификатора, осуществляющего диспергирование муки и разделение её на 3 фракции: первая по своему химическому составу содержала наибольшее количество белка – до 28% и до 55% углеводов; вторая – в среднем 18% белка и 66% углеводов, а третья – 6 и 80% соответственно.

Результаты экспериментов, посвященных обоснованию эффективности разделения пшеничной муки на белковую и крахмалистую фракцию в центробежном пневмокласификаторе, выполненных в МГУ пищевых производств [6], показали наличие зависимости граничного размера частиц в диапазоне 1-20 мкм от их плотности, угловой скорости ротора классификатора, скорости потока воздуха, отмечена слабая зависимость коэффициента осаждения от плотности частиц ввиду её незначительной разницы (у крахмальных 1500, у белковых 1300 кг/м³).

Для измельчения и пневмокласификации пшеничной муки предложены различные типы устройств

[5-11]. Наиболее характерный пневмоклассификатор с неподвижными рабочими органами – разделительный циклон с винтовым каналом и окнами в осевом патрубке для отбора фракций, представленный в работе [9]. Оптимальные результаты разделения продуктов размола зерна на 5 фракций получены при скорости потока в винтовом канале 6,5 м/с и в осевом патрубке 10,5 м/с.

В центробежном классификаторе [8, 10] процесс сепарации продуктов размола происходит в кольцевом зазоре (канале) между двумя вращающимися виброконусами. Расстояние между конусами относительно невелико, и более легкие мелкие частицы с малыми скоростями витания уносит воздушный поток при непрерывном встряхивании осевших на конусной поверхности тяжёлых частиц. В конструкции пневмоклассификатора [13] использованы элементы и принцип действия гидравлических сепараторов для разделения полидисперсных продуктов по размерам и плотности частиц.

Заслуживает внимания опыт тонкослойного гидравлического разделения кукурузной крахмалобелковой суспензии, включающей крахмальные гранулы со средним размером 18 мкм и частицы нерастворимого белка (глутена) с размерами 1-10 мкм, в центробежном поле [1, 12]. В этих работах проведена оптимизация процесса разделения крахмалобелковых суспензий в центробежных сепараторах с межтарелочным зазором 1 мм. Предложена модель процесса центробежного сепарирования крахмальной суспензии с образованием седиментирующего слоя, отделенного передней границей раздела от слоя медленно оседающих глютенных частиц, которые не могут фиксироваться на поверхности осадка и смываются потоком жидкого схода, при этом выделение с жидким сходом глютенных частиц осуществляется вихревыми первичным и вторичным уносом.

Перенос методов гидравлического тонкослойного разделения крахмалобелковых суспензий на аэродинамические методы требует анализа движения жидкости и воздуха в межлопаточных каналах центробежных насосов и вентиляторов, включая и вихревые вентиляторы. В.И. Соколов отмечает образование вихрей в межлопаточных каналах, вследствие чего давление с передней (лобовой) стороны лопатки выше, чем с её задней стороны, кроме того возникает и циркуляционное течение жидкости вокруг лопаток [13].

Исходя из анализа существующих конструкций центробежных пневмоклассификаторов и проведенных исследований по разделению пшеничной, ржаной и тритикалевой муки, во ВНИИ крахмалопродуктов предложено принципиально новое решение по вихревому тонкослойному разделению воздушно-мучной смеси в камерах и каналах ротора центробежного классификатора (рис. 1). Оно позволяет регулировать степень уноса мелкозернистой фракции крахмала, соизмеримой с частицами промежуточного белка и, соответственно, увеличить содержание белка в лёгкой фракции.

Цель исследования – разработать технологический режим извлечения крахмала и белкового концентрата из муки тритикале безводным способом, определить физико-химические характеристики полученных фракций высококрахмалистого и белкового концентратов.

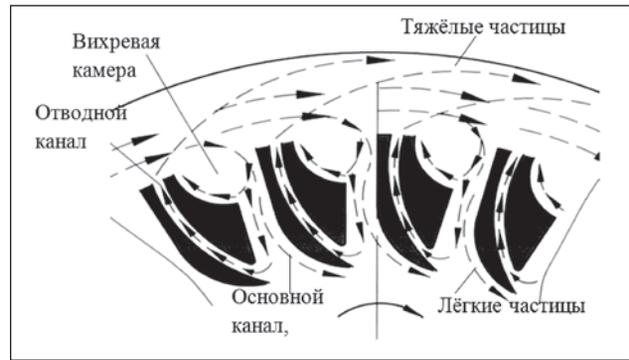


Рис. 1. Схема движения лёгких и тяжёлых частиц в роторе центробежного классификатора.

Условия, материалы и методы. Для определения области исследований и граничных условий проведения экспериментов рассмотрены возможные варианты распределения крахмала во фракциях при пневмоклассификации диспергированной муки, исходя из следующих параметров: K_0 – содержание крахмала в исходной муке; Q_0 – навеска муки; Q_y – доля уноса лёгкой фракции; K_t и K_y – соответственно долевое содержание крахмала в тяжёлой и лёгкой фракции.

Материальное распределение общего крахмала по фракциям в зависимости от массы фракций и содержания в них крахмала выражается равенством: $Q_0 \cdot K_0 = Q_y \cdot K_y + Q_t \cdot K_t$, из которого содержание крахмала в тяжёлой фракции составит $K_t = (Q_0 \cdot K_0 - Q_y \cdot K_y) / (Q_0 - Q_y)$. Таким образом, теоретически при содержании в измельчённой муке 75% крахмала для достижения его концентрация в тяжёлой фракции 90% пневмоклассификатор должен отделить 30% лёгкой фракции с содержанием крахмала в ней 40%, что было положено

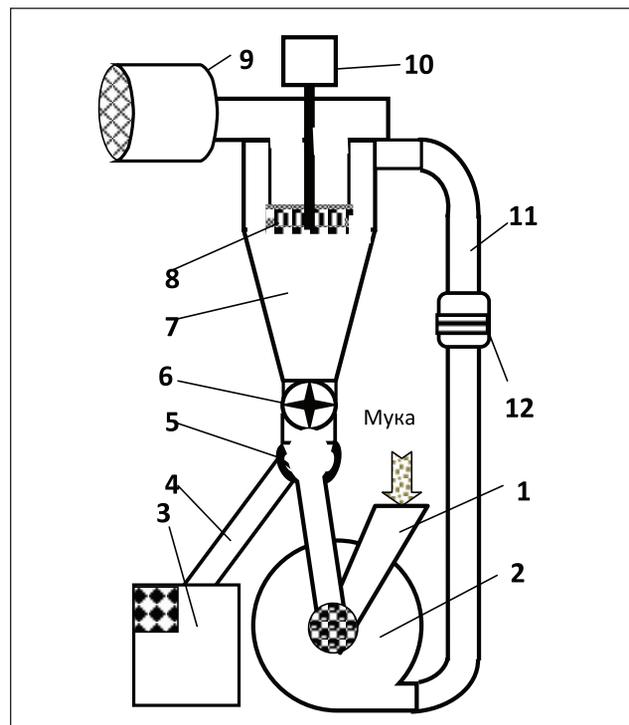


Рис. 2. Схема опытной установки для исследования процесса измельчения и пневмоклассификации муки: 1 – патрубок загрузки муки; 2 – измельчитель ПДИ; 3 – нижний фильтр; 4 – патрубок выгрузки муки; 5 – шлюзовый затвор; 6 – кран трехходовой; 7 – циклон; 8 – классификатор; 9 – верхний фильтр; 10 – электродвигатель; 11 – воздуховод; 12 – диафрагма.

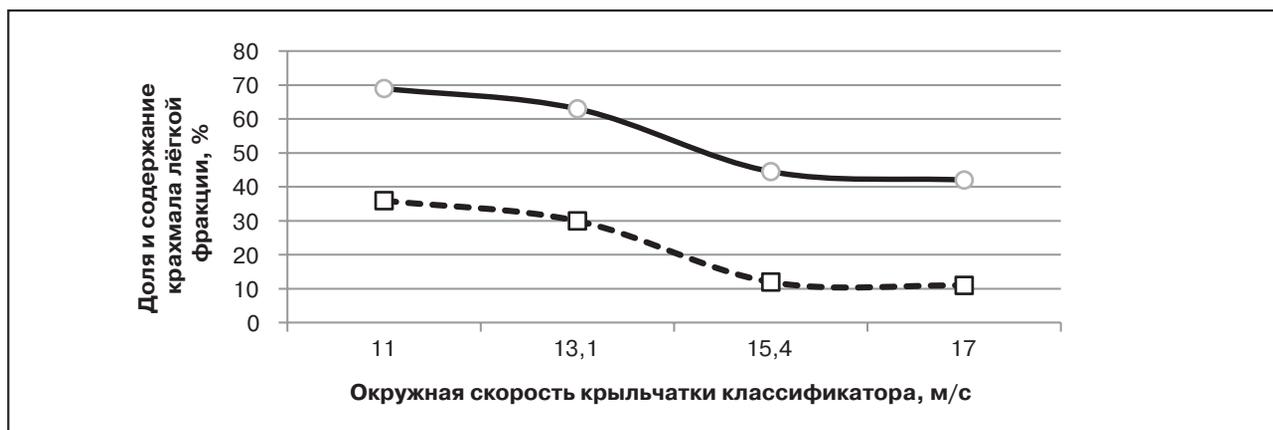


Рис. 3. Влияние окружной скорости ротора классификатора на выделение лёгкой фракции муки и содержание в ней крахмала: —○— — крахмал легкой фракции; -□- — доля легкой фракции.

в основу разработки и испытания экспериментальной установки.

Исследования проводили на муке из зерна тритикале сорта Легион с влажностью 13% и содержанием по сухим веществам (СВ) крахмала – 74,7%, белка – 10,4%, золы – 1,2%. Влажность образцов определяли на влагомере MF-50; содержание белка – по методу Кьельдаля; крахмала – поляриметрическим методом Эверса; фракционный состав муки – на ситовом анализаторе У1ЕРЛ-10-1; белизну крахмала – на приборе БПЛ-Ц; скорость вращения ротора измельчителя и классификатора изменяли путем варьирования частоты переменного тока электродвигателей.

Экспериментальная установка (рис. 2) работает следующим образом. Исходная мука поступает по патрубку 1 в двухкамерный измельчитель 2 со встроенным вентилятором, по трубопроводу 11 воздушно-мучная смесь транспортируется в пневмоклассификатор, состоящий из циклона 7 и классификатора 8 (вращающаяся крыльчатка). При вращении воздушно-мучной смеси в циклоне под действием центробежных сил на его стенки осаждаются наиболее крупные тяжёлые частицы муки, а средние и мелкие под действием аэродинамических сил направляются к камерам и каналам ротора классификатора 8, окружная скорость которых превышает линейную скорость вращающегося воздушного потока в циклоне. Соприкасаясь с наружной поверхностью ротора, более тяжёлые мелкие частицы, попадая в вихревые камеры (см. рис. 1), приобретают их окружную скорость и отбрасываются к периферии на стенки циклона, не успевшие войти в соприкосновение со стенками вихревых камер тяжёлые частицы двигаются под действием аэродинамических сил к центру крыльчатки по каналу, где они замедляют своё движение к центру и на выходе из канала попадают в зону отводного узкого рециркуляционного канала.

Скользя по его стенкам тяжёлые частицы выбрасываются на стенки циклона 7 и выводятся через шлюзовый затвор 6. Далее через трёхходовой кран 5 тяжёлая фракция поступает в патрубок 4 для выхода нижнего схода в воздушный фильтр 3 или в другой патрубок, соединённый с входным отверстием измельчителя для возврата на дополнительное измельчение.

Лёгкая фракция (свободный белок, мелкие частицы крахмала и клетчатки) под действием аэродинамических сил из ротора классификатора по внутреннему патрубку циклона поднимается вверх и осаждаются в верхнем фильтре 9, где она отделяется от воздуха и выгружается.

На степень измельчения и классификации муки влияют следующие основные факторы, которые необходимо учитывать при планировании эксперимента:

- интенсивность измельчения муки, определяемая окружной скоростью рабочих органов измельчителя и временем рециркуляции муки;

- входная скорость частиц муки в циклон;
- окружная скорость ротора классификатора.

Основной гранулометрический состав, отвечающий условиям пневмоклассификации частиц по плотности и аэродинамическим свойствам, находится в интервале размеров частиц 30-50 мкм.

Варьирование факторов, определяющих степень измельчения и классификации муки, осуществляли путем изменения окружной скорости рабочих органов измельчителя в диапазоне 56-105 м/с, что обеспечивало скорость воздуха на входе в циклон без муки от 10,3 до 22,2 м/с, при загрузке муки – от 5 до 7,5 м/с.

Зависимость массовой доли крахмала в лёгкой фракции от окружной скорости ротора классификатора определяли при входной скорости муки в циклон 7,2 м/с и изменении окружной скорости ротора классификатора в пределах от 11 до 17 м/с.

Таблица. Аналитические характеристики крахмалистой и белковой фракций муки (массовая доля, % от СВ)

№ опыта*	Высококрахмалистая фракция				Белковая фракция			
	крахмал	белок	зола	растворимые вещества	крахмал	белок	зола	растворимые вещества
1	88,6	5,4	0,40	6,7	60,4	23,5	1,5	18,0
2	87,5	5,6	0,45	6,9	54,5	24,9	1,6	18,4
3	86,8	5,9	0,50	7,0	51,3	27,2	1,8	18,6
4	85,7	6,3	0,54	7,3	44,4	32,0	2,0	19,0
5	84,9	6,7	0,58	7,5	42,3	32,6	2,2	20,4
6	83,8	6,85	0,60	8,0	41,9	32,8	2,3	20,7
7	82,9	6,9	0,70	8,2	41,8	32,9	2,4	20,8

*опыт 1-2 – скорость 100 м/с, время 180 с, опыт 3-5 – 90 м/с, 120 с, опыт 6-7 – 100 м/с, 60 с.

После выбора оптимальной окружной скорости ротора классификатора (15 м/с) была проведена серия опытов при изменяемых параметрах измельчения муки, определяемых скоростью рабочих органов от 70 до 100 м/с, а также временем измельчения и рециркуляции тяжёлой фракции от 10 до 180 с анализом химического состава лёгкой и тяжёлой фракций.

Результаты и обсуждение. Мы установили, что критическая для разделения крахмальных и белковых частиц окружная скорость вихревых камер классификатора составляет 15 м/с. Дальнейшее её увеличение не приводит к снижению содержания крахмала в лёгкой фракции (рис. 3).

Анализ зависимости состава крахмалистой и белковой фракций муки от изменения скорости рабочих органов измельчителя и времени измельчения показал, что содержание крахмала в тяжёлой фракции варьирует от 88,6% при скорости 100 м/с и времени 180 с до 82,9% при 100 м/с и 60 с. При этом оно больше зависит от времени измельчения, определяющего долю уноса лёгкой фракции, чем от скорости вращения измельчителя (см. табл.).

По растворимости (0,4%) и набухаемости (12,0 см³/г) высококрахмалистая мука не отличалась от исходной. Показатель белизны на приборе БПЛ-Ц у исходной муки был равен 76,4 ед., у высококрахмалистой фракции – 82,9 ед., что обусловлено меньшим содержанием, по сравнению с исходной мукой, белковых, минеральных веществ и остатков клетчатки.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что оптимальной окружной скоростью ротора центробежного классификатора следует считать 15 м/с, ротора измельчителя – 100 м/с. При этом содержание крахмала в разделенных фракциях муки больше зависит от времени измельчения, определяющего долю уноса лёгких частиц. Так, в случае вихревого тонкослойного разделения диспергированной тритикалевой муки с исходным содержанием крахмала 74,7% при изменении времени измельчения в интервале от 60 до 180 с содержание крахмала в «белковой» муке варьировало от 41,8 до 57,5%, а в «крахмалистой» – от 83,4 до 88,0%. Показатель «белизны» у крахмалистой фракции был выше, чем у исходной муки, а у белковой ниже из-за большего содержания растворимых веществ и золы.

Литература.

1. Андреев Н.Р. Основы производства нативных крахмалов. М.: Пищепромиздат, 2001. 282 с.
2. Problem of Breeding Triticale with a High Grain Starch Content and Its Use / A.I. Grabovets, N.R. Andreev, A.V. Krokmal. N.A. Shevchenko // *Russian Agricultural Sciences*. 2013. Vol. 39. № 5-6. Pp. 399–402.
3. Hess K. Muellerei und Forschung // *Die Muele*. 1952. Vol. 89. Pp. 428–431.
4. Stringfellow A.C., Wall J.S., Donaldson G.L. and Anderson R.A. Protein and amino acid composition of dry-milled and air-classified fraction of triticale grain // *Cereal Chemistry*. 1975. 53 (1). Pp. 51–60.
5. Урубков С. А. Разработка технологий новых видов крупы и муки из зерна тритикале: Автореф. дис... канд. техн. наук. М., 2014. 25 с.
6. Семенов Е.В., Веденеев В.Ф., Мельников С.А. К обоснованию эффективности процесса разделения сыпучих смесей в центробежном пневмокласификаторе // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2009. № 7. С. 55–61.
7. Кирсанов В. А. Научные основы и принципы совершенствования процессов и аппаратов каскадной пневмокласификации сыпучих материалов: Дис... д-ра техн. наук. Новочеркасск, 2005. 391 с.
8. Злочевский В.Л. Терехова О.Н., Плотников В.Г. Пневмоцентробежный классификатор-разгрузитель // *Техника в сельском хозяйстве*. 2007. №4. С.6–9.
9. Мезенов А.А. Туров А.К. Пшенов Е.А. Оценка параметров, влияющих на процесс разделения продуктов размола зерна в пневматическом винтовом классификаторе // *Вестник Орел ГАУ*. 2012. №1 (34). С. 139–143.
10. Есеев Е.А. К проблеме оптимизации пневмосепарационного процесса в кольцевом пространстве: монография. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2005. 125 с.
11. Degant O. Processes of dry fractionation of starch and proteins // *Getreider, Mehl und Brot*. 1977. (96). 50.
12. Деулин В.И. Сепарирование крахмального молока в производстве кукурузного крахмала. М.: ЦНИИТЭИпищепром, обзор, 1976. 37 с.
13. Соколов В.И.. Центрифугирование. М.: Химия, 1987. 407 с.

SEPARATION OF GRAIN FLOUR TO PROTEIN AND STARCH FRACTION BY PNEUMATIC SORTING

N.R. Andreev, L.P. Nosovskaya, L.V. Adikaeva, T.R. Karpenko

All-Russia Research Institute for Starch Products, ul. Nekrasova, 11, pos. Kraskovo, Moskovskaya obl., 140051, Russian Federation

Summary. The “dry” method of starch separation from cereal flour has some advantages to the “wet” one, since there is no waste water during its realization. Wheat, rye barley, triticale, used as a raw material for starch production, distinguished by bimodal dispersion of starch granule, which is characterized by the presence of the fraction with starch grain less than 15 micrometers, comparable with protein particles, amounted to 10-15%. That is why the portion of starch in the heavy fraction does not exceed 82% after pneumatic sorting. The aim of the investigation was to increase the output of starch with the heavy fraction and to reduce its content in the protein (light) fraction. On the basis of the analysis of the present constructions of pneumatic sorters of flour and the experience of hydraulic thin-layer separation of starch-protein suspension, which included starch particles with the average size 18 micrometers and insoluble protein (gluten) particles 1-10 micrometers, there is proposed completely new decision for vortex thin-layer separation in narrow channel of rotating wheel of centrifugal sorter. The experimental unit includes flour disintegrator and cyclone with in-built new centrifugal pneumatic sorter. At this unit we carried out the investigations using dispersed triticale flour and established that the critical speed of wheel chamber is 15 m/s for separation fine starch and protein particles. Its further increase did not cause the reduction of starch content in light fraction. If the starch and protein content in the source triticale flour was 74.7 and 10%, respectively, after dispersion by the unit with vortex thin-layer separation, the starch and protein content in the heavy (starch) fraction was 88.6 and 5.4%, correspondingly; and in the light (protein) fraction these values were 42 and 32.5%.

Keywords: triticale grain, flour, starch, protein, fractions, pneumatic sorter, vortex, cyclone.

Author Details: N.R. Andreev, corresponding member of RAS, acting director (e-mail vniik@arrisp.ru); L.P. Nosovskaya, leading research fellow; L.V. Adikaeva, junior research fellow; T.R. Karpenko, junior research fellow

For citation: Andreev N.R., Nosovskaya L.P., Adikaeva L.V., Karpenko T.R. Separation of Grain Flour to Protein and Starch Fraction by Pneumatic Sorting. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No 11. Pp. 108-111 (In Russ.).

СОВМЕСТИМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВЫХ И ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК ИЗ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ КАРТОФЕЛЕКРАХМАЛЬНЫХ ЗАВОДОВ И БИОМАССЫ ТРАВ

Н.Д. ЛУКИН¹, доктор технических наук, зам. директора (e-mail: vniik@arrisp.ru)

В.Л. КУДРЯШОВ², кандидат технических наук, зав. лабораторией (e-mail: vera.vikir@mail.ru)

Д.Н. ЛУКИН¹, кандидат экономических наук, зам. директора

¹Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов, ул. Некрасова, 11, пос. Красково, Московская обл., 140051, Российская Федерация

²Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии, ул. Самокатная, 4б, Москва, 111033, Российская Федерация

Резюме. Побочные продукты картофелекрахмального производства – мезгу и картофельный сок – обычно используют после дополнительной обработки как кормовые добавки в жидком, вареном или сухом виде. Для концентрирования нативного картофельного сока применяют термокоагуляцию, вакуум-выпарку и сушку. Более перспективны для этого мембранные процессы, которые исключают тепловую денатурацию биологически активных веществ и в 3-5 раз менее энергозатратны. Переработка осуществляется в две стадии: первая с помощью ультрафильтрационных мембран, вторая с применением нанофильтрационных и обратноосмотических мембран (селективность по сухим веществам, белкам, углеводам и солям в зависимости от их марки составляет 70-80 и 99,3-99,8% соответственно). Это позволяет использовать фильтрат в рецикле картофелекрахмального производства взамен воды. В Институте питания РАНН подтвердили высокую пищевую и биологическую ценность наработанного во ВНИИК сухого картофельного белка и рекомендовали его для широкого использования в качестве белкового заменителя или обогатителя. Разработанная универсальная линия переработки побочных продуктов картофелекрахмального производства, рассчитанная на производство кормов, пищевых добавок и биопрепаратов, совмещается с линией переработки листостебельной биомассы трав для производства кормовой травяной муки и пищевых добавок. Производство кормов и пищевых биологически активных веществ из побочных продуктов картофелекрахмального производства и биомассы трав основано на прямой стыковке сельскохозяйственных (аграрных) и пищевых технологий в едином комплексе. Совмещенную линию можно эксплуатировать круглогодично, переходя с переработки одного вида сырья на другой. Все необходимое для реализации разработанной технологии оборудование может быть произведено на отечественных машиностроительных заводах.

Ключевые слова: картофелекрахмальное производство, побочные продукты, биомасса трав, мембранные процессы, кормовые и пищевые добавки, совмещение технологий.

Для цитирования: Лукин Н.Д., Кудряшов В.Л., Лукин Д.Н. Совместимые технологии производства кормовых и пищевых добавок из побочных продуктов картофелекрахмальных заводов и биомассы трав // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. №11. С. 112-114.

Важная проблема картофелекрахмального производства (ККП) – переработка картофельного сока (КС) и мезги, которые служат побочными продуктами с большим содержанием ценных биологически активных веществ (БАВ) [1]. В связи с сезонностью ККП не менее актуальны вопросы загрузки оборудования в весенне-летний период.

В свою очередь, основная проблема чрезвычайно перспективного производства кормовых и пищевых добавок из листостебельной биомассы сеяных трав (биомассы) также обусловлена сезонностью, но с проблемами в осенне-зимний период [2].

Наиболее перспективным направлением для создания и модернизации этих производств может стать использование мембранных процессов [3].

Цель наших исследований – разработать технологически и аппаратно совместимые схемы переработки побочных продуктов картофелекрахмального производства и биомассы трав, позволяющие перенастраивать (адаптировать) их с учетом сезонности поступления сырья.

Условия, материалы и методы. Побочные продукты как объекты НИР образуются из картофеля после извлечения из него крахмала. В состав тканей клубней входят протеины, жиры, нерастворимые пищевые волокна, органические кислоты, витамины (С, Е, РР, группы В, фолиевая кислота), ферменты (фосфорилаза, амилаза, инвертаза, полифенолоксидаза, цитохромоксидаза, пероксидаза, ликтолаза и липоксигеназа), минеральные элементы (железо, натрий, калий, магний, кальций, фосфор и др.). Все они остаются в побочных продуктах. Из 25% сухих веществ (СВ) картофеля извлекается порядка 15,7% крахмала, а остальные 9,3% распределяются примерно поровну между мезгой и картофельным соком [1].

В зависимости от схемы картофелекрахмального производства побочные продукты образуются в следующем виде:

обезвоженная мезга и картофельный сок (концентрация СВ соответственно 25 и 6-7%);

разбавленный картофельный сок (4-5% СВ); соковая вода (разбавленный в 5-8 раз КС), а также смесь мезги с картофельным соком (7-10% СВ).

Их используют в смеси или отдельно как кормовые добавки в нативном жидком или вареном виде (как с применением консервантов, так и без), а также в сиропобразном, пастообразном и сухом виде после дополнительной обработки, включающей следующие процессы [1]:

центрифугирование, осаждение и фильтрование с применением термической, химической и термомеханической коагуляции;

культивирование дрожжей и грибов, а также ферментализ.

Для концентрирования нативного КС (НКС) ранее рекомендовали термокоагуляцию, вакуум-выпаривание и сушку [1]. На сегодняшний день более перспективны мембранные процессы: ультрафильтрация (УФ), нанофильтрация (НФ) и обратный осмос (ОО) [3-6]. Их преимущества определяют отсутствием фазовых переходов и необходимости нагрева. Они исключают тепловую денатурацию БАВ и, по сравнению с выпариванием и сушкой, отличаются более низкими (в 3-5 раз) энергозатратами [3], что подтвердили первые поисковые исследования по очистке и концентрированию НКС с помощью процесса УФ, проведенные во ВНИИК совместно с ВНИИПБТ [4; 5].

Результаты последних исследований показали целесообразность и эффективность переработки картофельного сока в две стадии. На первой с помощью УФ-мембран из НКС выделяются и концентрируются до СВ = 20-25% высокомолекулярные белковые вещества, коллоиды и взвеси. На второй стадии с помощью НФ- и ОО-мембран до такой же концентрации СВ доводится

общее содержание низкомолекулярных белков, полипептидов, аминокислот, витаминов и других БАВ. При этом селективность НФ-мембран по сухому веществу в зависимости от их марки составляет 70-80%, а ОО-мембран – 99,3-99,8%, [6]. Это дает возможность использовать их пермеат (фильтрат прошедший через мембрану) взамен воды в рецикле картофелекрахмальных производств.

Сконцентрированный с помощью мембран картофельный сок можно применять в качестве пищевой добавки. Это обусловлено тем, что картофельный белок – туберин (рН изоэлектрической точки = 4,45; необратимая денатурация при $t \geq 60^\circ\text{C}$) – по аминокислотному составу и усвояемости превосходит все растительные и животные белки, уступая только яичному. Кроме того, он обладает высокой маслородополнительной и эмульгирующей способностью [7].

Институт питания РАМН также подтвердил высокую пищевую и биологическую ценность наработанного во ВНИИК сухого картофельного белка и рекомендовал его для широкого использования [8].

Наличие в картофельном протеине белков-ингибиторов протеиназ (молекулярная масса 23 ± 1 кДа) позволяет создавать пищевые БАДы для снижения аппетита и массы, а также препараты для защиты сельскохозяйств от болезней [9]. В частности ученые НАН Беларуси путем выделения и концентрирования из НКС с помощью УФ-мембран высокомолекулярных белков создали средство защиты растений «Туберит», а из аминокислот, полипептидов и других низкомолекулярных БАВ, содержащихся в УФ-пермеате, биостимулятор роста растений «Тубелак» [10]. Кроме того, доказана эффективность использования картофельного сока и мезги для биосинтеза белково-витаминных добавок и биопрепаратов путем культивирования дрожжей и грибов [11 и 12].

Для преодоления проблемы сезонности картофелекрахмальных производств целесообразно создание таких линий переработки картофельного сока и мезги, которые могут работать на другом сезонном сырье – листостебельной биомассе сеяных трав. Она созревает в весенне-летний период и служит ценным крупнотоннажным белковым сырьем. Например, средний выход протеина с 1 га посевов кукурузы составляет 3,9 ц, пшеницы – 3,5 ц, сои – 9 ц, клевера – 10,5 ц, люцерны – 15 ц [15].

Сухое вещество большинства сеяных трав с энергетической точки зрения и по содержанию перевариваемого протеина не уступает концентрированным кормам, но превосходит их по биологической ценности. Например, сок, отжатый из биомассы люцерны и красного клевера в период бутонизации, содержит большое количество (до 45%) белка, биофлавоноидов, а также витаминов группы С, Е, К, В, Д и бета-каротина [16-18].

Результаты и обсуждение. В лаборатории мембранных технологий (ЛМТ) ВНИИПБТ на основе результатов собственных исследований и обобщения отечественного и мирового опыта разработана универсальная линия переработки картофельного сока и мезги (рис. 1). Она рассчитана на производство кормов, пищевых добавок и биопрепаратов, в том числе аналогичных «Тубелаку» и «Тубериту».

В этой линии на этапе ультрафильтрации предполагается использовать мембраны из керамики, обеспечивающие при близкой к полимерным мембранам селективности значительно большую удельную производительность и надежность [13]. Сборник-смеситель 5 для повышения усвояемости жидкой кормосмеси целесообразно дооснастить роторным измельчителем-диспергатором РИД-2 [14].

Дрожжегенератор 7 предназначен для выращивания пекарских и кормовых дрожжей *Candida tropicalis* СК-4 или продуцентов аминокислот (лизина, треонина, трептофана),

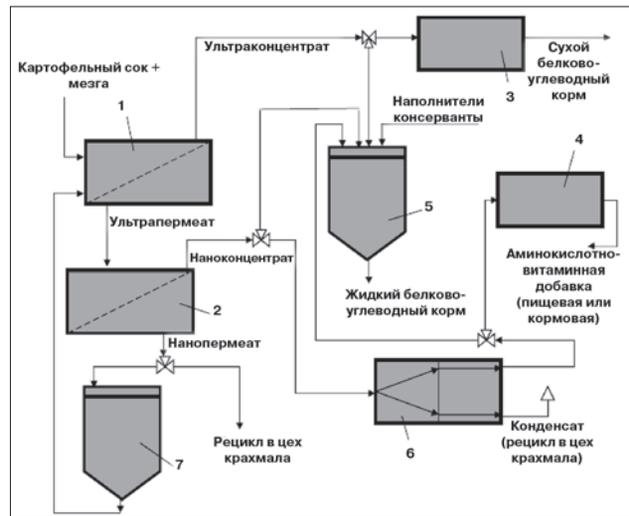


Рис. 1. Обобщенная блок-схема универсальной линии переработки картофельного сока и мезги в корма, пищевые добавки и биопрепараты: 1 и 2 – УФ- и НФ- (или ОО-) мембранные установки, соответственно; 3 и 4 – сушилки; 5 – сборник-смеситель; 6 – вакуум-выпарка; 7 – дрожжегенератор.

грибов, молочнокислых бактерий и других продуктов микробиосинтеза [11, 12].

Технология и линия переработки зеленой массы трав была разработана в ЛМТ совместно с сотрудниками ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса на основе принципа сквозных аграрно-пищевых технологий. Линия рассчитана на производство из листостебельной биомассы кормовой травяной муки и пищевых добавок (рис. 2) [2].

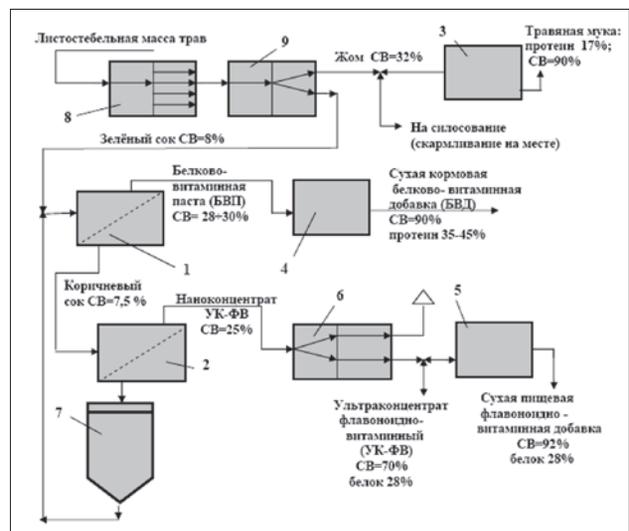


Рис. 2. Обобщенная блок-схема линии производства белковых пищевых и кормовых добавок из листостебельной биомассы трав: 1 и 2 – ультрафильтрационная (УФ) и нанофильтрационная (НФ) или обратнoосмотическая (ОО) установки, соответственно; 3, 4 и 5 – сушилки; 6 – вакуум-выпарка; 7 – дрожжегенератор; 8 – измельчитель; 9 – шнековый пресс.

Эффективность предлагаемого подхода переработки трав косвенно подтверждает тот факт, что в конце 80-х гг. на сегодняшней территории России, Украины, Белоруссии и Казахстана планировалось создать более 3 тыс. комплексов по производству кормового белка мощностью 10 т/ч перерабатываемой листостебельной биомассы. Принцип их работы базировался на термохимической коагуляции (устаревшей на сегодняшний день). Мы существенно улучшили эту технологию за счет применения мембранных процессов в две стадии и совмещения производства кормового и пищевого белка [2].

Совместный анализ блок-схем линий представленных на рис. 1 и рис.2 показал, что часть входящих в них узлов и устройств (1-4 и 6-7) полностью совпадает. Сушилку 5 линии производства белковых добавок из листостебельной биомассы трав (см. рис. 2) можно использовать и для сушки комплексной кормовой добавки из смесителя 5 линии переработки картофельного сока и мезги (см. рис. 1). Измельчитель 8 и шнековый пресс 9 (см. рис. 2) также пригодны для переработки мезги и картофельного сока.

Возможность универсального использования оборудования позволила создать методологию разработки совмещенных унифицировано-гибких линий рассчитанных на круглогодичную эксплуатацию благодаря переходу с переработки картофельного сока и мезги на биомассу трав и наоборот. Причем она должна адаптироваться к местным условиям каждого конкретного завода. Для исключения простоя при неурожае и других форс-мажорных ситуациях, а также изме-

нении конъюнктуры рынка линию можно переназначивать для производства другой продукции из имеющегося в регионе растительного и вторичного сырья, например: инулина из топинамбура и цикория; подсластителя из стевии; белка, лактозы и пищевых волокон из молочной сыворотки, пахты и обрата, а также зерновой барды, пивоваренных дробины и остаточных дрожжей; соков из фруктов и овощей, бесспиртовых бальзамов из трав; натуральных красителей из свеклы, черной рябины, смородины.

Выводы. Установлена возможность, целесообразность и пути создания совмещенных унифицировано-гибких линий на основе современных мембранных процессов, предназначенных для производства кормовых и пищевых добавок, а также биопрепаратов и рассчитанных на круглогодичную безостановочную эксплуатацию за счет перехода с переработки картофельного сока и мезги на биомассу трав и наоборот.

Литература.

1. Романенко В.Н., Филиппова Н.И. Комплексное использование сырья в крахмалопаточном производстве. М.: Агропромиздат. 1985. 176 с.
2. Кудряшов В.Л. Производство белково-витаминных добавок из листостебельной биомассы // Пищевая промышленность. 2010. № 2. С. 13–15.
3. Кудряшов В.Л. Роль и эффективность мембранных процессов при модернизации пищевой промышленности // Пищевая промышленность. 2012. № 10. С. 14–18.
4. Гулюк Н.Г., Облезова Т.П., Артюшенко А.И. Применение ультрафильтрации клеточного сока картофеля с использованием отечественных мембран // Сахарная промышленность. 1977. № 7. С. 58–61.
5. Медов В.В., Кудряшов В.Л., Облезова Т.П. Концентрирование белков картофельного сока с помощью трубчатых ультрафильтров БТУ-0,5/2 // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. по мембранным методам разделения смесей. М.: НИИТЭХИМ, 1987. Т. 5. С. 42.
6. Лукин Н.Д., Волков Н.В., Кривцун Л.В. Двухступенчатое концентрирование картофельного сока с использованием мембран // Тр. Междунар. научно-практ. конф. «Глубокая переработка зерна для производства крахмала, его модификаций и сахаристых продуктов. Тенденции развития производства и потребления». М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. С. 206–209.
7. Картофельный протеин [Электронный ресурс]. URL: http://plasma.com.ua>chemistry/chemistry/potato_...
8. Провести исследование по оценке термокоагулированного белка с целью переработки картофельного сока с получением из него продуктов для пищевых производств: отчет о НИР по х/д 316/2003 / ВНИИкрахмалопродуктов; рук. Лукин Н.Д.; исполн. Кривцун Л.В., Облезова Т.П. М., 2003. 9 с.
9. Парфенов И.А. Ингибиторы протеиназ из клубней картофеля и их роль в защитной системе картофеля: Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 2012. 23 с.
10. Домаш В.И. и др. Экологически чистые препараты для растениеводства из побочных продуктов переработки картофеля // Труды БГУ. 2010. Т. 5. Ч. 2. С. 111–120.
11. Стахеев И.В. Культивирование дрожжей и грибов – продуцентов протеина на отходах переработки картофеля. Минск: Наука и техника, 1978. 68 с.
12. Беккер М.Е. Трансформация продуктов фотосинтеза / Под. ред. М.Е. Беккера. Рига: Зинатне, 1984. С. 11–25.
13. Волков Н.В., Лукин Н.Д., Кривцун Л.В. Оптимизация процесса фильтрации картофельного сока с применением керамических мембран // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 11. С. 70–72.
14. Мошкунтало И.И., Игнатъева Л.П., Рындина Д.Ф. Биологически полноценные кормосмеси гомогенно-влажной формы в системе кормления свиней // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 4. С. 60–63.
15. Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф. Новые продукты питания. М.: МАИК «Наука», 1988. 304 с.
16. Зипер А.Ф. Растительные корма. Производство и применение. М.: АСТ, Донецк, Сталкер. 2005. 219 с.
17. Жолнин А.В., Шарикова Н.А., Овчинников А.А. Биологически активный препарат «Люцевита» на основе экстракта люцерны // Тез. докл. VI Междунар. конф. «Биоантиоксидант». М.: ИБХФ РАН, 2002. С. 188–189.
18. Компанцев В.А. и др. Лекарственные формы на основе травы клевера посевного // Материалы IV Межд. съезда «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения». Н.-Новгород, 2000. С. 75–77.

COMPATIBLE TECHNOLOGIES OF FEED AND FOOD ADDITIVES PRODUCTION FROM BY-PRODUCTS OF POTATO STARCH PLANTS AND GRASS BIOMASS

N.D. Lukin¹, V.L. Kudryashov², D.N. Lukin¹

¹All-Russian Research Institute for Starch Products, ul. Nekrasova, 11, Kraskovo, Moskovskaya obl., 140051, Russian Federation

²All-Russian Research Institute of Food Biotechnology, ul. Samokatnaya, 4b, Moskva, 111033, Russian Federation

Summary. By-products of potato starch production – pulp and potato juice are usually used as feed additives in liquid, boiled or dry state after additional treatment. In order to concentrate native potato juice thermal coagulation, vacuum-evaporation and drying are used. Membrane processes are more advanced technologies, which exclude thermal denaturation of biologically active substances and energy consumption is 3-5 times less. The processing are carried out in two stages: the first is with ultrafiltration membranes and the second stage – with nanofiltration and reverse osmosis membranes (selectivity by dry substances, proteins, carbohydrates and salt depending on the type is 70–80 and 99.3–99.8%). It allows using the filtrate in recycle of potato starch plant instead of water. There was developed a method of pulp treatment by cellulases and amylases to improve the nutritional value. Food Institute of the RAMS has proved the high nutritional and biological value of dry potato protein produced in the All-Russian Research Institute of Starch Products and recommended to use it as protein substitute or fortificant. The developed universal line to process coproducts of potato starch production, designed for production of feed, food additives and biological preparations, is compatible with cormophyte biomass processing line to produce grass flour and two food additives. The production of feed and food biologically active substances from grass biomass is based on the direct connection of agricultural and food technologies in a single complex. The combined unified-flexible line can be operated all year long, switching from processing of coproducts into grass biomass and back. All equipment necessary to realize developed technology can be produced at domestic machinery plants.

Key words: potato starch production, by-products, grass biomass, membrane processes, feed and food additives, compatible technologies.

Author Details: N.D. Lukin, D. Sc. (Tech.), deputy director (e-mail: vniik@arrisp.ru); V.L. Kudryashov, Cand. Sc. (Tech.), head of laboratory (e-mail: vera.vikir@mail.ru); D.N. Lukin, Cand. Sc. (Econ.), deputy director

For citation: Lukin N.D., Kudryashov V.L., Lukin D.N. Compatible Technologies of Feed and Food Additives Production from By-products of Potato Starch Plants and Grass Biomass. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. V.29. No11. Pp. 112–114 (In Russ.).