

Научный журнал

Учредители
ФГБУ ДВО РАН
ФГБУНО ЦНБ ДВО РАН

Журнал основан в 1932 г.
Издание прекращено в 1939 г.,
возобновлено в 1990 г.

ВЕСТНИК

ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО
ОТДЕЛЕНИЯ

РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ
НАУК

4 (212). 2020

СОДЕРЖАНИЕ

К 85-летию Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства: основные достижения. <i>Н.Ф. КЛЮЧНИКОВА</i>	5
К.В. ЗЕНКИНА, Т.А. АСЕЕВА. Яровое тритикале – перспективная культура для Дальнего Востока	8
Т.А. АСЕЕВА, К.В. ЗЕНКИНА, И.В. ЛОМАКИНА, З.С. РУБАН. Технологические и хлебопекарные свойства зерна яровой мягкой пшеницы	14
О.Л. ШЕПЕЛЬ, В.О. КОМОЛЫХ, М.П. ЗВОЛИМБОВСКАЯ. Характерные особенности сортов сои хабаровской селекции	20
Г.А. КУЗЬМИЦКАЯ, Г.Е. ШЕСТОПАЛОВА. Влияние гидротермических факторов на фенотипический состав сортопопуляции огурца Наследник	28
Г.А. КУЗЬМИЦКАЯ, В.Н. КИЩЕНКО, Р.У. СВАДКОВА. Сравнительная оценка новых генотипов картофеля из коллекции генетических ресурсов ВИР в условиях муссонного климата Приамурья	34
Н.Ф. КЛЮЧНИКОВА, М.Т. КЛЮЧНИКОВ. Профилактика скрытого эндометрита коров на молочных фермах Хабаровского края	41
Е.Б. ШУКЮРОВА, А.А. ЛУКАШИНА, А.Н. БУЗЬКО. Генетическая характеристика голштинского крупного рогатого скота по ДНК-микросателлитам	47
Л.И. НАУМОВА, А.А. ЛУКАШИНА. Влияние нетрадиционной кормовой добавки на продуктивные качества кур-несушек	53

Растениеводство

Е.Н. БАРСУКОВА, А.Г. КЛЫКОВ, П.В. ФИСЕНКО, С.А. БОРОВАЯ, Е.Л. ЧАЙКИНА. Использование методов биотехнологии в селекции гречихи на Дальнем Востоке	58
Р.В. ТИМОШИНОВ, Л.Е. БАБИНЕЦ, Е.Ж. КУШАЕВА, А.А. ДУБКОВ, А.Г. КЛЫКОВ. Влияние агротехнических приемов и плодородия почвы на урожайность сои сорта Муссон в условиях Приморского края	67
Л.В. САМУТЕНКО. Зависимость продуктивности однолетних кормовых культур от степени интенсивности системы удобрения и уровня плодородия лугово-дерновой почвы острова Сахалин	74
С.В. РАФАЛЬСКИЙ, О.М. РАФАЛЬСКАЯ, Т.В. МЕЛЬНИКОВА. Результаты сравнительной оценки сортов картофеля по урожайности и параметрам адаптивности в условиях Приамурья	81
Е.М. ФОКИНА, Г.Н. БЕЛЯЕВА, Д.Р. РАЗАНЦВЕЙ. Признаковая коллекция сои как основа для создания сортов нового поколения	86
В.В. ГАЙНАТУЛИНА, О.И. ХАСБИУЛЛИНА. Эффективность применения биопрепаратов и фунгицидов в борьбе с ризоктониезом картофеля	93
Н.Г. ЛУКАЧЕВА, А.В. КОСТЮК. Устойчивость ежовников к гербициду Цитадель в посевах риса в Приморском крае	100
В.Н. МОРОХОВЕЦ, Т.В. ШТЕРБОЛОВА, Т.В. МОРОХОВЕЦ, С.С. ВОСТРИКОВА, З.В. БАСАЙ, Н.С. СКОРИК. Эффективность последовательного применения гербицида Флекс с граминцидами в посевах сои	106
М.Б. КОЧНЕВА. Продуктивный потенциал и питательная ценность сортов клевера лугового в условиях Камчатского края	116
В.Ю. КОРДАБОВСКИЙ. Сорт картофеля нового поколения Зоя	121
М.Н. ПАК, Р.В. ИВАНОВ, У.В. ХОМПОДОЕВА. Оценка жирокислотного состава кормовых трав тебеновочных пастбищ Центральной и Северо-Восточной Якутии	125
С.Е. НИЗКИЙ, Г.А. КОДИРОВА, Г.В. КУБАНКОВА. Особенности калибровочных уравнений для ИК-сканеров при определении аминокислотного состава белков сои	131

Животноводство

- Т.В. КРУЧИНКИНА. Влияние продолжительности скармливания йодсодержащего препарата глубоко-стельным коровам на иммунобиохимический статус новорожденных телят 136
- Г.И. ДАЯНОВА, И.К. ЕГОРОВА, Л.Д. ПРОТОПОПОВА, Н.Н. НИКИТИНА, А.Н. КРЫЛОВА. Государственная поддержка воспроизводственных процессов в сельском хозяйстве Республики Саха (Якутия) 141

Морские особо охраняемые природные территории мира

- А.Н. КАЧУР. Морские охраняемые районы Северо-Западной Пацифики: современное состояние, планы управления и стратегии развития 151

Главный редактор вице-президент РАН академик РАН В.И. СЕРГИЕНКО

Заместитель главного редактора В.С. ЖЕРДЕВ

Ответственный секретарь Л.А. РУСОВА

Редакционная коллегия:

- | | |
|---|---|
| акад. РАН А.В. АДРИАНОВ | – научный руководитель (президент) Национального научного центра морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток |
| акад. РАН В.А. АКУЛИЧЕВ | – научный руководитель Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичёва ДВО РАН, Владивосток |
| чл.-корр. РАН Д.Л. АМИНИН | – зав. лабораторией Тихоокеанского института биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН, Владивосток |
| акад. РАН П.Я. БАКЛАНОВ | – научный руководитель Тихоокеанского института географии ДВО РАН, Владивосток |
| д-р биол. наук В.Ю. БАРКАЛОВ | – главный научный сотрудник Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток |
| акад. РАН В.В. БОГАТОВ
(зам. главного редактора) | – главный ученый секретарь ДВО РАН, Владивосток |
| чл.-корр. РАН С.Ю. БРАТСКАЯ | – зав. лабораторией Института химии ДВО РАН, Владивосток |
| чл.-корр. РАН Б.А. ВОРОНОВ | – научный руководитель Института водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск |
| чл.-корр. РАН С.В. ГНЕДЕНКОВ | – директор Института химии ДВО РАН, Владивосток |
| чл.-корр. РАН А.А. ГОНЧАРОВ | – главный научный сотрудник Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток |
| акад. РАН Е.И. ГОРДЕЕВ | – научный руководитель Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский |
| акад. РАН М.А. ГУЗЕВ | – директор Института прикладной математики ДВО РАН, Владивосток |
| акад. РАН Г.И. ДОЛГИХ | – зам. директора по научным вопросам Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичёва ДВО РАН, Владивосток |
| д.г.-м.н. О.В. ДУДАРЕВ | – главный научный сотрудник Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичёва ДВО РАН, Владивосток |
| акад. РАН Ю.Н. ЖУРАВЛЁВ | – главный научный сотрудник Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток |
| д.х.н. А.И. КАЛИНОВСКИЙ | – главный научный сотрудник Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичёва ДВО РАН, Владивосток |
| чл.-корр. РАН А.Г. КЛЫКОВ | – зав. отделом Федерального научного центра агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск |
| чл.-корр. РАН П.В. КРЕСТОВ | – директор Ботанического сада-института ДВО РАН, Владивосток |
| акад. РАН Ю.Н. КУЛЬЧИН | – научный руководитель Института автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток |
| акад. РАН В.Л. ЛАРИН | – научный руководитель Института истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН, Владивосток |
| д.б.н. А.С. ЛЕЛЕЙ | – зав. лабораторией Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток |
| д.г.-м.н. Ю.А. МАРТЫНОВ | – зав. лабораторией Дальневосточного геологического института ДВО РАН, Владивосток |
| акад. РАН П.А. МИНАКИР | – научный руководитель Института экономических исследований ДВО РАН, Хабаровск |
| д.х.н. А.Г. МИРОЧНИК | – зав. лабораторией Института химии ДВО РАН, Владивосток |
| д.г.-м.н. А.Ю. ОЗЕРОВ | – директор Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский |
| чл.-корр. РАН Ю.М. ПЕРЕЛЬМАН | – зам. директора по научной работе Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания, Благовещенск |
| д.ф.-м.н. С.В. ПРАНЦ | – зав. отделом Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичёва ДВО РАН, Владивосток |
| акад. РАН В.А. СТОНИК | – научный руководитель Тихоокеанского института биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН, Владивосток |
| чл.-корр. РАН Е.Я. ФРИСМАН | – главный научный сотрудник Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан |
| акад. РАН А.И. ХАНЧУК | – научный руководитель Дальневосточного геологического института ДВО РАН, Владивосток |
| д.г.-м.н. Р.Б. ШАКИРОВ | – зам. директора по научной работе Тихоокеанского института биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН, Владивосток |

Scientific journal

Founders

Far East Branch of RAS

Central Scientific Library, FEB RAS

The journal was found in 1932

The publication was discontinued in 1939,
was resumed in 1990

VESTNIK

OF THE FAR EAST BRANCH

OF THE RUSSIAN
ACADEMY
OF SCIENCES

4 (212). 2020

CONTENTS

On the occasion of 75-th anniversary of the Far East Agricultural Research Institute

Far East Research Institute of Agriculture: main achievements. <i>N.F. KLYUCHNIKOVA</i>	5
K.V. ZENKINA, T.A. ASEVEVA. Spring triticale as a promising crop for the Far East	8
T.A. ASEVEVA, K.V. ZENKINA, I.V. LOMAKINA, Z.S. RUBAN. Technological and baking properties of spring soft wheat grain	14
O.L. SHEPEL, V.O. KOMOLYKH, M.P. ZVOLIMBOVSKAYA. Characteristic features of soybean varieties of the Khabarovsk selection	20
G.A. KUZMITSKAYA, G.E. SHESTOPALOVA. Influence of hydrothermic factors on phenotypic composition of cucumber variety population Naslednik	28
G.A. KUZMITSKAYA, V.A. KISHCHENKO, R.U. SVADKOVA. Comparative assessment of new potato genotypes from genetic resources collection of VIR in the monsoon climate of Priamurye	34
N.F. KLYUCHNIKOVA, M.T. KLYUCHNIKOV. Aspects of prophylaxis of the latent endometritis of cows in dairy farms of the Khabarovsk Krai	41
E.B. SHUKYUROVA, A.A. LUKASHINA, A.N. BUZKO. Genetic characteristics of Holstein cattle by DNA microsatellites	47
L.I. NAUMOVA, A.A. LUCASHINA. Influence of unconventional feed supplement on productivity and quality of laying hens	53

Plant science

E.N. BARSUKOVA, A.G. KLYKOV, P.V. FISENKO, S.A. BOROVA, E.L. CHAYKINA. Usage of the method of biotechnology in the selection of buckwheat plants in the Far East	58
R.V. TIMOSHINOV, L.E. BABINETS, E.Zh. KUSHAeva, A.A. DUBKOV, A.G. KLYKOV. Influence of agrotechnical receptions and fertility soils on the yield of the Monsoon variety in the conditions of the Primorsky Territory	67
L.V. SAMUTENKO. Dependence of efficiency of annual fodder crops on the degree of intensity of fertilizing systems and fertility level of meadow-soddy soil of the Sakhalin Island	74
S.V. RAFALSKIY, O.M. RAFALSKAYA, T.V. MELNIKOVA. Results of comparative evaluation of potato varieties according to productivity and adaptability parameters in the conditions of Priamurye	81
E.M. FOKINA, G.N. BELYAEVA, D.R. RAZANTSVEY. Characteristic collection of soybeans as a basis for creating new generation varieties	86
V.V. GAYNATULINA, O.I. KHASBIULLINA. Efficiency of application of biopreparations and fungicides in potato rhizoctonia control	93
N.G. LUKACHEVA, A.V. KOSTYUK. Barnyard grass resistance to the herbicide Citadel in rice crops in Primorsky Krai	100
V.N. MOROKHOVETS, T.V. SHTERBOLOVA, T.V. MOROKHOVETS, S.S. VOSTRIKOVA, Z.V. BASAI, N.S. SKORIK. Effectiveness of sequential herbicide application Flex with graminicides in soybean crops	106
M. B. KOCHNEVA. Productive potential and nutritional value of meadow clover varieties in the Kamchatka Territory	116
V.Y. KORDABOVSKY. The new generation potato variety Zoya	121
M.N. PAK, R.V. IVANOV, U.V. HOMPODOEVA. Evaluation of fatty acid composition of forage grasses of winter-grazing pastures in Central and Northeast Yakutia	125
S.E. NIZKII, G.A. KODIROVA, G.V. KUBANKOVA. Features of calibration equations for IR scanners in determining the amino acid composition of soy proteins	131

Breeding

T.V. KRUCHINKINA. Effect of the duration of feeding iodine-containing preparation to pregnant cows on the immunobiochemical status of newborn calves	136
--	-----

G.I. DAYANOVA, I.K. EGOROVA, L.D. PROTOPOPOVA, N.N. NIKITINA, A.N. KRYLOVA. State support of reproduction processes in agriculture of the Republic of Sakha (Yakutia) 141

World's marine protected areas

A.N. KACHUR. Marine protected areas of the North-West Pacific (current status, management plans and development strategies) 151

Chief Editor V. I. SERGIENKO, Academician, Vice-President of RAS

Deputy Chief Editor V.S. ZHERDEV

Executive Secretary L.A. RUSOVA

Editorial staff:

- | | |
|---|---|
| A.V. ADRIANOV, Academician of RAS | – Research Supervisor (President), A.V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology, FEB RAS, Vladivostok |
| V.A. AKULICHEV, Academician of RAS | – Research Supervisor, V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok |
| D.L. AMININ, Corresponding Member of RAS | – Chief of Laboratory, G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, FEB RAS, Vladivostok |
| P.Ya. BAKLANOV, Academician of RAS | – Research Supervisor, Pacific Geographical Institute, FEB RAS, Vladivostok |
| V.Y. BARKALOV, Doctor of Biological Sciences | – Principal Researcher, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok |
| V.V. BOGATOV, Academician of RAS (Deputy Chief Editor) | – Chief Scientific Secretary, FEB RAS, Vladivostok |
| S.Yu. BRATSKAYA, Corresponding Member of RAS | – Chief of Laboratory, Institute of Chemistry, FEB RAS, Vladivostok |
| G.I. DOLGIKH, Academician of RAS | – Deputy Director for Research, V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok |
| O.V. DUDAREV, Doctor of Geological-Mineralogical Sciences | – Chief Researcher, V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok |
| E.Ya. FRISMAN, Corresponding Member of RAS | – Chief Researcher, Institute of Complex Analysis of Regional Problems, FEB RAS, Birobidzhan |
| S.V. GNEDENKOV, Corresponding Member of RAS | – Director, Institute of Chemistry, FEB RAS, Vladivostok |
| A.A. GONCHAROV, Corresponding Member of RAS | – Chief Researcher, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok |
| E.I. GORDEEV, Academician of RAS | – Research Supervisor, Institute of Volcanology and Seismology, FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky |
| M.A. GUZEV, Academician of RAS | – Director, Institute of Applied Mathematics, FEB RAS, Vladivostok |
| A.I. KALINOVSKY, Doctor of Chemistry | – Principal Researcher G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, FEB RAS, Vladivostok |
| A.I. KHANCHUK, Academician of RAS | – Research Supervisor, Far East Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok |
| P.V. KRESTOV, Corresponding Member of RAS | – Director, Botanical Garden-Institute FEB RAS, Vladivostok |
| A.G. KLYKOV, Corresponding Member of RAS | – Head of the Department, Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk |
| Yu.N. KULCHIN, Academician of RAS | – Research Supervisor, Institute of Automation and Control Processes, FEB RAS, Vladivostok |
| V.L. LARIN, Academician of RAS | – Research Supervisor, Institute of History, Archaeology and Ethnography of the Peoples of the Far East, FEB RAS, Vladivostok |
| A.S. LELEJ, Doctor of Biological Sciences | – Chief of Laboratory, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok |
| Yu.A. MARTYNOV, Doctor of Geological-Mineralogical Sciences | – Chief of Laboratory, Far East Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok |
| P.A. MINAKIR, Academician of RAS | – Research Supervisor, Economic Research Institute, FEB RAS, Khabarovsk |
| A.G. MIROCHNIK, Doctor of Chemistry | – Chief of Laboratory, Institute of Chemistry, FEB RAS, Vladivostok |
| A.Yu. OSEROV, Doctor of Geological-Mineralogical Sciences | – Director, Institute of Volcanology and Seismology, FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky |
| Yu.M. PERELMAN, Corresponding Member of RAS | – Deputy Director for Science, Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration, Blagoveshchensk |
| S.V. PRANTS, Doctor of Physical-Mathematical Sciences | – Head of the Department, V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok |
| R.B. SHAKIROV, Doctor of Geological-Mineralogical Sciences | – Deputy Director for Research, V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok |
| V.A. STONIK, Academician of RAS | – Research Supervisor, G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, FEB RAS, Vladivostok |
| B.A. VORONOV, Corresponding Member of RAS | – Research Supervisor, Institute of Water and Ecological Problems, FEB RAS, Khabarovsk |
| Yu.N. ZHURAVLEV, Academician of RAS | – Chief Researcher, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok |

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства: основные достижения

В 1935 г. в соответствии с Постановлениями Совнаркома СССР (от 16 июля 1934 г. № 1635 и от 1 февраля 1935 г. № 175) в г. Хабаровск на базе Технического управления Дальневосточного отделения Всесоюзного института механизации сельского хозяйства и Тихоокеанской опытной станции организации территории был создан Дальневосточный научно-исследовательский институт земледелия и животноводства. В 1956 г. он переименован в Дальневосточный НИИ сельского хозяйства (совместное Постановление ЦК КПСС и СМ СССР от 14 февраля 1956 г. № 253).

Это было первое на Дальнем Востоке крупное комплексное научно-исследовательское учреждение сельскохозяйственного направления. В его состав вошли 14 опытных станций областного и зонального значения, 7 опытных полей и 2 опорных пункта. На институт были возложены методическое руководство всей научно-исследовательской работой по сельскому хозяйству в Дальневосточном крае и обслуживанию нужд всех профильных ведомств.

В первые годы становления института его руководство основное внимание уделяло подбору научных кадров, созданию экспериментальной и производственной базы, выбору актуальной тематики исследований. Первооснову коллектива составили научные сотрудники, прибывшие в 1935 г. из центра России. В последующие годы кадры научных сотрудников начали готовить Благовещенский и Приморский сельскохозяйственные институты.

На огромной территории – от Амурской области до Камчатки – сотрудники института занимались научными разработками в области шелководства, оленеводства и собаководства, изучали возможности выращивания риса, сои, кукурузы на зерно, арахиса, цикория, сахарного сорго, топинамбура, судзы, широкого спектра технических культур. В институте велись работы по совершенствованию пород крупного рогатого скота, технологий кормления и содержания, воспроизводству стада. Создавались способы мелиорации земель, разрабатывалось экономическое обоснование предложения о переселении части населения с



Коллектив института. 2020 г.

европейской территории страны на Дальний Восток, проводилась селекционная работа, осуществлялись сортоиспытание и районирование сельскохозяйственных культур.

В последующем исходя из почвенно-климатических особенностей муссонного климата и земельных ресурсов Дальнего Востока были определены основные направления исследований института в растениеводстве и животноводстве. За успехи, достигнутые в разработке эффективной технологии возделывания и селекции сельскохозяйственных культур, внедрение достижений науки в производство Указом Президиума Верховного Совета СССР (от 26 января 1971 года) институт награжден орденом Трудового Красного Знамени.

В настоящее время ДВ НИИСХ входит обособленным подразделением в Хабаровский федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук.

За годы деятельности института создано 220 сортов зерновых, зернобобовых, овощных, кормовых и плодово-ягодных культур, широко востребованных в сельскохозяйственном производстве Хабаровского и Приморского краев, Еврейской автономной, Амурской и Сахалинской областей.

Уже в новом тысячелетии создан и внесен в Реестр селекционных достижений РФ 41 сорт, из них яровой пшеницы – 3 сорта, овса – 4, ячменя – 2, сои – 4, кормовых культур – 3, огурцов – 5, томатов – 5, картофеля – 3, плодово-ягодных культур – 13 сортов. Для каждой культуры разработаны технологии возделывания в сложных почвенно-климатических условиях Дальневосточного региона.

В институте впервые на Дальнем Востоке и в Сибири успешно освоена трансплантация эмбрионов крупного рогатого скота. Разработаны и внедрены в хозяйствах края методы и способы профилактики послеродовых маститов, эндометритов и повышения жизнеспособности новорожденных телят, повышения молочной продуктивности коров в период раздоя, профилактики отравления организма сухостойных коров нитратами, повышения продуктивности кур-несушек, функционального кормления крупного рогатого скота, технология утилизации отходов гидробионтов с целью получения биостимуляторов для животноводства и ветеринарной медицины. Получено 98 патентов и свидетельств на изобретения, 135 свидетельств на селекционные достижения, 20 золотых, 17 серебряных и 25 бронзовых медалей, 88 дипломов, свидетельств, благодарственных писем.

Сегодня в ДВ НИИСХ функционирует единственная на Дальнем Востоке аккредитованная лаборатория иммуногенетической экспертизы, которая участвует в государственной программе «Генетическая экспертиза племенной продукции в Российской Федерации» с целью подтверждения достоверности происхождения племенных животных, выявления генетических аномалий для купирования распространения мутаций (BLAD и CVM) и контроля генетической безопасности. Лаборатория обслуживает племенные хозяйства Дальнего Востока.



Приемка опытов в отделе земледелия. Слева направо: с.н.с. О.Л. Шепель, к.с.-х.н. М.А. Макарова, с.н.с. Г.П. Хоменок, к.с.-х.н. Н.В. Кулякина, д.с.-х.н., зам. директора по науке Н.Ф. Ключникова, с.н.с. Т.С. Юрченко, с.н.с. О.А. Михайличенко, с.н.с. В.Р. Гашевский. 2019 г.

Открыта современная лаборатория селекции колосовых зерновых

культур. Основная ее задача – усовершенствовать селекционный процесс с помощью молекулярно-генетических методов и биоинформационных технологий для эколого-геномной оценки состояния популяций зерновых колосовых культур с целью создания новых генотипов с заданными параметрами в условиях Дальневосточного региона с различной степенью антропогенной нагрузки.

Агрохимическая лаборатория изучает влияние антропогенных факторов на изменение основных физико-химических и химических свойств почв и трансформацию почвенного микробиома в длительных стационарных опытах и в природных экосистемах. Цель ее работы – сохранение и рациональное использование почвенного плодородия, разработка механизмов адаптации растительно-микробных сообществ к стрессовым факторам внешней среды и производство качественной растениеводческой продукции.

В настоящее время в научных подразделениях института осуществляется широкий спектр исследований, направленных на создание научно-технической продукции и изучение актуальных вопросов развития отраслей земледелия, растениеводства и животноводства на Дальнем Востоке, и в первую очередь в Хабаровском крае.

На базе института создан Российско-Китайский инновационно-исследовательский сельскохозяйственный центр с целью внедрения инновационных разработок российских и китайских ученых в экономику приграничных регионов. Совместно с Хейлунцзянской академией наук и Тихоокеанским государственным университетом исследуются вопросы технологии возделывания клюквы в естественной среде обитания и интродукции дикоросов в сопредельные территории. Взаимодействие с организациями осуществлялось путем выполнения научных исследований фундаментального и прикладного характера. ДВ НИИСХ на основе соглашений (договоров) осуществляет научно-техническое сотрудничество с зарубежными институтами – Хейлунцзянской академией сельскохозяйственных наук, Харбинской научно-технической биологической компанией с ограниченной ответственностью «Сэньчао» (Китай, г. Харбин). Заключены Соглашения о сотрудничестве в области научных исследований между ДВ НИИСХ и Академией сельского хозяйства провинции Цзилинь (КНР, г. Чанчунь) о создании Научно-исследовательского сельскохозяйственного центра Академии сельскохозяйственных наук провинции Цзилинь (КНР) и Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства (РФ).

В статьях представлены результаты исследований сотрудников института в области селекции сельскохозяйственных культур и животноводства.



Д.с.-х.н., зам. директора по науке Н.Ф. Ключникова и с.н.с. В.Р. Гашевский проводят приемку опытов (селекция кукурузы). 2019 г.

*Н. Ф. КЛЮЧНИКОВА,
доктор сельскохозяйственных наук,
заместитель директора по научной работе
(Дальневосточный научно-исследовательский институт
сельского хозяйства, Хабаровск).
E-mail: nauka1952@mail.ru*

К.В. ЗЕНКИНА, Т.А. АСЕЕВА

Яровое тритикале – перспективная культура для Дальнего Востока

Вопросы интродукции особенно актуальны в агроценозах Среднего Приамурья, так как расширение биологического разнообразия генофонда зерновых колосовых культур позволит наиболее эффективно использовать природные ресурсы региона и обеспечить продовольственную безопасность населения. Одним из путей увеличения производства высококачественного продовольственного и кормового зерна является использование потенциала зерновой культуры – ярового тритикале. Благодаря специфическому геному, включающему компоненты пшеницы и ржи, тритикале обладает высокими потенциальными возможностями повышения продуктивности и является перспективным в условиях дефицита средств интенсификации сельскохозяйственного производства. В статье приведены результаты исследований по яровому тритикале за 2015–2019 гг. На опытных полях Дальневосточного НИИСХ проведено комплексное экологическое изучение коллекционных сортообразцов ярового тритикале. Выделены эффективные источники и доноры по важнейшим хозяйственно ценным признакам, отмечены особенности формирования урожайности ярового тритикале в зависимости от гидротермического режима вегетации, установлена реакция сортообразцов на изменение условий окружающей среды. Создан новый гибридный и селекционный материал ярового тритикале с комплексом хозяйственно ценных признаков и адаптивных свойств для почвенно-климатических условий Дальнего Востока. Показана перспективность использования этого уникального растения в сельском хозяйстве и различных областях промышленности.

Ключевые слова: яровое тритикале, урожайность, селекция, Дальневосточный регион.

Spring triticale as a promising crop for the Far East. K.V. ZENKINA, T.A. ASEVA (Khabarovsk Federal Research Centre FEB RAS, Far Eastern Scientific-Research Institute of Agriculture, Khabarovsk).

Introduction issues are especially relevant for the agrocenoses of the Middle Amur Region, because the expansion of the biological diversity of the cereal crops gene pool allows the most efficient use of the region's natural resources, and ensure food safety for the population. One way to increase the production of high-quality food and fodder grain is to use the potential of spring triticale. Due to the specific genome, which includes wheat and rye components, triticale has a high potential in increasing productivity, and is promising in the face of the lack of agricultural production intensification means. The article presents the results of studies on spring triticale for 2015–2019. A comprehensive ecological study of the spring triticale cultivar collection was conducted on the experimental fields of the Far Eastern Agricultural Research Institute. Effective sources and donors of the most important economically valuable traits were identified, the dependence of the formation of spring triticale yield from the hydrothermal regime of the growing season was established, and the reaction of cultivar samples to the changing environmental conditions was determined. A new hybrid and a breeding material of spring triticale with a complex of economically valuable traits and adaptive properties to the soil and climatic conditions of the Far East was created. The prospects of using this unique crop in agriculture and various industries were shown.

Key words: spring triticale, grain yield, breeding, Far Eastern Region.

Введение

Для расширения видового и сортового разнообразия возделываемых зернофуражных культур необходим поиск новых высокопродуктивных сортов, адаптированных

ЗЕНКИНА Кристина Владимировна – младший научный сотрудник, АСЕЕВА Татьяна Александровна – член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник (Хабаровский федеральный исследовательский центр ДВО РАН, обособленное подразделение Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровск). *E-mail: aseeva59@mail.ru

к природно-климатическим условиям Дальневосточного региона России. Для полевых севооборотов Дальнего Востока перспективной колосовой культурой является яровое тритикале – новый вид сельскохозяйственных растений, созданный методом отдаленной гибридизации пшеницы с рожью [10]. Тритикале – культура, обеспечивающая более рациональное использование почвенно-климатических ресурсов [15]. Зерновая культура тритикале устойчива к комплексу абиотических и биотических факторов среды и по таким важнейшим показателям, как урожайность и питательная ценность, ни в чем не уступает обоим родительским видам, а где-то и превосходит их [14].

Тритикале занимает первое место по урожайности среди зерновых колосовых культур [1], значительно превосходя по этому показателю пшеницу и овес [2]. Максимальная урожайность тритикале (ц/га) в Болгарии – 116, Италии – 110, Ирландии – 107, Германии – 92, Швеции – 86, Польше – 85, в Беларуси – 99; при благоприятном сочетании всех агроклиматических ресурсов урожай тритикале может составить 132,0 ц/га [11]. В настоящее время к тритикале относятся как к культуре, возделывание которой может решить проблему стабилизации валового сбора выращиваемого фуражного и продовольственного зерна в мире [9]. Широкое распространение культуры в производстве позволит значительно увеличить запасы продовольственного зерна и кормов, повысить устойчивость растениеводства [4]. Технологические свойства, биохимический состав и сортовые особенности зерна тритикале дают возможность разрабатывать новые технологии получения тритикалевой муки с определенным составом и свойствами, которые востребованы в хлебопекарной, кондитерской и других отраслях пищевой промышленности [5].

Для более эффективного растениеводства при повышении потенциала продуктивности хлебов необходимо учитывать взаимосвязь многочисленных биологических компонентов агрофитоценоза [8]. В условиях с повышенной частотой погодных аномалий при возделывании сортов к ним предъявляются высокие требования, которые трудно объединить в одном сорте [12], поэтому изучение и оценка исходного материала являются важной частью селекционного процесса сельскохозяйственных культур [13].

Цель работы – провести экологическое изучение коллекционных образцов, выделить эффективные источники и доноры и создать новый исходный материал ярового тритикале.

Материалы и методы исследований

Экспериментальная часть работы выполнена в 2015–2019 гг. в соответствии с методикой полевого дела [6]. Объект исследований – 40 сортов и линий ярового тритикале; в 2017–2019 гг. к изучаемой коллекции добавлено еще 44 образца. В качестве стандартов использовали районированный в зоне сорт местной селекции яровой мягкой пшеницы Хабаровчанка и сорт ярового тритикале Укро, включенный в реестр селекционных достижений и рекомендованный для возделывания в Дальневосточном регионе. Высевали через девять номеров. Почва – лугово-бурая оподзоленно-глеевая тяжелосуглинистая. Предшественник – черный пар. Агротехника возделывания общепринятая для условий региона. Посев проводили с помощью сеялки ССФК-7М. На делянках площадью 4 м² рандомизировано в 3-кратной повторности с нормой высева 5,5 млн всхожих зерен на 1 га. Учет урожая проводили методом поделяночного обмолота комбайном Хеге-125.

Результаты и обсуждение

Реализация продуктивного потенциала генотипов зависит от степени соответствия биологических особенностей культуры агроклиматическим и погодным условиям зоны. Агрометеорологические условия в годы проведения исследований были разнообразными, довольно полно отражали особенности региона, что и позволило оценить с

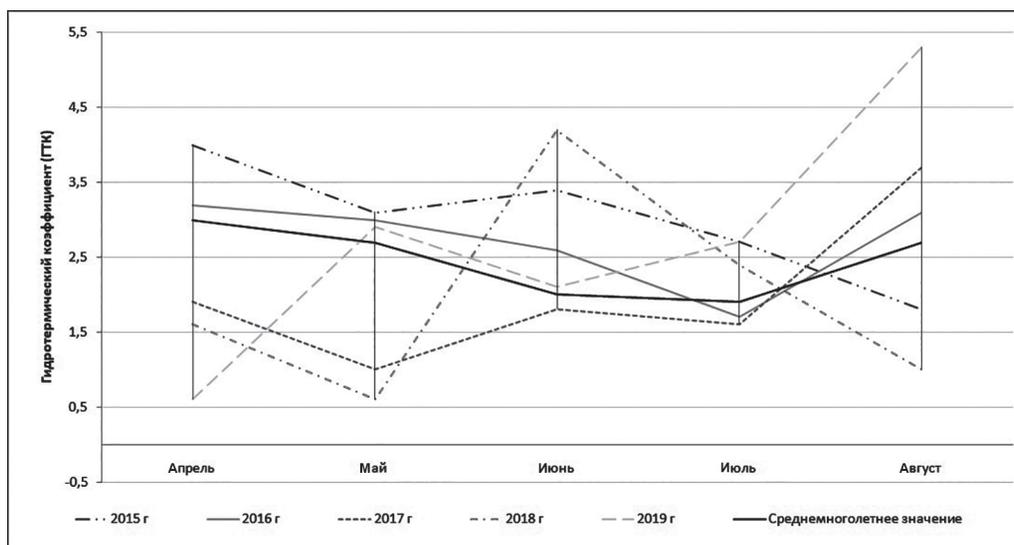


Рис. 1. Агрометеорологические условия в годы проведения исследований (ГТК)

высоким уровнем достоверности влияние гидротермических условий на рост, развитие и формирование продуктивности изучаемых сортообразцов ярового тритикале (рис. 1).

Среднесортовой показатель фактически убранный урожай ярового тритикале за пять лет экологического изучения составил 2,4 т/га. Благоприятные условия для реализации продуктивного потенциала и урожайных качеств сортообразцов ярового тритикале сложились в 2017 и 2019 гг., при этом амплитуда величины урожайности в условиях региона у некоторых образцов ярового тритикале отличается от среднего значения в 2 раза как в положительную, так и в отрицательную стороны. Максимальная урожайность отмечена у позже поступивших в коллекцию сортов Wanad – 9,7 т/га (2017 г.) и Ярик – 9,2 ц/га (2019 г.), что свидетельствует о высоких потенциальных возможностях образцов ярового тритикале в данной экологической зоне. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность отмечена у сортообразцов ACCerta, Лана, Дагво, Золотой Гребешок, Ульяна, Узор, Лотос, Мыкола, Виктория, Sandio – превышение над стандартным сортом тритикале Укро составило 1,5–7,8 ц/га, над стандартным сортом яровой пшеницы Хабаровчанка – 0,2–0,9 т/га (рис. 2).

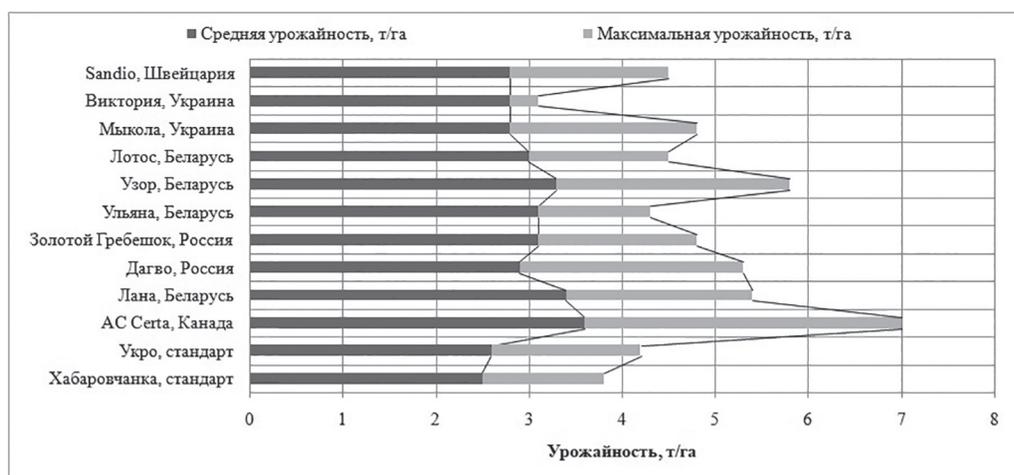


Рис. 2. Урожайность продуктивных сортообразцов ярового тритикале

В результате изучения основных элементов продуктивности коллекционных образцов ярового тритикале выделены эффективные источники и доноры по важнейшим хозяйственно ценным признакам, которые использованы в селекционных программах:

1. По продолжительности вегетационного периода: АССсета (Канада), Золотой Гребешок (Россия), Мыкола (Украина), Коровай харківський (Украина), ЗГ 186 (Россия).

2. По формированию урожайности: АССсета (Канада), Лана (Беларусь), Дагво (Россия), Золотой Гребешок (Россия), Ульяна (Беларусь), Узор (Беларусь), Лотос (Беларусь), Мыкола (Украина), Виктория (Украина), Sandio (Швейцария).

3. По высоте растений: Лана (Беларусь), АССсета (Канада), Молос 4 (Мексика), Жайворонок харківський (Украина), Узор (Беларусь), Легінь харківський (Украина), Коровай харківський (Украина), ЯТХ 42 (Украина), Ярило (Россия), ЗГ 186 (Россия), Память Мережко (Россия), Кармен (Россия), Обериг харьковский (Украина), ЯТХ 26-07 (Украина), Tleridal (Швейцария).

4. По длине колоса: Обериг харьковский (Украина), Brio (Швейцария), Tleridal (Швейцария), Sandio (Швейцария), Taurus (Великобритания), Амиго (Россия).

5. По числу колосков в колосе: АССсета (Канада), Brio (Швейцария), Tleridal (Швейцария).

6. По плотности колоса: Лана (Беларусь), Примэвара 5 (Молдавия), АССсета (Канада), Жайворонок харківський (Украина), Арсенал (Украина), Gabo (Польша), Wanad (Польша), Магнит (Беларусь).

7. По количеству зерен в колосе: АССсета (Канада), Кармен (Россия), Кобзар (Украина), Трик (Франция), Crato (Португалия), Taurus (Великобритания), Wanad (Польша), Kargo (Польша), Guadajira (Испания), Амиго (Россия), Лайлак богари (Таджикистан), Ardi 1 / Торо 1419 // Erizo 9/4 (Мексика), Рубин (Беларусь), Привет (Беларусь), Русло (Беларусь), Россия (Россия), Заозерье (Россия).

8. По массе зерна с колоса: Crato (Португалия), Kargo (Польша), Guadajira (Испания), Квадро (Россия), Лайлак богари (Таджикистан), Jenk-60 (США), Ardi 1 / Торо 1419 // Erizo 9/4 (Мексика), Привет (Беларусь), Русло (Беларусь).

9. По массе 1000 зерен: Амиго (Россия), Квадро (Россия), Breakwell (Австралия), ЛТ-Ф6-540-4 (Россия), IT 7 (71/72) – Armadillo (Португалия), Скорый 2 (Россия).

10. По содержанию белка в зерне: Скорый (Россия), Молос 4 (Мексика), Brio (Швейцария).

11. По содержанию лизина в зерне: Дагво (Россия), Кармен (Россия), ЯТХ 26-07 (Украина), Brio (Швейцария), Sandio (Швейцария).

12. По устойчивости к фузариозу: Память Мережко (Россия), Виктория (Украина).

13. По устойчивости к полеганию: Норманн (Россия), Ровня (Россия), Кобзар (Украина), Лосиновске (Украина), Tleridal (Швейцария), Alamos (Tcl. 84) (Мексика), Амиго (Россия), Ardi 1 / Торо 1419 // Erizo 9/4 (Мексика), Ardi 1 / Торо 1419 // Erizo 9/3 (Мексика).

Выявлено существенное влияние погодных условий региона на урожайность и качество зерна коллекционных образцов ярового тритикале как в отдельные фазы вегетации, так и за вегетационный период в целом. Каждый этап в онтогенетическом развитии ярового тритикале и яровой пшеницы характеризуется определенными требованиями к условиям выращивания. Проведенный расчет корреляционных взаимосвязей урожая сортообразцов ярового тритикале и яровой пшеницы с гидротермическими параметрами в основные периоды вегетации свидетельствует о высокой степени зависимости. При этом установлено, что потребность в тепле и влаге в отдельные периоды роста и развития растений у яровой пшеницы и ярового тритикале диаметрально противоположны (рис. 3).

В наших предыдущих исследованиях определены параметры адаптивного потенциала и селекционной ценности генотипов и выделены сорта ярового тритикале, обладающие различной реакцией на изменения условий окружающей среды [3]. В результате исследований установлено, что практически все коллекционные образцы ярового тритикале

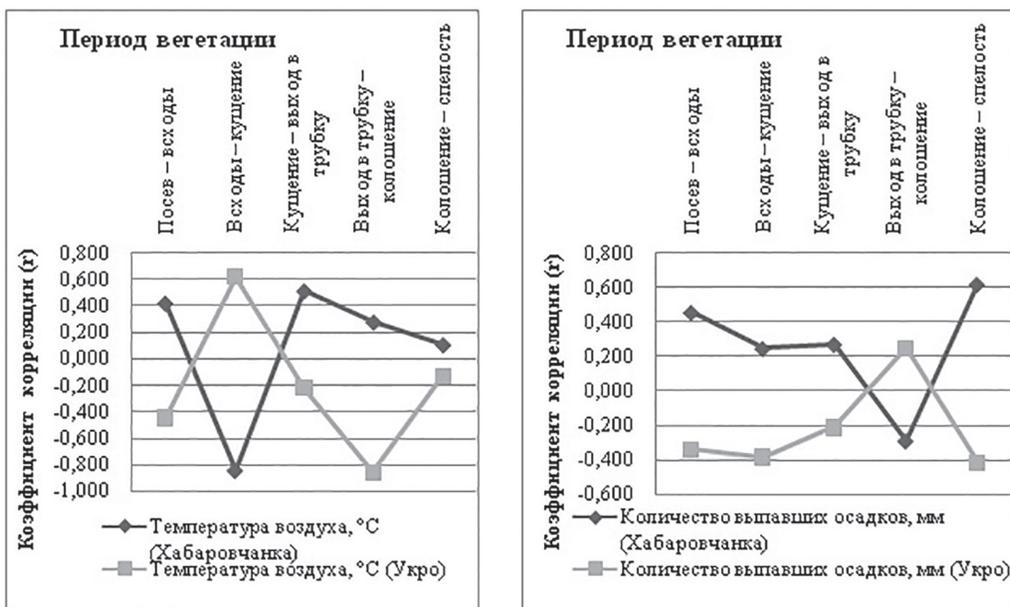


Рис. 3. Влияние гидротермических условий вегетации на формирование урожайности ярового тритикале и яровой пшеницы

обладают невысокой степенью гомеостатичности в агроценозах Среднего Приамурья ($Hom < 20$). Высокий уровень гомеостаза сорта Виктория ($Hom = 45$) в сочетании со стабильным формированием урожайности ($V < 10\%$) обусловлен высокой экологической устойчивостью генотипа к широкому диапазону неблагоприятных факторов. Высокая селекционная ценность данного сорта ($\sigma = 22$), основанная на соотношении урожайности в благоприятных и лимитирующих условиях, наряду с гомеостатичностью указывает на оптимальную систему адаптивных реакций, обеспечивающих стабилизацию определенного потенциала урожайности в широких границах условий среды. Этот сорт характеризуется буферностью, т.е. обладает тенденцией к сохранению относительной динамической сбалансированности и восстановлению ее с помощью собственных регуляторных механизмов в случае нарушения.

Для расширения биологического разнообразия зерновой группы в регионе была развернута селекционная работа по созданию нового исходного материала тритикале, адаптированного для Дальневосточного региона. Для синтеза новых генотипов ярового тритикале применяются классические методы селекции: внутривидовая гибридизация с использованием экологического разнообразия тритикале и отдаленная гибридизация с привлечением яровой мягкой пшеницы. Ежегодно проводится гибридизация в количестве не менее 40 комбинаций скрещиваний. Изучен характер наследования основных структурных элементов продуктивности растений и установлены все типы наследования (доминирования) хозяйственно ценных признаков – от депрессии до гетерозиса, которые зависят от условий вегетации и генетического контроля родительских форм [4].

Проведен индивидуальный отбор элитных колосьев ярового тритикале по фенотипу, сформирован и изучен селекционный питомник. Выделена новая селекционная линия 1548-19 (Укро × ДальГАУ 1) с максимальной урожайностью в агроэкологических условиях региона – 13,4 т/га за счет формирования значительного количества и массы семян с колоса (рис. 4). В условиях окружающей среды отмечена селекционная линия 1546-19 (Укро × Лана), отличающаяся относительно высоким и наиболее стабильным формированием урожая – 6,2 т/га.



Рис. 4. Перспективные селекционные линии ярового тритикале 1548-19 (Укро × ДальГАУ 1) (слева) и 1546 (Укро × Лана)

Заключение

Таким образом, зерновая культура тритикале обладает высокой продуктивностью и перспективна для использования в сельском хозяйстве и различных областях промышленности. За пять лет научно-исследовательской работы проведен всесторонний анализ коллекционных образцов тритикале, выделены эффективные источники и доноры его хозяйственно ценных признаков. Проведены межвидовые и межсортовые скрещивания, получены гибриды с высоким уровнем гетерозиса, созданы перспективные селекционные линии ярового тритикале для почвенно-климатических условий Дальнего Востока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айдиев А.Я., Новикова В.Т., Дудкин В.М. Экологическая селекция озимого тритикале // Тритикале и стабилизация производства зерна, кормов и технологии их использования: материалы междунар. науч.-практ. конф. Ростов н/Д, 2016. С. 41–46.
2. Аленин П.Г., Кшникаткин П.Г. Перспективные зернофуражные культуры // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: сб. статей II Всерос. науч.-практ. конф. Краснодар: Юг, 2014. С. 3–8.
3. Асеева Т.А., Зенкина К.В. Адаптивность сортов яровой тритикале в агроэкологических условиях Среднего Приамурья // Рос. сельскохоз. наука. 2019. № 1. С. 8–11.
4. Асеева Т.А., Зенкина К.В. Наследование основных хозяйственно ценных признаков гибридами яровой тритикале F1 в условиях Среднего Приамурья // Дальневост. аграр. вестн. 2018. № 4. С. 7–12.
5. Бочарникова О.Г., Горбунов В.Н., Шевченко В.Е. Оценка сортов ярового тритикале по продуктивности и качеству зерна // Вестн. Воронеж. гос. аграр. ун-та. 2017. № 2. С. 23–30.
6. Витол И.С., Герасина А.Ю., Панкратьева И.А., Политуха О.В. Технологические и биохимические показатели в оценке качества зерна тритикале сорта Тимирязевская 150 // Вестн. Алтай. гос. аграр. ун-та. 2017. № 8. С. 43–48.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Коконов С.И., Чумарев М.С. Адаптивные свойства и качество сухого вещества сортообразцов озимой тритикале в условиях Среднего Предуралья // Вестн. Ижевской гос. сельскохоз. акад. 2017. № 1. С. 31–36.
9. Мефодьев Г.А., Шашкаров Л.Ш., Александрова А.Н., Толстова С.Л. Влияние длины колеоптиля и глубины посева на урожайность яровой тритикале // Вестн. Казан. гос. аграр. ун-та. 2019. Т. 14, № 1. С. 40–45.
10. Пономарев С.Н., Гильмуллина Л.Ф., Маннапова Г.С., Фомин С.И. Адаптивно значимые признаки у сортов озимой тритикале // Успехи совр. науки. 2017. Т. 1, № 10. С. 124–129.
11. Пономарев С.Н., Пономарева М.Л. Генетический потенциал и селекционная значимость тритикале в республике Татарстан // Тритикале. Генетика, селекция и семеноводство: материалы междунар. науч.-практ. конф. Ростов н/Д, 2016. С. 163–173.
12. Попова Е.Н., Музафаров Н.М. Агроэкологическая оценка возделывания яровых зерновых колосовых культур в левобережной лесостепи Украины // Вестн. Белорус. гос. сельскохоз. акад. 2018. № 3. С. 115–119.
13. Ториков В.Е., Мельникова О.В., Яценков И.Н. Программирование уровня урожайности зерна тритикале и его реализация // Вестн. Брян. гос. сельскохоз. акад. 2018. № 4. С. 3–10.
14. Шаболкина Е.Н., Анисимкина Н.В., Беляева М.Б. Технологические и хлебопекарные качества тритикале // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2. С. 21–26.
15. Janusauskaite D., Feiziene D., Feiza V. Nitrogen-induced variations in leaf gas exchange of spring triticale under field conditions // Acta Physiologiae Plantarum. 2017. № 39. 12 p. DOI: 10.1007/s11738-017-2495-5.

Т.А. АСЕЕВА, К.В. ЗЕНКИНА, И.В. ЛОМАКИНА, З.С. РУБАН

Технологические и хлебопекарные свойства зерна яровой мягкой пшеницы

Тенденция ухудшения качества зерна пшеницы, отмечающаяся в настоящее время, влечет за собой закономерное снижение хлебопекарных свойств муки. В связи с этим изучены особенности технологических и хлебопекарных свойств семи сортов яровой мягкой пшеницы селекции Дальневосточного НИИСХ – Хабаровчанка, Зарянка, Лира-98, Елизавета, Приамурская, Анфея, Далира. Оценку показателей качества зерна и хлеба проводили по общепринятым методикам ежегодно в 2006–2019 гг. Сорта яровой мягкой пшеницы Приамурская, Анфея, Далира в среднем за годы исследований отличались максимальным формированием урожая зерна (3,4; 3,8; 3,8 т/га соответственно). Натура зерна у сорта Далира соответствует I классу зерна мягкой пшеницы и составляет 756 г/л. Все изучаемые образцы яровой мягкой пшеницы имеют достаточно высокое содержание белка в зерне (более 14 %) и клейковины (более 28 %) второй группы качества (удовлетворительно слабая). Показатель «сила муки» существенно изменялся в зависимости от гидротермических условий вегетации ($V = 6–37\%$), в среднем за годы исследований максимальное значение данного признака (более 280 е.а.) установлено у сортов Лира-98, Елизавета, Приамурская, Далира. В благоприятные годы объемный выход хлеба составляет более 1000 мл у генотипов Зарянка, Лира-98, Елизавета, Анфея. Согласно пробной выпечке хлеба выделены сорта пшеницы с высокой хлебопекарной оценкой (выше 4 баллов) – Зарянка, Лира-98, Елизавета, Приамурская, Анфея, Далира. Таким образом, изученные образцы яровой мягкой пшеницы перспективны для использования в хлебопекарной промышленности.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, урожайность, показатели качества зерна, хлебопекарная оценка, Дальний Восток.

Technological and baking properties of spring soft wheat grain. T.A. ASEVA, K.V. ZENKINA, I.V. LOMAKINA, Z.S. RUBAN (Khabarovsk Federal Research Centre FEB RAS, Far Eastern Research Institute of Agriculture, Khabarovsk).

Currently, there is a tendency of deterioration in the quality of wheat grain, which entails a natural decrease in the baking properties of flour. In this regard, the technological and baking properties of 7 cultivars of spring soft wheat, bred in the Far Eastern Agricultural Research Institute, were studied. These cultivars were: Khabarovchanka, Zaryanka, Lira-98, Elizaveta, Priamurskaya, Anfeya, Dalira. The assessment of bread and grain quality was conducted according to the standard methodology in 2006–2019. Spring soft wheat cultivars Priamurskaya, Anfeya, Dalira on average differed in the maximum formation of grain yield over the years of study (3.4, 3.8, 3.8 tons per ha respectively). The grain nature of the Dalira cultivar was 756 g/l, which corresponds to the I class of soft wheat grain. All studied samples of spring soft wheat had a fairly high content of protein (more than 14 %), and gluten (more than 28 %) of the second quality group (satisfactory weak) in grain. The flour strength indicator significantly changed depending on the hydrothermal conditions of the growing season ($V = 6–37\%$), and on average, over the years of research, the maximum value of this trait (more than 280 e.a.) was found in cultivars Lira-98, Elizaveta, Priamurskaya, Dalira. In favourable years, the volume of bread from the Zaryanka, Lira-98, Elizaveta, Anfeya was more than 1,000 ml. According to the test bread baking, wheat cultivars with a high baking score (above 4 points) were highlighted: Zaryanka, Lira-98, Elizaveta, Priamurskaya, Anfeya, Dalira. Therefore, the studied cultivars of spring soft wheat are promising for use in the baking industry.

Key words: spring soft wheat, grain yield, grain quality indicators, baking assessment, Far East.

*АСЕЕВА Татьяна Александровна – член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник, ЗЕНКИНА Кристина Владимировна – младший научный сотрудник, ЛОМАКИНА Ирина Викторовна – старший научный сотрудник, РУБАН Зинаида Сергеевна – старший научный сотрудник (Хабаровский федеральный исследовательский центр ДВО РАН, обособленное подразделение Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровск). *E-mail: aseeva59@mail.ru

Введение

Стабильность предприятий аграрного сектора и продовольственная безопасность России во многом определяются производством зерна, которое в силу своих свойств имеет определяющее значение в формировании продовольственных ресурсов, является экономически, социально и политически значимым продуктом [3]. Доля зерновых в мировом производстве составляет около 60 %, поэтому наука ориентирована на получение функциональных пищевых продуктов на основе зерновых культур [9]. Качество зерна – сложное комплексное понятие, оно включает показатели, которые в совокупности характеризуют его мукомольные и хлебопекарные свойства [12]. В России хлеб служит продуктом первой необходимости, он содержит почти все вещества, необходимые для жизнедеятельности и нормального развития живого организма [8]. За счет продуктов переработки зерновых культур обеспечивается около 40 % общей калорийности питания, почти 80 % потребности в белках, 60 % потребности в углеводах [11].

Классификация пшеницы в России предусматривает V классов для мягких и твердых сортов. В настоящее время на товарное зерно пшеницы разработан ГОСТ Р 52554–2006 «Пшеница. Технические условия» (действовал до 30.06.2018 г.) и новый межгосударственный стандарт ГОСТ 9353–2016 «Пшеница. Технические условия» (вступил в действие с 01.07.2018 г.). Группа I – пшеница-улучшитель, группа II включает сорта пшеницы, устойчиво формирующие зерно, отвечающее нормативам на ценное, к группе III отнесены сорта пшеницы среднего уровня качества, которые не всегда могут обеспечить получение хлеба, соответствующего требованиям стандарта, без добавления пшеницы-улучшителя, в группу IV включены высокоурожайные сорта пшеницы, зерно которых целесообразно использовать на кормовые цели [1]. Зерно мягкой и твердой пшеницы I–IV классов используется для продовольственных, V класса – для фуражных и технических целей [6].

Повсеместное ухудшение экологической обстановки отражается на свойствах хлебопекарной муки, которая имеет нестабильное качество [5]. Так, располагая наибольшими в мире генетическими ресурсами, позволяющими во всех регионах получать высококачественное зерно, наша страна производит пшеницы I и II классов менее 1 % от общего объема [4]. За последние 10 лет в России наблюдается тенденция снижения качества зерна пшеницы, в основном преобладает зерно IV и V классов [10]. Проблема качества пшеницы, так же как вопрос о факторах, под воздействием которых оно формируется, интересует селекционеров, создающих новые сорта пшеницы, сельскохозяйственных производителей, переработчиков и потребителей [2].

Цель исследований – изучить изменчивость технологических и хлебопекарных свойств зерна яровой мягкой пшеницы на Дальнем Востоке в зависимости от гидротермических условий.

Материалы и методы исследований

Полевые опыты проводили в 2006–2019 гг. в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7]. Почва – лугово-бурая оподзоленно-глеевая тяжелосуглинистая. Объект исследований – сорта яровой мягкой пшеницы селекции Дальневосточного НИИСХ: Хабаровчанка, Зарянка, Лира-98, Елизавета, Приамурская, Анфея, Далира. Предшественник – черный пар. Площадь учетной делянки 12 м². Повторность трехкратная. Размещение делянок рендомизировано. Норма высева 5,5 млн всхожих зерен на 1 га. Оценка показателей качества зерна проведена по общепринятым методикам: масса 1000 зерен (ГОСТ 10842-89), натура зерна (ГОСТ 10840-64), количество и качество клейковины на приборе ИДК-1 (ГОСТ 13586.1-68, ГОСТ 54478–2011), реологические свойства теста на приборе альвеограф (ГОСТ 29138-91), содержание белка (ГОСТ 10846-91), содержание лизина (ГОСТ 13496.21-2015). Хлебопекарная оценка проведена методом лабораторной выпечки согласно ГОСТ 27669-88.

Результаты и обсуждение

Гидротермические условия в годы проведения исследований значительно различались как по количеству выпавших осадков и сумме положительных температур, так и по динамике их распределения в период вегетации растений. В 2006, 2010, 2011, 2015–2017 гг. отмечалось значительное количество выпавших осадков и, как следствие, – избыточное переувлажнение почвы в основные фазы развития растений. 2007, 2008, 2014, 2018 годы были засушливыми с недостаточной влагообеспеченностью в течение всей вегетации (рис. 1).



Рис. 1. Гидротермические условия в годы проведения исследований

Урожайность зерна – сложный интегрирующий признак. Современные сорта яровой мягкой пшеницы в агроэкологических условиях Дальнего Востока обладают достаточно высокими потенциальными возможностями, однако урожайность генотипов варьировала в широких пределах в зависимости от условий окружающей среды. Отмечено, что максимальную урожайность образцы яровой пшеницы формируют в годы достаточного увлажнения. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность отмечена у сортов Приамурская, Анфея, Далира, превышение по данному признаку над стандартным сортом Хабаровчанка составляет 0,6–1,0 т/га (см. таблицу).

Масса 1000 зерен и натура зерна – важнейшие показатели его качества, которые во многом определяют технологические свойства и питательную ценность готовой продукции. В среднем за годы исследований сорта яровой мягкой пшеницы формировали относительно крупное зерно. Высокий натуральный вес характеризует развитое зерно, содержащее больше эндосперма и меньше оболочек. Варьирование данного признака по годам было незначительным, наиболее стабильное формирование натурной массы отмечено у сортов Приамурская и Далира. Выявлено, что натуральный вес у сорта Далира соответствует первому классу зерна мягкой пшеницы (по ГОСТ Р 52554-2006).

Количество и качество клейковины характеризуют физические свойства теста и качество хлебулочных изделий. Классу сильных пшениц по массовой доле клейковины (не менее 28,0 %) соответствуют все изученные образцы. В среднем за годы исследований индекс деформации клейковины изменялся в широких пределах, большинство образцов яровой мягкой пшеницы характеризуются II группой качества – удовлетворительно слабой клейковиной. Сорта пшеницы Елизавета и Приамурская в почвенно-климатических условиях региона формировали клейковину лучшего качества в сравнении с другими.

Урожайность, технологические и хлебопекарные свойства зерна яровой мягкой пшеницы (2006–2019 гг.)

Показатель	Урожайность, технологические и хлебопекарные свойства зерна яровой мягкой пшеницы (2006–2019 гг.)									
	min-max	Хабаровчанка	Зарянка	Лира-98	Елизавета	Приамурская	Анфиса	Далира		
Урожайность, т/га	min-max	1,5–3,4	1,6–4,7	1,3–3,5	1,8–3,7	1,8–5,2	2,9–5,1	2,7–5,8		
	X, %	2,8	2,8	2,6	3,0	3,4	3,8	3,8		
Масса 1000 зерен, г	V, %	22	30	26	21	29	25	37		
	min-max	28,2–34,8	26,7–36,6	27,1–34,0	29,0–35,4	31,5–39,1	33,4–40,0	33,7–37,2		
	X	31,2	31,2	30,0	31,8	34,4	36,2	35,7		
	V, %	7	9	7	7	6	8	5		
Нагура зерна, г/л	min-max	674–758	689–765	697–788	681–772	704–758	706–764	736–772		
	X	730	730	744	730	737	744	756		
Количество клейковины, %	V, %	4	3	3	3	2	4	2		
	min-max	26,7–42,8	27,0–40,6	27,4–41,0	26,5–42,5	20,5–38,3	28,5–40,0	31,5–40,8		
	X	34,0	33,0	34,3	33,9	30,5	34,7	35,4		
	V, %	14	13	14	15	15	15	10		
Качество клейковины (ИДК), ед. п.	min-max	53,6–106,9	57,5–106,0	32,5–104,0	32,5–102,0	30,0–95,2	52,0–98,0	56,0–96,0		
	X	86,3	78,2	74,4	71,9	65,7	83,1	76,8		
	V, %	18	19	23	25	30	25	22		
	min-max	141–295	220–252	236–612	219–525	109–588	163–308	264–400		
Сила муки, с.а.	X	191	240	329	326	367	236	333		
	V, %	24	6	38	28	37	31	17		
Объем хлеба, мл	min-max	508–778	660–1020	660–1160	750–1020	740–980	660–1020	880–960		
	X	648	777	899	750	856	860	925		
	V, %	13	14	17	11	10	21	4		
	min-max	3,5–4,2	4,3–4,4	4,2–4,7	3,6–4,6	3,5–4,7	4,2–4,6	4,3–4,5		
Общая хлебопекарная оценка, баллы	X	3,9	4,2	4,4	4,3	4,2	4,4	4,4		
	V, %	6	2	3	7	8	5	3		
Содержание белка в зерне, %	min-max	14,0–17,0	13,0–18,1	13,3–18,1	12,2–17,9	12,2–18,9	14,6–18,5	15,3–16,9		
	X	15,6	15,5	15,2	15,6	15,7	15,9	16,3		
	V, %	6	9	8	10	11	11	5		

Примечание. Min-max – минимальные и максимальные значения, X – среднее значение, V – коэффициент вариации.



Сила муки – немаловажное технологическое свойство, связанное с качеством клейковины. Хорошая мука образует упругое тесто, которое не разжижается при активном замесе, при этом обладает высокой газодерживающей и газообразующей способностью. Варьирование по силе муки у изучаемых образцов пшеницы было существенным и зависело от гидротермических условий вегетации – от 109 е.а. у сорта Приамурская до 612 е.а. у сорта Лира-98. По показателям за период исследований сорта пшеницы Лира-98, Елизавета, Приамурская, Далира относятся к классу сильных (I класс качества).

Содержание белка в зерне – один из важнейших показателей качества зерна, который во многом определяет его технологические свойства и питательную ценность. Сорта яровой пшеницы Дальневосточной селекции по данному показателю соответствуют классу сильных пшениц (I класс качества) – в среднем за годы исследований массовая доля белка в зерне составляла не менее 14 %.

Основной метод определения хлебопекарных свойств зерна изучаемых образцов – пробная выпечка хлеба. В первую очередь здесь учитываются объемный выход и общая хлебопекарная оценка, которая, в свою очередь, является средним показателем формы хлеба, пористости и эластичности мякиша. В среднем за изучаемый период можно выделить сорта яровой мягкой пшеницы Зарянка, Лира-98, Елизавета, Приамурская, Анфея, Далира (рис. 2). Максимальный объемный выход хлеба (более 1000 мл) отмечен в благоприятные годы у образцов Зарянка, Лира-98, Елизавета, Анфея. Стандартный сорт Хабаровчанка незначительно уступал остальным генотипам по объему хлеба (на 129–277 мл) и общей хлебопекарной оценке (на 0,3–0,5 баллов).

Таким образом, в результате исследований установлены высокие технологические и хлебопекарные свойства сортов яровой мягкой пшеницы дальневосточной селекции, отвечающие современным требованиям зернового рынка. Все изученные образцы отличаются высоким содержанием белка и клейковины второй группы качества и могут быть использованы в хлебопекарной промышленности.



Рис. 2. Пробные выпечки хлеба из муки яровой пшеницы сортов: 1 – Хабаровчанка, 2 – Зарянка, 3 – Лири-98, 4 – Елизавета, 5 – Приамурская, 6 – Анфея, 7 – Далира

ЛИТЕРАТУРА

1. Белкина Р.И., Летяго Ю.А. Продовольственная ценность и смесительная способность муки сортов пшеницы в условиях Северного Зауралья // Научное обеспечение реализации государственных программ АПК и сельских территорий: материалы междунар. науч.-практ. конф. Лесниково, 2017. С. 286–288.
2. Зверева Н.А., Терехин М.В., Рукоусев Р.В., Мищенко Л.Н., Манзюк О.В. Сравнительная характеристика технологических, биохимических качеств зерна яровой пшеницы дальневосточной селекции // Вестн. Орлов. гос. аграр. ун-та. 2012. № 3. С. 38–40.
3. Зенин Н.Н., Воробьев В.А., Воробьев А.В., Безгодов А.В. Хлебопекарные качества зерна яровой пшеницы в условиях Среднего Урала // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5. С. 21–26.
4. Кравченко Н.С., Игнатъева Н.Г., Ионова Е.В. Технологические и хлебопекарные свойства районированных и перспективных сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2016. № 4. С. 37–41.
5. Кунашева Ж.М., Кодзокова М.Х. Зерновой хлеб // Новые технологии. 2019. № 1. С. 108–116.
6. Мелешкина Е.П. О необходимости производства зерна пшеницы-улучшителя // Хлебопродукты. 2018. № 12. С. 18–20.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 2. 267 с.
8. Мизанбекова С.К., Богомолова И.П., Богомолов А.В. Инновационные технологии как фактор повышения качества продукции хлебопекарной промышленности // Техн. и технол. пищевых производств. 2017. № 2. С. 142–148.
9. Михалкова Н.Б., Иванова С.А., Маринова Г.И., Бычваров В.Х. Способ получения хлеба из смеси муки из пшеницы, овса, ржи, ячменя и тритикале // Пища. Экология. Качество: материалы междунар. науч.-практ. конф. Красноярск, 2016. С. 338–344.
10. Смирнова В.В., Сидельникова Н.А., Кулишова И.В. Формирование технологических качеств зерна озимой пшеницы в Белгородской области // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. № 1. С. 151–158.
11. Темпель Ю.А., Темпель О.А., Малышкина Н.И. Оценка показателей качества зерна (на примере зерна пшеницы), характеризующих хлебопекарные свойства // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы междунар. науч.-практ. конф. Тюмень, 2016. С. 130–135.
12. Храпко О.П., Сокол Н.В., Санжаровская Н.С., Колесников Ф.А. Исследование технологических свойств высокобелкового зерна пшеницы // Новые технологии. 2019. № 2. С. 137–148.

О.Л. ШЕПЕЛЬ, В.О. КОМОЛЫХ, М.П. ЗВОЛИМБОВСКАЯ

Характерные особенности сортов сои хабаровской селекции

Приведена историческая справка по селекции сои в Дальневосточном научно-исследовательском институте сельского хозяйства, начиная с 1938 г. В 2018 г. впервые проведена сравнительная оценка сортов сои хабаровской селекции по биологическим и технологическим параметрам, изучен биохимический состав семян. Представлены сорта различного направления использования – пищевого, кормового, универсального. За годы успешной селекции создана линейка сортов с разным периодом вегетации – от среднескороспелых (Марината, Антон Толпышев) до среднепозднеспелых (Батя, Иван Караманов, Учитель); с высокой устойчивостью к полеганию (0 баллов) и имеющие прикрепление первого боба на высоте от 8,0 см и более. Среди сортов присутствуют как мелкосемянные (МОК, масса 1000 семян 79,5 г), так и крупносемянные (Учитель, масса 1000 семян 253,8 г). Высокое содержание белка отмечено у сортов Хабаровская 117 (42,1 %), Хабаровская 01 (41,3 %), Мария (40,9 %), Хабаровская 4 (40,7 %), ПИМ-95 (40,7 %), МОК (40,7 %), Учитель (40,3 %); среди кормовых сортов – у Черной кормовой (41,2 %) и Л-74-10 (40,7 %). Сорта Иван Караманов и Салтус рекомендуются как масличные. Сорта Локус, МОК, Пим-95, ВАЗ-100 пригодны для получения функциональных продуктов. Предлагаемые современные сорта сои ДВ НИИСХ в условиях муссонного климата обладают высокой продуктивностью, высокотехнологичны в производстве и являются основой для увеличения валового производства сои в Дальневосточном регионе.

Ключевые слова: сорта сои, семена, содержание белка, содержание жира, биологический состав, биохимический состав, технологические параметры.

Characteristic features of soybean varieties of the Khabarovsk selection. O.L. SHEPEL, V.O. KOMOLYKH, M.P. ZVOLIMBOVSKAYA (Khabarovsk Federal Research Centre FEB RAS, Far Eastern Research Institute of Agriculture, Khabarovsk).

The historical information on soybean breeding at the Far East Research Institute of Agriculture, from 1938 to the present day, is provided. In 2018, for the first time, a comparative assessment of soybean varieties of the Khabarovsk selection by biological and technological parameters was carried out, the biochemical composition of seeds was studied. Varieties of various directions of use are presented – food, feed, universal. Over the years of successful breeding, a line of varieties with a different growing season has been created – from mid-season (Marinata, Anton Tolpyshev) to mid-late (Batya, Ivan Karamanov, Uchitel); with high resistance to lodging (0 points) and having the attachment of the first bean from 8.0 cm or more. Among the varieties there are both small-seeded (MOK, weight of 1000 seeds 79.5 g), and large-seeded (Uchitel, weight of 1000 seeds 253.8 g). High protein content was observed in the varieties Khabarovskaya 117 (42.1 %), Khabarovskaya 01 (41.3 %), Maria (40.9 %), Khabarovskaya 4 (40.7 %), PIM-95 (40.7 %), MOK (40.7 %), Uchitel (40.3 %); among fodder varieties – Black fodder (41.2 %) and L-74-10 (40.7 %). Varieties Ivan Karamanov and Saltus are recommended as oilseeds. Varieties Locus, MOK, Pim-95, VAZ-100 are suitable for obtaining functional products. The modern soybean varieties offered by the Far East Research Institute of Agriculture in the monsoon climate are highly productive, high-tech in production, and are the basis for increasing gross soybean production in the Far East Region.

Key words: soybean varieties, seeds, protein content, fat content, biological composition, biochemical composition, technological parameters.

*ШЕПЕЛЬ Оксана Леонидовна – старший научный сотрудник, аспирант, КОМОЛЫХ Василий Олегович – научный сотрудник, ЗВОЛИМБОВСКАЯ Маргарита Павловна – младший научный сотрудник (Хабаровский федеральный исследовательский центр ДВО РАН, обособленное подразделение Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровск). *E-mail: sestr71@rambler.ru

Введение

В Дальневосточном регионе соя – основная зернобобовая культура. Постоянно возрастающий спрос на сою как на высокодоходную сельскохозяйственную культуру обусловлен ее уникальным биохимическим составом. Высокое содержание белка и масла в семенах, доступность их усвоения человеком и животными обеспечивают широкое использование соевого сырья не только в пищевой и перерабатывающей отраслях, но и в медицинской, фармацевтической, биоэнергетической и текстильной промышленности [4]. Успешному распространению культуры в регионе способствовали сравнительно благоприятные природно-климатические условия: в частности, в Хабаровском крае продолжительность вегетационного периода составляет 142–144 дня и более, что позволяет выращивать раннеспелые и среднеспелые сорта. При этом сумма активных температур может достигать до 2100–2400 при длительности безморозного периода 135–160 дней; среднегодовая норма осадков составляет 600,8 мм.

К селекции сои в Дальневосточном научно-исследовательском институте сельского хозяйства приступили в 1938 г. Значительный вклад в становление селекционного процесса внесли Ефросинья Акимовна Гамаюнова, Всеволод Александрович Золотницкий, Владимир Яковлевич Коркин. В 1938–1964 гг. были созданы раннеспелый сорт Хабаровская 4 (Победа) и кормовой сорт Амурская бурая 057, которые имели широкое распространение в Дальневосточном регионе, в 1964–1970 гг. – сорта Хабаровская 53, Хабаровская 117, Орион 5, Хабаровская 01. В 1971 г. в институте под руководством академика Россельхозакадемии Григория Тихоновича Казьмина была создана лаборатория экспериментального мутагенеза. В 1985–2010 гг. использование различных методов создания исходного материала позволило селекционерам под руководством генетика Олега Митрофановича Комолых передать в Государственное испытание более 10 сортов сои различного направления использования. Наиболее продуктивные из них внесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ. Это кормовой сорт Локус (районирован в 1994 г.), среднеспелый сорт Салтус (1999 г.), зерновой Гритиказ-80 (2000 г.), высокоурожайные Марината (2005 г.) и Иван Караманов (2008 г.), позднеспелый и крупносеменной сорт Батя (2016 г.). Более чем двадцатилетняя работа по мутагенезу сои позволила провести серию экспериментов с целью выявления пути эволюции сои от дикого предка – сои уссурийской, получить перспективные сорта, а также разработать некоторые теоретические предпосылки к вопросу об интеграционном центре генома и взаимодействии генов при формировании фенотипов [7]. Группой ученых под руководством Риммы Васильевны Комолых проводилась оценка вновь создаваемых сортов на пригодность к переработке, создана технологическая линия по приготовлению кисломолочных продуктов в большом ассортименте, разработаны технические условия для 16 пищевых продуктов с использованием сои, получены 3 патента.

Основным направлением современной селекции сои является создание сортов целевого использования. Исходным материалом для них должны служить высокоурожайные сорта с лучшей адаптированностью к местным климатическим условиям, отличающиеся высокой технологичностью при возделывании и уборке, а также с заданным качеством семян [6]. В связи с этим была поставлена цель исследований: впервые провести сравнительную оценку сортов сои хабаровской селекции по биохимическому составу, оценить их технологические и потребительские свойства; выявить сорта, наиболее пригодные для производства продуктов питания функционального назначения.

Условия, материалы и методы

Для выполнения поставленных задач в 2018 г. на овощном поле ДВ НИИСХ был заложен коллекционный питомник, который включал 23 номера линий и сортов, созданных в ДВ НИИСХ различными методами селекции. Почва опытного участка лугово-

бурая оподзоленная, из-за тяжелого механического состава и низкой водопроницаемости во время обильного выпадения атмосферных осадков быстро переувлажняется. Содержание гумуса в пахотном слое 3,57–3,82 %, рН солевой вытяжки 5,13–5,34; гидролитическая кислотность 1,14–2,40 мг-экв. на 100 г почвы, P_2O_5 9,9–15,5; K_2O 27,7–30,4 мг/100 г абсолютно сухой почвы. Предшественник – яровая пшеница.

Сортообразцы высеяны вручную по гребням шириной 70 см в одну строчку, расстояние между растениями в рядке 10 см, площадь делянки 2,8 м², повторность трехкратная. Посев, уборку и обработку снопов проводили вручную, уборку производили в фазе технической спелости по мере созревания сортообразцов. Агрометеорологические условия для роста, развития растений и формирования урожая сои были удовлетворительные. Научные исследования проводили по методике ВИР [2]. Степень полегания оценивали в соответствии со следующей шкалой: 0 – отсутствует, 3 – слабое, 5 – среднее, 7 – сильное, 9 – очень сильное. Определение природы проводили по ГОСТ Р 54895-2012, массы 1000 семян – по ГОСТ ISO 520-2014, длины, ширины, толщины зерна – прямым измерением 100 зерен с точностью до 0,1 мм, выравненности семян – путем взвешивания 10 навесок по 100 шт. семян. Для определения набухаемости навески семян массой 100 г замачивали на 12 ч в воде при температуре 25 °С, при взвешивании определяли твердосемянность, повторность 4-кратная. Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 10856-96, белка – по ГОСТ 10846-91, жира – по ГОСТ 10857-64, жирнокислотный состав – методом ГЖХ по ГОСТ 31663-2012, массовую долю золы – по ГОСТ 10847-74.

Результаты и обсуждение

При выборе сырья главными его характеристиками являются биохимический состав семян сои, пригодность и экономическая целесообразность использования данного сорта в той или иной отрасли. Выбор сырья для переработки следует вести целенаправленно с учетом физических, химических и технологических показателей качества семян [10, 12, 15]. Современные сорта сои, предлагаемые ДВ НИИСХ для возделывания в Дальневосточном регионе, обладают высокой технологичностью в производстве, отвечают требованиям заготовителей и могут удовлетворить любой запрос аграриев.

Основная масса предлагаемой линейки сортов сои ДВ НИИСХ представлена сортами для переработки – получения кисломолочных продуктов, высокобелковых концентратов, а также соевого масла. У семян этих сортов желтая окраска семенной оболочки, коричневый или желтый рубчик. Есть сорта для кормового использования, цвет семенной оболочки у них в основном черный, у Амурской бурой 057 – коричневый.

Огромное значение для сельскохозяйственного производства, особенно в зоне рискованного земледелия, имеет продолжительность вегетационного периода. Он определяется генетическими факторами, условиями роста растений (температура, влажность) и специфическими для отдельных сортов условиями, которые могут ускорить или затормозить наступление фазы цветения [3, 13]. В ДВ НИИСХ созданы сорта с различными периодами вегетации (табл. 1) – от среднескороспелых (Марината, Антон Толпышев, 110–120 дней от массовых всходов до уборки) до среднепозднеспелых (Батя, Иван Караманов, Учитель, 130–140 дней от массовых всходов до уборки).

Характерной особенностью Дальневосточного региона является длительное переувлажнение почвы и сильный ветер, что неблагоприятно сказывается на устойчивости растений к полеганию, особенно во второй половине периода вегетации. Полегаемость ухудшает условия светового режима растения, что непосредственно влияет на эффективность фотосинтеза; нарушая нормальную циркуляцию воздуха в посевах, усиливает распространение болезней, затрудняет процесс уборки, что приводит к увеличению потерь урожая. Наиболее негативно на урожайность сои влияет полегание растений во время цветения [1]. За счет относительно толстого стебля и мощной корневой системы, которые

Генетические особенности сортов сои хабаровской селекции

Сорт	Вегетационный период, дни	Высота, см / устойчивость к полеганию, баллы	Высота прикрепления 1-го боба, см	Кол-во бобов с одного растения, шт.	Кол-во семян в бобе, шт.	Масса семян с одного растения, г
Среднекороспелые						
Хабаровская 4	119	56,0 / 3	3,3	33,4	2,2	17,5
Черная кормовая*	119	74,8 / 7	8,1	76,4	2,3	19,8
Хабаровская 01	115	60,9 / 5	8,4	35,8	2,7	19,4
Марината	119	53,2 / 0	10,3	43,9	3,0	22,7
Антон Толпышев	116	45,3 / 0	9,2	34,0	2,5	18,2
Среднее	118	58,0	7,9	44,7	2,5	19,5
Min-max	115–119	45,3–74,8	3,3–10,3	33,4–76,4	2,2–3,0	17,5–22,7
Среднеспелые						
Амурская 41	130	92,2 / 7	12,5	71,7	2,1	24,4
Хабаровская 1323	124	60,8 / 3	7,8	43,7	2,8	20,5
Амурская бурая 057*	129	88,3 / 7	7,9	89,6	2,2	28,8
Л-75-1*	127	78,6 / 5	8,5	68,2	2,2	21,0
ВАЗ 100	127	74,7 / 5	10,2	69,3	2,5	27,3
Кобра*	128	85,9 / 3	12,0	83,6	2,2	32,8
ПИМ-95	123	64,6 / 7	8,9	59,6	2,2	24,8
Салтус	126	51,6 / 0	12,2	42,7	2,4	23,2
МОК	128	87,7 / 9	8,1	94,6	2,5	18,0
Среднее	127	76,0	9,8	69,2	2,3	24,5
Min-max	123–130	51,6–92,2	7,8–12,5	42,7–94,6	2,1–2,8	18,0–32,8
Среднепозднеспелые						
Хабаровская 521	141	97,5 / 7	12,4	71,7	2,3	24,2
Л-74-10*	141	35,8 / 3	5,1	30,5	2,1	17,7
Хабаровская 117	131	83,5 / 7	7,5	49,7	2,4	23,5
АВАК 33	132	82,1 / 3	11,5	70,6	2,1	26,4
Мария	140	68,8 / 5	9,6	42,7	2,3	21,2
Локус*	132	91,6 / 7	9,3	63,3	2,5	25,3
Иван Караманов	133	72,9 / 3	4,7	59,8	2,5	28,9
Батя	130	65,5 / 0	4,5	40,9	2,5	22,1
Учитель	140	59,8 / 0	8,8	46,7	2,4	27,2
Среднее	136	73,0	8,2	52,9	2,3	24,1
Min-max	130–141	35,8–97,5	4,5–12,4	30,5–71,7	2,1–2,5	17,7–28,9

*Сортообразцы кормового назначения.

способствуют удерживанию растения в вертикальном положении, сорта Иван Караманов, Антон Толпышев, Марината, Батя, Учитель обладают высокой устойчивостью к полеганию. Для большинства сортов характерно достаточно высокое прикрепление первого боба (от 8,0 см и более), что является важным технологическим показателем [14]. Основными показателями продуктивности растений служат такие элементы структуры урожая, как количество семян в бобе и бобов на растении. Наибольшее количество семян в бобе отмечено у сорта Марината – 3,0 шт., а сорта Батя и Марината отличаются наибольшим количеством бобов, относящихся к продуктивному узлу – 2,5 шт. Высокой продуктивностью растений отличаются среднеспелые кормовые сорта, сформировавшие большое количество бобов на растении (Кобра, Амурская бурая 057). Несмотря на наибольшее количество бобов на растении (94,6 шт.), продуктивность сорта МОК оказалась минимальной в группе за счет мелкого зерна. Самую высокую продуктивность в группе среднепозднеспелых сортов сформировал сорт Иван Караманов – 28,9 г, при этом количество бобов составило 59,8 шт./растение.

Сорта сои по назначению классифицируются как масличные, кормовые и пищевые. Для масличных сортов наибольшее значение имеют содержание и качество масла, в то время как физические параметры не так важны. Для сортов кормового назначения основную роль играют содержание белка и уровень трипсина в жмыхе или шроте. Сорта, предназначенные для пищевого использования, должны отличаться высоким содержанием белка, крупностью, выравненностью, хорошей набухаемостью, низкой твердосемянностью, отличными органолептическими свойствами. Информация о физических параметрах семян сои важна при транспортировке, обработке технологических режимов и оценке эффективности их использования [10, 12].

Среди представленных сортов присутствуют как мелко-, так и крупносеменные сорта (табл. 2).

Сорт МОК имеет самые мелкие, а линия Л-74-10 – самые крупные семена (масса 1000 семян 79,5 и 286,4 г соответственно). В целом 77,8 % среднеспелых сортов имеют средний размер семян (масса 1000 семян 150–200 г), среди среднепозднеспелых сортов

Таблица 2

Технологические свойства семян сортов сои хабаровской селекции

Сорт	Масса 1000 семян, г	Натура, г/л	Выравненность, %	Набухаемость, %	Твердосемянность, %.
Среднескороспелые					
Хабаровская 4	244,6	741,0	87,7	229,1	1,3
Черная кормовая*	123,8	768,0	84,6	158,7	32,8
Хабаровская 01	202,3	761,0	88,0	217,3	3,5
Марината	178,5	716,0	80,4	214,0	8,1
Антон Толпышев	211,3	740,8	86,7	200,0	3,0
Среднее	192,1	745,4	85,5	203,8	9,7
Min-max	178,5–244,6	716,0–768,0	80,4–88,0	158,7–229,1	1,3–32,8
Среднеспелые					
Амурская 41	158,0	734,0	81,8	200,8	7,7
Хабаровская 1323	164,8	756,1	84,9	227,7	1,5
Амурская бурая 057*	147,5	778,0	83,5	135,4	53,6
Л-75-1*	150,9	728,3	81,8	186,7	10,4
ВАЗ 100	177,7	738,0	86,4	222,7	3,5
Кобра*	203,7	758,0	76,8	153,7	18,9
ПИМ-95	173,5	762,0	87,4	139,1	49,0
Салтус	232,0	742,5	83,7	221,4	2,5
МОК	79,5	785,0	83,5	230,4	3,1
Среднее	165,3	753,5	83,3	190,9	16,7
Min-max	79,5–232,0	734,0–785,0	76,8–87,4	139,1–230,4	1,5–53,6
Среднепозднеспелые					
Хабаровская 521	150,2	765,0	84,7	242,9	0,1
Л-74-10*	286,4	730,2	90,4	217,5	0,0
Хабаровская 117	210,6	757,5	86,8	206,6	6,6
АВАК 33	197,6	736,0	85,4	236,8	0,2
Мария	210,6	710,0	86,3	203,8	8,9
Локус*	163,6	784,8	85,7	199,4	5,2
Иван Караманов	189,3	742,0	85,8	204,9	4,8
Батя	223,0	704,0	85,9	225,8	2,7
Учитель	253,8	729,0	83,7	215,5	3,5
Среднее	209,4	739,8	86,1	217,0	3,5
Min-max	150,2–286,4	704,0–784,8	83,7–90,4	199,4–242,9	0,0–8,9

* Сортообразцы кормового назначения.

Биохимический состав семян сортов сои хабаровской селекции

Сорт	Зола, %	Белок, %	Лизин в белке, %	Жир, %	Олеино- вая кислота, %	Линоле- вая кислота, %	Соотношение полиненасыщен- ных жирных кислот (ПНЖК) (ω -6 : ω -3)
Среднескороспелые							
Хабаровская 4	5,0	40,7	3,2	16,8	22,2	54,1	7,0 : 1
Черная кормовая*	5,1	41,2	2,8	10,7	15,8	59,5	6,0 : 1
Хабаровская 01	4,9	41,3	2,6	16,8	20,5	55,3	6,7 : 1
Марината	4,3	35,6	3,5	12,3	16,9	57,1	5,8 : 1
Антон Толпышев	5,0	37,6	3,1	17,3	17,6	56,3	6,1 : 1
Среднее	4,8	39,3	3,0	14,8	18,6	56,5	6,3 : 1
Диапазон колебаний	0,7	5,7	0,9	6,6	6,4	5,4	1,2
Среднеспелые							
Амурская 41	5,0	39,3	3,4	11,0	17,6	56,3	5,3 : 1
Хабаровская 1323	5,0	40,6	2,9	11,1	16,2	56,7	5,1 : 1
Амурская бурая 057*	5,1	38,0	3,3	9,8	15,0	58,1	4,8 : 1
Л-75-1*	4,6	39,1	2,9	10,8	16,6	57,4	5,9 : 1
ВАЗ 100	5,0	36,4	3,1	13,1	17,6	54,5	4,9 : 1
Кобра*	4,6	36,3	3,1	10,7	18,8	56,6	6,0 : 1
ПИМ-95	5,0	40,7	2,9	12,4	15,7	55,9	4,3 : 1
Салтус	4,8	36,0	3,0	18,1	18,1	55,5	5,6 : 1
МОК	5,0	40,7	3,0	10,9	16,4	55,4	4,4 : 1
Среднее	4,9	38,5	3,1	12,0	16,9	56,3	5,1 : 1
Диапазон колебаний	0,4	4,7	0,4	8,3	3,8	3,6	1,7
Среднепозднеспелые							
Хабаровская 521	5,0	39,2	3,0	11,0	14,1	55,4	5,0 : 1
Л-74-10*	4,6	40,7	3,0	18,1	24,8	52,0	6,1 : 1
Хабаровская 117	4,6	42,1	2,8	16,7	17,5	56,5	5,4 : 1
АВАК 33	4,6	38,8	3,4	16,5	21,2	53,2	5,2 : 1
Мария	4,6	40,9	3,0	16,0	20,2	53,3	5,1 : 1
Локус*	5,3	38,4	3,0	10,8	15,7	55,3	4,8 : 1
Иван Караманов	4,6	36,4	3,5	17,4	24,6	50,3	5,0 : 1
Батя	4,9	37,1	3,2	10,4	24,5	51,4	5,4 : 1
Учитель	4,7	40,3	3,2	12,2	18,5	56,3	5,6 : 1
Среднее	4,8	39,3	3,1	14,3	22,3	53,7	5,3 : 1
Диапазон колебаний	0,7	5,7	0,7	7,7	10,7	6,2	1,2

*Сортообразцы кормового назначения.

в равных долях (по 44,4 %) представлены средне- и крупносеменные (масса 1000 семян 210–250 г).

Степень выполненности семян характеризует такой показатель, как натура. Самая большая натура была у среднеспелых сортов, наибольший диапазон колебаний по этому признаку отмечен у среднепозднеспелых сортов. Все изучаемые сорта, кроме сорта Кобра, в условиях года имели хорошую выравненность семян. Наиболее высокий средний показатель выравненности наблюдался у группы среднепозднеспелых сортов (86,1 %). При переработке соевого сырья важно учитывать набухаемость и твердосемянность сортообразцов. Наименьшую набухаемость имеют сортообразцы кормового назначения, они же имеют и повышенную твердосемянность. Самым низким уровнем этих показателей отличается сортообразец ПИМ-95. Наибольшая величина набухания и наименьшая твердосемянность отмечена у сортов Хабаровская 521, АВАК-33.

Сортовые различия по биохимическому составу семян (табл. 3) лежат в основе направления использования соевого сырья.

Исследованиями установлено, что в условиях года наибольшим межсортовым колебаниям подвержен жирнокислотный состав семян сои. Различия между минимальным и максимальным показателями содержания жира составили 8,3 %. Также отмечались межсортовые колебания по содержанию белка на уровне 6,5 %. Доказано, что накопление белка в процессе формирования урожая заканчивается раньше, чем накопление масла [10]. Относительно низкие показатели содержания жира в семенах изучаемых сортов обусловлены ранним наступлением заморозков. Содержание белка в семенах сои исследованных сортов составляет от 35,6 % (Марината) до 42,1 % (Хабаровская 117). Показано, что высокая кормовая и пищевая ценность современных высокобелковых сортов сои обусловлена не только повышенным содержанием белка и пониженной активностью антипитательных веществ, но и более высоким содержанием витаминов группы В, С, бета-каротина и ряда минеральных элементов [11]. У 82,6 % представленных сортов отмечено высокое содержание белка. Наибольшее содержание лизина в белке отмечено у сортов Марината и Иван Караманов, межсортовой диапазон колебания показателя составил 0,94 %. Известно, что масличность сои в зависимости от генотипа и условий выращивания может изменяться в широких пределах – от 10 до 27 % [5]. Содержание жира в семенах сои изученных сортов составляет от 9,8 % (Амурская бурая 057) до 18,1 % (Салтус, Л-74-10).

Общеизвестно, что чем больше в составе масла находится мононенасыщенной – олеиновой кислоты и меньше полиненасыщенных (линолевой и в особенности линоленовой), тем выше устойчивость масла к окислению при хранении [8]. В результате проведенного анализа жирнокислотного состава установлено, что у исследованных сортов сои наблюдалась очень большая изменчивость по содержанию олеиновой кислоты, самый высокий показатель отмечался у линии Л-74-10 (24,8 %), самый низкий – у сорта Хабаровская 521 (14,1 %), межсортовой диапазон колебания составил 10,7 %. Семена всех сортов содержали достаточно большое количество линолевой жирной кислоты в пределах от 50,3 % (Иван Караманов) до 59,5 % (Черная кормовая). Содержание линоленовой жирной кислоты в семенах сои различных сортов находилось в пределах от 7,7 % (Хабаровская 4) до 12,9 % (ПИМ 95). Межсортовой диапазон содержания линолевой и линоленовой кислот равен 9,2 и 5,2 % соответственно. Наиболее предпочтительными сортами для получения соевого масла являются сорта Иван Караманов и Салтус; перспективна работа по улучшению линии Л-74-10.

Соотношение линолевой и линоленовой жирных кислот (ω -6 : ω -3) у изученных сортов находилось в пределах от 5,33 : 1 до 7,02 : 1. У 30 % представленных сортов соотношение полиненасыщенных жирных кислот соответствует требованиям сбалансированного питания здорового человека 6...10 : 1. Важно отметить сорта Локус, МОК, Пим-95, ВА3-100, у которых этот показатель находится в пределах, рекомендованных для пожилых и больных людей, – 3 : 1...5 : 1 [9]. Содержание стеариновой и пальмитиновой жирных кислот в семенах исследуемых сортов находилось в пределах 2,7...4,0 % и 9,7...13,5 %, диапазон колебания значений составлял 1,3 и 3,8 % соответственно.

Основная масса изучаемых сортов (78 %) имеют высокое содержание белка (более 38 %) и низкое содержание жира (до 18 %), лишь один сорт Салтус имеет высокое содержание жира при низком белке, а линия Л-74-10 – высокое содержание и белка и жира.

Выводы

Современные сорта сои, предлагаемые ДВ НИИСХ, характеризуются разными биологическими и технологическими параметрами, неоднородным биохимическим составом семян. Высокой продуктивностью и устойчивостью к полеганию среди среднеспелых сортов отличаются Марината и Антон Толпышев, среди среднепозднеспелых –

Батя, Иван Караманов, Учитель. Сорты Антон Толпышев, Салтус, Мария, Учитель имеют крупные, хорошо выровненные семена. Высокое содержание белка (%) отмечено у сортов Хабаровская 117 (42,1), Хабаровская 01 (41,3), Мария (40,9), Хабаровская 4 (40,7), ПИМ-95 (40,7), МОК (40,7), Учитель (40,3); среди кормовых сортов – у Черной кормовой (41,2) и Л-74-10 (40,7). Сорты Иван Караманов и Салтус рекомендуются как масличные. Сорты Локус, МОК, Пим-95, ВА3-100 пригодны для получения функциональных продуктов. Наличие сортов разных групп спелости и различного направления использования позволяет удовлетворить любые запросы сельхозпроизводителей, а знание биохимической характеристики способствует формированию более рентабельного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиева А.А. Оптимизация технологических приемов возделывания сои // Аграр. наука. 2016. № 2. С. 14–16.
2. Вишнякова М.А. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: метод. указания. СПб.: Рос. акад. наук., 2010. 141 с.
3. Вишнякова М.А., Сеферова И.В. Соя // Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб.: ВИР, 2005. С. 841–849.
4. Вишнякова М.А., Сеферова И.В., Самсонова М.Г. Требования к исходному материалу для селекции сои в контексте современных биотехнологий // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, № 5. С. 905–916.
5. Доморощенкова М.Л., Демьяненко Т.Ф., Камышева И.М., Крылова И.В., Горшкова Э.И., Меркулова М.И. Исследование фракционного состава белков и жирнокислотного состава масла семян сои сортов отечественной селекции // Вестн. Всерос. науч.-исслед. ин-та жиров. СПб.: ВНИИ жиров. 2019. № 1–2. С. 70–76.
6. Зайцев Н.И., Бочкарев Н.И., Зеленцов С.В. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. Всерос. науч.-исслед. ин-та масличных культур. 2016. Вып. 2 (166). С. 3–11.
7. Казьмин Г.Т., Комолых О.М. Химический и радиационный мутагенез в селекции сои на Дальнем Востоке // Вестн. Рос. акад. сельскохоз. наук. 2000. № 3. С. 27–29.
8. Кучеренко Л.А., Питебская В.С., Савельев А.А. Влияние сроков посева на биохимические показатели семян сои // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. Всерос. науч.-исслед. ин-та масличных культур. Краснодар: ВНИИМК, 2006. Вып. 2 (135). С. 129–131.
9. Мысак Е.В., Селихова О.А. Биохимический состав семян растений сои, выращенных в условиях водного стресса // Мелиорация и водное хозяйство. Пути повышения эффективности и экологической безопасности мелиорации земель юга России: материалы Всерос. науч.-практ. конф. / Новочеркас. инж.-мелиоративный ин-т им. А.К. Кортунова, Донской государственный аграрный университет. Новочеркасск: Лик, 2017. С. 179–186.
10. Питебская В.С., Лукомец В.М. Соя: химический состав и использование. Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2012. 432 с.
11. Питебская В.С., Ефремова Е.Г. Кормовая ценность семян различных сортов сои // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. Всерос. науч.-исслед. ин-та масличных культур. Краснодар: ВНИИМК, 2004. Вып. 1 (130). С. 87–89.
12. Скрипко О.В., Литвиненко О.В., Покотило О.В. Методические рекомендации по использованию новых сортов сои дальневосточной селекции для производства продуктов питания функционального назначения / ФГБНУ ВНИИ сои. Благовещенск: ИПК «Одеон», 2016. 40 с.
13. Телюк Т.А. Влияние условий водного стресса на продолжительность вегетационного периода и продуктивность сои // Молодежь XXI века: шаг в будущее: материалы XIX регион. науч.-практ. конф. Благовещенск: ДальГАУ, 2018. С. 151–153.
14. Фадеев А.А., Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В. Экологическое испытание образцов сои в условиях Чувашии // Кормопроизводство. 2013. № 6. С. 25–26.
15. Шепель О.Л., Стаценко Е.С. Анализ биохимического состава и технологических свойств семян сортов сои селекции ФГБНУ «ДВ НИИСХ» с целью получения продуктов функционального назначения // Вестн. КрасГАУ. 2019. № 4. С. 172–177.

Г.А. КУЗЬМИЦКАЯ, Г.Е. ШЕСТОПАЛОВА

Влияние гидротермических факторов на фенотипический состав сортопопуляции огурца Наследник

В 2016–2018 гг. по основным апробационным признакам семенного плода (семенника) нами была изучена новая сортопопуляция огурца Наследник, определены основные и сопутствующие биотипы, ее составляющие, оценено влияние конкретных гидротермических факторов на ее фенотипический состав. Установлено, что данная сортопопуляция оказалась неоднородной, состоящей из биотипов, различающихся по форме и длине биологически спелых плодов. Встречались 4 формы плодов: яйцевидная – основной биотип, составлявший в разные годы 55,3–71,3 % всей сортопопуляции, цилиндрическая, удлинненно-яйцевидная и удлинненно-цилиндрическая – сопутствующие биотипы, 28,5, 1,6 и 5,7 % соответственно. По длине семенные плоды варьировали в пределах 10–22 см, они разделены на 7 биотипов: 10–12 см, 13–14, 15–16, 17–18, 19–20, 21–22 и >22 см. Длина плода оказалась менее стабильным признаком, чем форма плода, и напрямую зависела от суммы активных температур и количества выпавших за вегетационный период осадков.

Ключевые слова: сортопопуляция, биотипы, апробационные признаки, коэффициент корреляции, форма плода, длина плода.

Influence of hydrothermic factors on phenotypic composition of cucumber variety population Naslednik.
G.A. KUZMITSKAYA, G.E. SHESTOPALOVA (Far East Research Institute of Agriculture, Khabarovsk).

The study of a new variety population of cucumber Naslednik by the main testing attributes of the seed fruit, the determination of the main and associated biotypes of its components, as well as the influence of specific environmental and climatic factors on its phenotypic composition of this variety population was the purpose of our research for 2016–2018. It was found that this variety population was heterogeneous and consisted of biotypes that differ in length and shape of biologically ripe fruits. The conducted research allowed identifying 4 forms (biotypes) of seed fruits: ovoid – the main biotype, which constituted in various years 55.3–71.3 % of the total population, cylindrical, elongated–ovoid and elongated–cylindrical – related biotypes, which on average accounted for 28.5; 1.6 and 5.7 % respectively. The length of the seed fruits varied within 10–22 cm. The 7 biotypes were revealed on this basis: 10–12 cm, 13–14, 15–16, 17–18, 19–20, 21–22 and > 22 cm. The length of the fruit was less stable than the shape of the fruit, and was directly dependent on the sum of active temperatures and number of fallen precipitation during the growing period.

Key words: variety population, biotypes, approbation features, correlation coefficient, fruit shape, fruit length.

Введение

В 2016 г. перспективным по урожайности, качеству продукции и устойчивости к основным вредоносным патогенам культуры признан сорт огурца Наследник селекции ДВ НИИСХ [3], с 2018 г. включенный в Госреестр селекционных достижений РФ. Дальнейшее – сохранение сорта при воспроизводстве – достаточно острая проблема в настоящее время, которая решается при помощи разработки научно обоснованной методики

*КУЗЬМИЦКАЯ Галина Антониевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ШЕСТОПАЛОВА Галина Евгеньевна – научный сотрудник (Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровск). *E-mail: galina-kuzmitskaya@mail.ru

первичного семеноводства, основной целью которого считается не только размножение семян, но и поддержание хозяйственно ценных признаков сортопопуляции.

Известно, что практически все сорта овощных культур, в том числе и огурца, представляют собой подвижные и пестрые популяции, хотя и уравновешенные. В пределах каждой сортопопуляции существует адаптационная форма полиморфизма, или наличие определенных групп (биотипов) растений [7]. Биотипы, составляющие определенную сортопопуляцию, в изменяющихся условиях среды позволяют сохранить сорт при размножении без потери основных присущих ему изначально признаков и свойств. Чтобы стабильно сохранять сорт при воспроизводстве и передать его от селекционера агрономам-семеноводам без риска потери основных ценных качеств и признаков, нужно знать характеристику структуры сортопопуляции (состав и соотношение биотипов), т.е. каждый сорт должен иметь свой «паспорт» [8]. Существует тесная зависимость роста и развития растений от условий внешней среды, имеющая сложный интегральный характер [2].

Цели наших исследований – изучить новую сортопопуляцию огурца Наследник по основным апробационным признакам семенного плода и установить корреляционную зависимость фенотипического состава данной сортопопуляции от гидротермических условий вегетационного периода.

Методика и условия проведения исследований

Исследования проводили в 2016–2018 гг. на семеноводческих посевах огурца ДВ НИИСХ в Хабаровском районе Хабаровского края. Объектом исследований являлся сорт огурца Наследник селекции ДВ НИИСХ. На посев ежегодно использовали семена суперэлиты урожая 2015 г. Агротехника выращивания культуры – общепринятая для данного региона.

В качестве признаков-маркеров при изучении структуры сортопопуляции выбрали форму и длину семенного плода. В анализ включали не менее 300 растений (до 1000 семенных плодов) ежегодно. Установлено, что такого объема материала достаточно для наличия в изучаемой выборке всех биотипов сортопопуляции. Наблюдения, учеты и отбор растений соответствовали установленным для культуры методикам [4–6]. Анализ плодов проводили в период их полного созревания. Данные математически обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [1].

В годы исследований гидротермические показатели значительно различались. Это позволило дать объективную оценку новой сортопопуляции для конкретных агроклиматических условий.

2016 г. В третью декаду мая – срок посева огурца в открытый грунт – стояла достаточно теплая погода, а количество осадков в 2 раза превысило среднемноголетние нормы. В первой декаде июня количество осадков было выше нормы на 46 %. Вторая и третья декады оказались холоднее нормы на 0,5–1,8 °С, дожди шли часто, осадков выпало почти в 3 раза больше обычного, т.е. отмечалось сильное увлажнение почвы. Июль был умеренно теплым, среднемесячная температура воздуха – 22,1 °С, что на 0,7 °С выше среднемноголетних значений, количество осадков незначительно (на 14,8 %) превышало среднемноголетние показатели. Август характеризовался неустойчивой погодой: по температурным показателям в пределах средней многолетней нормы (+0,5 °С) и с осадками выше нормы на 7 %. Погода первой декады сентября (период биологической спелости огурца) была теплой и дождливой, температура воздуха превысила многолетнюю норму на 1,4 °С, осадков выпало 119 % от нормы.

2017 г. В третьей декаде мая погода была неустойчивой, выпало 35 мм осадков, что в 1,6 раза больше нормы. В июне среднемесячная температура воздуха оказалась на 0,9 °С ниже климатической нормы и составила 17,8 °С, осадков выпало 85,4 мм, что на 9 % больше нормы. Июль был умеренно теплым с количеством осадков ниже среднемноголетних

значений, в целом среднемесячная температура воздуха – 22,6 °С – оказалась на 1,2 °С выше нормы, осадков – 76 % от нормы. Август характеризовался неустойчивой погодой, средняя температура воздуха за месяц – на 0,5 °С выше нормы, осадков за месяц выпало 129,4 мм, что на 15 % ниже нормы. Недостаток тепла и периодическое переувлажнение почвы отрицательно сказывались на развитии растений.

2018 г. В течение мая наблюдалось чередование периодов тепла и холода. Стрессовая ситуация для роста и развития сельскохозяйственных культур сложилась летом. В целом среднемесячная температура воздуха в июне оказалась ниже климатической нормы на 0,8 °С и составила 17,1 °С. За месяц выпало 171,4 мм осадков, что в 2,2 раза больше нормы. Июль характеризовался преимущественно теплой погодой, осадков было немного меньше среднемноголетних значений: среднемесячная температура воздуха оказалась в пределах среднемноголетних значений и составила 22,2 °С, месячная сумма осадков – на 14,6 мм ниже нормы. Среднемесячная температура воздуха в августе соответствовала средним многолетним показателям. За месяц выпало осадков всего 29 % нормы. В сентябре преобладала умеренно теплая с осадками в первой половине месяца погода.

Результаты исследований и обсуждение

Считается, что анализ популяции надо начинать с характеристики фенотипических особенностей входящих в нее особей, с установления параметров фенотипической изменчивости по количественным признакам.

Сортопопуляция огурца Наследник оказалась неоднородной по фенотипическому составу, различия наблюдались по форме и длине семенных плодов. Выявлено 4 группы (биотипа) – с цилиндрической, удлинненно-цилиндрической, яйцевидной, удлинненно-яйцевидной формой плодов. Удлинненно-цилиндрическая и удлинненно-яйцевидная формы отличаются соответственно от цилиндрической и яйцевидной длиной плода (>20 см). Установили, что яйцевидная форма, составившая в годы исследований более половины всех изученных плодов сортопопуляции (55,3–71,3 %), – основной биотип. Цилиндрическая, удлинненно-цилиндрическая и удлинненно-яйцевидная формы – сопутствующие биотипы, в среднем за годы исследований их было 28,5, 5,7 и 1,6 % соответственно. В 2017 и 2018 гг. семенных плодов удлинненно-яйцевидной формы не выявлено. На длину биологически спелых плодов в сильной мере влиял климат, она варьировала в пределах 10–23 см в зависимости от количества осадков и теплообеспеченности за вегетационный период (табл. 1). Средняя длина (см) семенников составила по годам исследований: у плодов

Таблица 1

Фенотипический состав сортопопуляции огурца Наследник по длине и форме семенного плода, %

Длина, см	Форма															
	яйцевидная				цилиндрическая				удлинненно-яйцевидная				удлинненно-цилиндрическая			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Ср.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Ср.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Ср.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Ср.
10–12	0	0	3,0	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13–14	2,2	4,3	15,3	7,3	2,5	2,3	6,7	3,0	0	0	0	0	0	0	0	0
15–16	9,8	25,7	37,0	24,2	5,8	10,7	17,8	11,4	0	0	0	0	0	0	0	0
17–18	21,9	33,7	11,0	22,2	7,6	11,7	8,7	6,8	0	0	0	0	0	0	0	0
19–20	21,4	7,6	0	10,0	7,3	3,7	0,5	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0
21–22	0	0	0	0	0	0	0	0	3,6	0	0	1,2	11,6	0,3	0	4,0
>22	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0	0	0,4	5,1	0	0	1,7
Всего	55,3	71,3	66,3	64,7	23,2	28,4	33,7	22,6	4,8	0	0	1,6	16,7	0,3	0	5,7

яйцевидной формы – 15,2–16,5, цилиндрической – 15,6–16,7; коэффициент вариации 7,2–9,0 % (табл. 2).

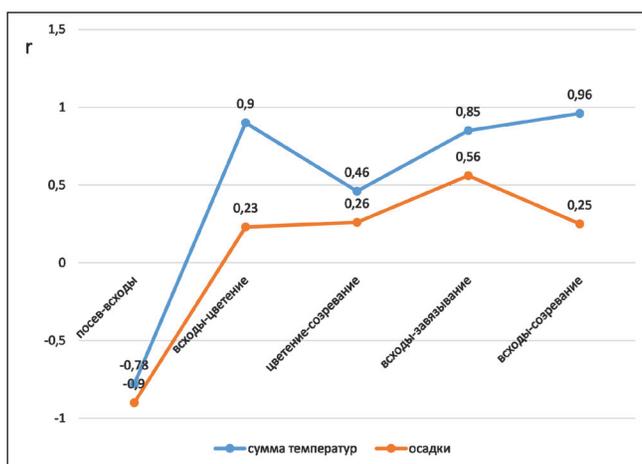
Таблица 2

Результаты дисперсионного анализа структуры сортопопуляции огурца Наследник по длине и форме семенного плода

	Яйцевидная форма			Цилиндрическая форма		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
$X_{\text{ср.}}$	16,27	16,48	15,24	16,72	16,22	15,60
σ	1,467837	1,201795	1,400082	1,268499	1,335584	1,213293
Коэффициент вариации V, %	9,0	7,2	9,1	7,6	8,2	7,8
n	45	187	196	92	75	97
t (α , f)	2,01537	1,97287	1,97227	1,98638	1,99254	1,98498
$\Delta x_{\text{ср.}}$	0,44099	0,15379	0,19005	0,26270	0,30729	0,24453
F		43,3592			18,7083	
$F_{\text{кр.}}$		3,016948			3,030382	

Примечание. $X_{\text{ср.}}$ – средняя длина плода, см; σ – среднее квадратическое отклонение; n – объем выборки, шт.; t (α , f) – критерий Стьюдента, $\alpha = 0,05$; $\Delta x_{\text{ср.}}$ – полуширина доверительного интервала среднего значения; F – значение критерия Фишера фактическое; $F_{\text{кр.}}$ – значение критерия Фишера критическое.

Отмечена сильная положительная корреляционная связь между величиной накопленного тепла за вегетационный период и длиной семенного плода ($r > 0,7$). Корреляционный анализ позволил установить прямую зависимость между длиной семенного плода и суммой активных температур за период «всходы–завязывание плодов» и в целом за вегетационный период: $r = 0,85$ и $r = 0,96$ соответственно (см. рисунок). Рассчитанные коэффициенты корреляции статистически значимы при 95%-м уровне достоверности.



Зависимость (r) между гидротермическими показателями и длиной семенного плода огурца в отдельные периоды развития (в среднем за 2016–2018 гг.)

Это подтверждается и тем фактом, что в 2016 г. с момента появления всходов и до формирования завязей, а также в последующий период общая сумма положительных температур была наивысшей в сравнении с последующими годами исследований (табл. 3), и именно в этом учетном году отмечалось наибольшее количество семенных плодов с самыми

**Гидротермические показатели в период вегетации огурца сорта Наследник
(данные метеостанции, с. Восточное, Хабаровский район)**

Фаза роста	Σ активных температур воздуха, °С			Количество осадков, мм			Гидротермический коэффициент		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Посев–всходы	220,6	423,3	438,1	31,2	51,2	95,0	1,4	1,2	2,2
Всходы–цветение	759,1	782,9	625,3	149,8	140,0	130,1	2,0	1,8	2,1
Цветение–созревание	1085,4	917,2	948,2	262,4	72,2	62,4	2,4	0,8	0,7
Всходы–завязывание	759,1	803,2	625,3	149,8	140,0	139	2,0	1,7	2,2
Всходы–созревание	1844,5	1700,1	1473,5	412,2	212,2	192,5	2,2	1,2	1,3

высокими показателями их длины. Выщепились биотипы с длиной семенников 21–22 см и более, не отмечающиеся в последующие более прохладные и засушливые годы. В условиях данного учетного года 21,4 % биологически спелых плодов изучаемой сортопопуляции имели длину более 20 см. Однако общее количество семенников на растении было небольшим – 1,5. В меньшей степени на длину семенных плодов влияло количество осадков, выпавших за период прохождения растениями огурца различных фенологических фаз. Наблюдалась слабая и средняя зависимость длины семенного плода от количества осадков, выпавших за весь период от всходов до полного биологического созревания плодов ($r = 0,23-0,56$). Последующие годы исследований характеризовались меньшим набором тепла и были более сухими: гидротермический коэффициент равен 1,2 и 1,3 в 2017 и 2018 гг. соответственно. Основную массу семенных плодов в структуре сортопопуляции Наследник в эти годы составили биологически спелые плоды длиной 15–18 см (81,8 %) в 2017 г. и 15–16 см (55 %) в 2018 г., т.е. близкой к средним показателям данного признака в отмеченные годы. Возросла и продуктивность семенных растений до 2,6–3,6 плодов.

Таким образом, проведенные исследования показали, что наибольшее влияние на длину биологически спелых плодов огурца сорта Наследник оказывает суммарный набор положительных температур в период от появления всходов до массового созревания плодов. Выпадение осадков на данный признак повлияло в меньшей степени.

Заключение

Изучение структуры новой сортопопуляции огурца Наследник показало, что она неоднородна по таким признакам, как форма и длина семенных плодов.

Установлено четыре формы плодов: яйцевидная – основной биотип, составивший за годы исследований около 2/3 всей сортопопуляции; цилиндрическая, удлинненно-яйцевидная и удлинненно-цилиндрическая формы – сопутствующие биотипы, выщепляющиеся в сортопопуляции в зависимости от гидротермических условий года.

Длина плода оказалась менее стабильным признаком, чем форма плода, он напрямую зависел от суммы активных температур и количества выпавших за вегетационный период осадков. Отмечена прямая связь между данными климатическими показателями и длиной биологически спелых плодов. Обнаружено, что наиболее сильна положительная зависимость данного признака от температурного фактора: коэффициент корреляции (r) за период от всходов до полного созревания семенных плодов составил 0,96. Сумма осадков за вегетационный период оказала не столь существенное влияние на фенотипический состав сортопопуляции, тем не менее в более засушливые годы установлено преобладание биотипов с короткими плодами (13–16 см), биотипы с семенниками длиной 21 см и более в данных условиях не выщепились.

Форма семенного плода – более стабильный признак, в меньшей степени подверженный влиянию климатических факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Кононыхина В.М. Экологическое обоснование элементов адаптивного семеноводства и оценка качества семян овощных культур: дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2001. 247 с.
3. Кулякина Н.В., Юречко Т.К., Кузьмицкая Г.А. Наследник – новый сорт огурца дальневосточной селекции // Овощи России. № 2. 2018. С. 65–67.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1975. Вып. 4. 182 с.
5. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. В.Ф. Белика. М.: НИИОХ МСХ РСФСР, 1970. 211 с.
6. Мойсейченко В.Ф., Заверюха А.Х., Трифонова М.Ф. Основы научных исследований в плодородстве, овощеводстве и виноградарстве. М.: Колос, 1994. 382 с.
7. Синская Е.Н. Современное состояние вопроса о популяции высших растений // Проблемы популяций у высших растений. Л., 1961. Вып. 1. С. 3–53.
8. Юрьева Н.А. Семеноводство овощных культур и сортопопуляции // Науч. тр. ВНИИССОК. М., 1989. Вып. 29. С. 3–31.

Г.А. КУЗЬМИЦКАЯ, В.А. КИЩЕНКО, Р.У. СВАДКОВА

Сравнительная оценка новых генотипов картофеля из коллекции генетических ресурсов ВИР в условиях муссонного климата Приамурья

В работе представлены результаты исследований по изучению генетического материала картофеля различного происхождения с улучшенными экономически значимыми свойствами с целью дальнейшего использования наиболее перспективных форм для создания сортов, максимально адаптированных к муссонному климату Приамурья. Отобран элитный материал с высокой степенью адаптации к условиям региона, который впоследствии будет использован в качестве источников и доноров хозяйственно ценных признаков с целью создания сортов с улучшенными экономически значимыми свойствами (урожайность, качество продукции), комплексной устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам Хабаровского края.

Ключевые слова: картофель, гибрид, генетические ресурсы, продуктивность, устойчивость к болезням, Хабаровский край.

Comparative assessment of new potato genotypes from genetic resources collection of VIR in the monsoon climate of Priamurye. G.A. KUZMITSKAYA, V.A. KISHCHENKO, R.U. SVADKOVA (Khabarovsk Federal Research Centre FEB RAS, Far Eastern Research Institute of Agriculture, Khabarovsk).

The results of the researches of potato genetic material of different origin with improved economically significant properties with the aim of further use of the most perspective forms for creation the sorts maximally adapted to the monsoon climate of Priamurye are presented in this article. The elite material with high degree of adaptation to the region conditions is selected. Further it will be used as sources and donors of economically valuable properties for creation of sorts with improved economically significant properties (productivity, production quality), complex resistance to biotic and abiotic factors of Khabarovsk Region.

Key words: potato, hybrid, genetic resources, productivity, disease-resistance, Khabarovsk Region.

Введение

Картофель, являющийся одним из основных продуктов питания на большей части территории России, относится к стратегически важным сельскохозяйственным культурам. Следует отметить, что в большинстве регионов страны картофель подвержен сильному вырождению. Значительные потери урожая и снижение товарных и семенных качеств клубней связаны также с поражением картофеля грибными, бактериальными и неинфекционными болезнями. В связи с этим существует потребность пополнения сырьевой базы картофеля сортами отечественной селекции, в максимальной степени адаптированными к условиям конкретного региона.

*КУЗЬМИЦКАЯ Галина Антониевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, КИЩЕНКО Владимир Алексеевич – старший научный сотрудник, СВАДКОВА Раиса Усмановна – научный сотрудник (Хабаровский федеральный исследовательский центр ДВО РАН, обособленное подразделение Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровск).

*E-mail: galina-kuzmitskaya@mail.ru

Создание устойчивых к болезням сортов культурных растений – важнейшая задача селекции. Проблема исходного материала наряду с методами генетического анализа и основными приемами селекции остается краеугольным камнем в работе по созданию новых сортов картофеля. Сорта интенсивного типа можно создавать при условии включения в селекционный процесс хозяйственно ценного исходного материала, т.е. доноров-улучшателей существующих сортов [5]. Для селекции на адаптивность важно использовать жизненные формы разного эколого-генетического материала. При создании сортов для отдельных регионов требуется постоянный поиск новых генотипов среди большого разнообразия сортов, видов, форм и разновидностей картофеля [3].

Для создания высокопродуктивных сортов картофеля нового поколения ежегодно проводится комплексное изучение гибридного материала на всех этапах селекционного процесса с последующим выделением и отбором хозяйственно значимых генотипов. Основные направления, по которым ведутся селекционные работы, – продуктивность, скороспелость, качество клубней, устойчивость к раку, картофельной нематоде, фитофторозу, ризиктониозу, парше, макроспориозу, бактериальным и вирусным заболеваниям [1].

Цель исследований – провести оценку и отбор элитного материала генетической коллекции картофеля с целью создания сортов с улучшенными экономически значимыми свойствами (урожайность, качество продукции), комплексной устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам Хабаровского края.

Основные задачи исследовательской работы – изучить коллекцию картофеля в гибридном питомнике по основным хозяйственно ценным признакам; выделить наиболее перспективные источники этих признаков с целью дальнейшего использования селекционного материала для производства сортов, максимально адаптированных к абиотическим и биотическим факторам Хабаровского края.

Новизна. Впервые в условиях Хабаровского края проведено изучение и оценка гибридных сортообразцов картофеля различного происхождения с улучшенными экономически значимыми признаками. Выделен элитный материал для дальнейшего вовлечения в селекционный процесс в качестве источников хозяйственно ценных признаков с целью создания новых сортов картофеля для условий Хабаровского края.

Методика и условия проведения исследований

Исследования проводили на полях селекционного севооборота ДВ НИИСХ. Предшественник в опыте – зерновые. Агротехника, общепринятая для условий Хабаровского края, включала: вспашку поля с осени на зябь, перепахивание весной, весеннюю культивацию, нарезку гряд, внесение комплексного удобрения с маркировкой $N_{15}P_{15}K_{15}$ из расчета 500 кг в физическом весе на 1 га перед посевом.

Объектом исследований служили 163 гибрида картофеля из коллекции генетических ресурсов Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова.

В гибридном питомнике образцы картофеля высаживали вручную на делянках площадью 6 м². Стандарты – районированный в регионе сорт картофеля Ветеран местной селекции и инорайонный сорт Юбилар.

Уход за посевами заключался в междурядных обработках в период до всходов и в фазу полных всходов и окучивании растений картофеля в период вегетации. В фазу цветения в питомнике проведена фитопрочистка и обработка гербицидом Зонтран, ККР из расчета 1 л/га для уничтожения сорной растительности. Далее провели первую обработку против фитофторы препаратом Метамил МЦ из расчета 2,5 кг/га и вторую обработку препаратом Курзат Р из расчета 2,5 кг/га.

В период вегетации проводили фенологические наблюдения: у растений отмечали начало и полные всходы; начало и массовое цветение; увядание ботвы.

Фитопатологическую оценку коллекционных образцов картофеля проводили визуально в фазу бутонизации – начала цветения по вегетативной части растений.

Уборку клубней осуществляли вручную с определением урожайности путем взвешивания. Все учеты и наблюдения в период вегетации проводили в полном соответствии с Методикой полевого опыта и Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [2, 4, 6]. После уборки проведен клубневый анализ картофеля.

Метеорологические условия в период исследований

Климатические условия в период активной вегетации картофеля складывались по-разному. Для начального роста и развития культуры гидротермические условия были преимущественно благоприятными. В апреле в основном преобладала теплая сухая погода. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С к положительным значениям произошел 2–4 апреля. В целом за месяц среднесуточные температуры приземного слоя воздуха были на 1,2 °С выше средних многолетних значений (рис. 1).

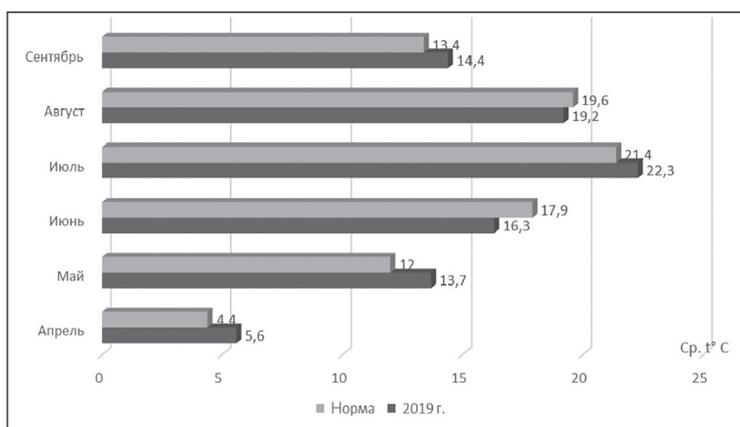


Рис. 1. Температура приземного слоя воздуха в период активной вегетации картофеля в районе исследований

В течение мая наблюдалось чередование периодов тепла и холода. Аномально теплая погода отмечалась в первой и третьей пятидневках мая, а также в середине третьей декады, среднесуточная температура воздуха в эти дни на 7–10 °С превышала климатическую норму. Во второй половине мая установилась дождливая погода. Количество выпавших за май осадков составило 115 мм при среднемноголетних значениях 60 мм (рис. 2).

На полях отмечалось переувлажнение почвы вследствие продолжительных ливневых осадков. Несмотря на это, картофель посадили в оптимальные сроки – 25 мая. В период появления всходов картофеля отмечалась достаточная тепло- и влагообеспеченность.

Среднемесячная температура приземного слоя воздуха в июне была на 1–3 °С ниже среднемноголетних значений, вторая декада месяца характеризовалась особенно пониженным температурным режимом. Шли проливные дожди, местами сильные с суточной интенсивностью 19–40 мм, месячное их количество составило 123 % к среднемноголетним значениям. Несмотря на неустойчивый гидротермический режим, условия для развития картофеля были удовлетворительными.

Для июля были характерны значительные колебания температуры воздуха и влажности. Максимальная дневная температура приземного слоя воздуха в наиболее теплые дни повышалась до 34 °С в первую и вторую декады месяца, ночная температура понижалась до 11 °С. Поверхность почвы прогревалась до 37–45 °С. Достаточная теплообеспеченность

посадок картофеля способствовала наступлению цветения и началу клубнеобразования. В течение всей третьей декады июля шли интенсивные ливневые дожди, приведшие к критическому переувлажнению почвы. Относительная влажность воздуха достигала 100 %, что способствовало массовому появлению и развитию фитофтороза на растениях картофеля.

В августе отмечалось опасное агрометеорологическое переувлажнение почвы вследствие чрезмерного количества выпавших осадков, высокой влажности воздуха и порывистого ветра (скорость до 20 м/с). Сложившиеся стрессовые условия способствовали развитию патогенов культуры картофеля разной этиологии и затрудняли уборку.

Гидротермический коэффициент за период вегетации картофеля варьировал от 0,1 до максимальных значений в августе – 5,4 (рис. 3).

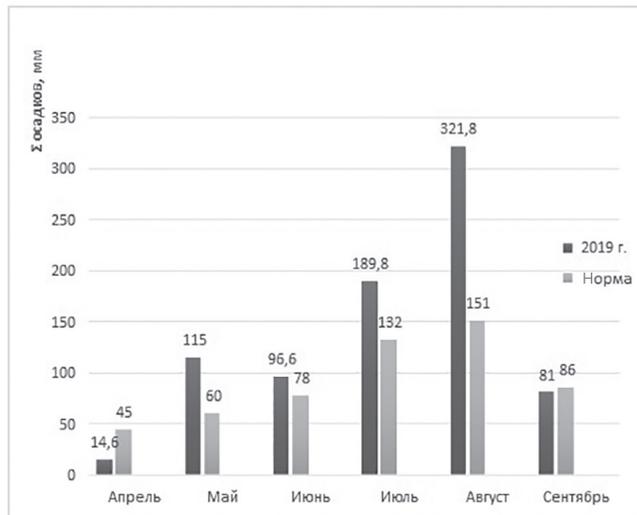


Рис. 2. Количество осадков, выпавших в период активной вегетации картофеля

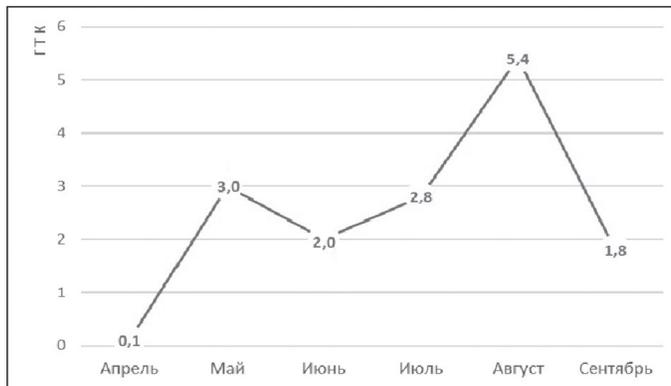


Рис. 3. Гидротермический коэффициент (ГТК) в период проведения исследований

Столь неоднозначные погодные условия в отдельные периоды вегетации позволили дать объективную оценку селекционному материалу по устойчивости к био- и абиострессам региона.

Результаты исследований

В питомнике проведена всесторонняя оценка 163 гибридов картофеля из коллекции генетических ресурсов ВИР им. Н.И. Вавилова. Основные параметры, по которым проводилось изучение представленного исходного материала, – продолжительность вегетационного периода, устойчивость ботвы и клубней к вирусным и грибковым заболеваниям, продуктивность и крахмалистость клубней.

Анализ показал, что из представленных в питомнике 163 гибридных сортообразцов всего 25 (15,3 %) оказались высокоадаптированными к стрессовым гидротермическим условиям Хабаровского края, сложившимся в период проведения исследований, и могут представлять интерес для дальнейшего изучения. Данные гибридные комбинации в благоприятных погодных условиях в начале вегетации показали высокую всхожесть (80–100 %) и отличались наиболее ранними сроками наступления и прохождения фенологических фаз «посадка–всходы» и «всходы–цветение». Самые ранние массовые всходы отмечались 5 июня у гибридов 2212-4 (Беллароза × Киви) и 2346-20 (Удача × Гала), что на 5–9 дней раньше, чем у стандартных сортов. Позже других, 24 июня, взошли образцы 2304-4 и 2304-6 (Метеор × Беллароза). Массовое отмирание ботвы у изучаемых гибридных образцов было довольно растянутым (15 дней) и наблюдалось в период с 26 августа по 10 сентября.

Возникновение и распространение болезней на посадках картофеля может привести к потере половины урожая и более, а также значительно ухудшить его качество, что и произошло в учетном году.

Фитопатологическая оценка устойчивости гибридного материала к основным болезням картофеля, проведенная в фазу цветения, позволила установить, что изучаемые гибридные образцы в начале своего роста и развития проявили различную степень поражения фитофторозом листьев. И хотя подавляющее большинство сортообразцов (84,6 %) оказались в сильной степени пораженными данным патогеном (балл устойчивости 1–3), все же была выделена группа перспективных гибридов в количестве 25 сортообразцов, у которых на 22 августа отсутствовало проявление данного заболевания на листьях, а балл устойчивости составил 5–7 и 8–9 (рис. 4).

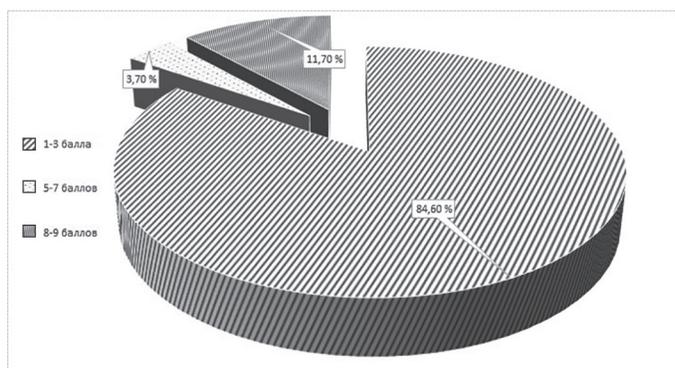


Рис. 4. Степень устойчивости картофеля к фитофторозу листьев

Однако сложившиеся впоследствии погодные условия оказались крайне благоприятными для распространения фитофтороза сначала на вегетативных органах, а затем и на клубнях. Развитие указанного заболевания в дальнейший период исследований приняло эпифитотийный характер. Вследствие этого к началу уборки у большинства анализируемых образцов наблюдалось массовое поражение фитофторозом клубней, в результате чего отмечалось сильное снижение урожайности не только у всех изучаемых образцов, но и у районированных сортов-стандартов. Экстремальные погодные условия в период клубнеобразования позволили провести более достоверную оценку гибридов на устойчивость к стрессовым факторам внешней среды.

Визуальный учет поражения клубней основными патогенами показал, что распространенность фитофтороза на клубнях была различной. В наименьшей степени (0–5 %) пораженными оказались сортообразцы из выделенной при проведении исследований группы наиболее перспективных, а образцы 2212-12; 2304-6; 2342-25; 2380-22 проявили полный иммунитет к данному заболеванию (см. таблицу).

Характеристика перспективных сортообразцов картофеля

Селекционный номер	Происхождение	Урожайность, ц/га	Прибавка к стандарту, ц/га		Устойчивость к болезням, баллы		Уродливость клубней, %	Растрескивание, %	Крахмал, %
			Юбиляр	Ветеран	фитофтороз				
					макроспориоз	листьев клубней			
2214-4	Беллароза N × Киви N*	175,0	0	-70,0	8	5	5	0	10,2
2210-6	Дубрава N × Киви N	192,5	+17,0	-52,5	9	7	5	5	11,7
2212-12	Беллароза N × Киви N	245,0	+70,0	0	9	7	0	0	16,2
2380-3	Суларья N × Лабадия N	192,5	+17,5	-52,5	9	7	5	5	10,7
2304-5	Метеор N × Беллароза N	210,0	+35,0	-35,0	9	5	5	0	11,5
2304-4	Метеор N × Беллароза N	175,0	0	-70,0	8	7	5	0	12,2
2304-6	Метеор N × Беллароза N	245,0	+70,0	0	9	7	0	5	13,2
2346-1	Удача × Галя N	175,0	0	-70,0	8	7	5	0	10,2
2212-1	Беллароза N × Киви N	157,5	-17,5	-87,5	8	7	5	5	11,7
2346-8	Удача × Галя N	210,0	+35,0	-35,0	9	5	5	5	10,2
2346-20	Удача × Галя N	175,0	0	-70,0	9	7	5	0	9,8
2346-9	Удача × Галя N	245,0	+70	0	8	7	5	5	13,7
2209-2	ВР808 N × Киви N	227,5	+52,5	-17,5	9	7	5	5	17,2
2342-25	8-5-2004 N × Галя N	175,0	0	-70,0	9	7	0	0	11,7
2380-22	Суларья N × Лабадия N	192,5	+17,5	-52,5	9	5	0	5	9,9
2342-4	8-5-2004 N × Галя N	157,5	-17,5	-87,5	9	5	5	5	11,9
2346-12	Удача × Галя N	175,0	0	-70,0	9	7	5	0	8,4
2380-4	Суларья N × Лабадия N	175,0	0	-70,0	9	7	5	5	10,7
2342-8	8-5-2004 N × Галя N	210,0	+35,0	-35,0	9	7	5	0	13,4
2380-15	Суларья N × Лабадия N	175,0	0	-70,0	8	7	5	0	10,7
2210-5	Дубрава N × Киви N	192,5	+17,5	-52,5	8	7	5	0	10,5
2212-15	Беллароза N × Киви N	245,0	+70,0	0	9	7	5	0	14,7
2277-6	Фелокс N × FL2373	245,0	+70,0	0	8	7	5	0	13,7
2346-3	Удача × Галя N	175,0	0	-70,0	9	7	5	5	11,0
2277-1	Фелокс N × FL2373	192,5	+17,5	-52,5	9	7	5	0	12,4
Ст.	Юбиляр	175,0	0	-70,0	8	5	5	10	12,1
Ст.	Ветеран	245,0	+200	0	8	5	5	5	16,2
	НСР ₀₅	70,0							

Эти же гибриды показали наименьший процент поражения клубней паршой (от 0 до 5 %). Степень устойчивости к данным патогенам у перспективных сортообразцов – на уровне стандартных сортов Ветеран и Юбиляр.

В результате исследований установлено, что среди болезней, отмеченных на гибридных образцах, преобладали вирусные: вирусное скручивание листьев и морщинистая мозаика. Вредоносной вирусной инфекцией с различной степенью распространенности (5–100 %) было поражено подавляющее большинство гибридов питомника – 98 образцов.

Из выделенной группы перспективного генетического материала мозаика незначительно (5 %) проявилась лишь у 2380-15 (Сударыня × Лабадия) и сорта-стандарта Ветеран. Деформации листьев у перспективных гибридов не выявлено.

При определении структуры урожая наиболее продуктивными с высоким содержанием товарных клубней (11 шт.) и массой 0,7 кг (245 ц/га) в гнезде оказались гибриды 2212-15; 2304-6; 2346-9; 2212-12; 2277-6, показавшие значения, равные таковым у сорта-стандарта Ветеран и превзошедшие по данному показателю сорт-стандарт Юбиляр на 200 г с куста (70 ц/га). Остальные изучаемые гибриды оказались менее урожайными, масса клубней в гнезде не превышала 0,45 кг.

Содержание крахмала у представленных сортообразцов было на уровне 8,4–16,2 %, что характерно для среднекрахмалистых сортов. Исключением явился гибридный образец 2209-2 (ВР 808 × Киви), у которого содержание крахмала составило 17,2 % – больше, чем у стандартных сортов Юбиляр (на 5,1 %) и Ветеран (на 1,0 %).

У выделенных перспективных образцов преобладали клубни округлой и округло-овальной формы со средним их числом в гнезде не менее 11 шт. и массой 70–100 г. Глазки мелкие до среднеглубоких с равномерным распределением по всему клубню.

Заключение

В гидротермических условиях прошедшего вегетационного периода, сложившихся в Хабаровском крае, путем всестороннего анализа коллекции генетического материала выделено 25 перспективных гибридов, которые могут быть использованы в селекционном процессе в качестве источников и доноров ценных признаков.

Наиболее интересными для применения по различным направлениям селекции оказались следующие гибриды:

на продуктивность: 2212-15; 2304-6; 2346-9; 2212-12; 2304-6; 2304-5; 2209-2; 2342-8; 2277-6, имеющие в гнезде максимальное количество товарных клубней с наибольшей массой, урожай 240–245 ц/га;

на устойчивость к комплексу заболеваний: 2304-4; 2210-6; 2212-12; 2212-1; 2380-4; 2212-15;

на повышенное содержание крахмала: 2209-2; 2212-12; 2212-15; 2304-6.

Выделенный элитный селекционный материал в дальнейшем будет использован для создания сортов с улучшенными экономически значимыми свойствами, комплексной устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессорам Хабаровского края.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болиева З.А., Плиев И.Г., Царикаев З.А. Результаты исследований гибридов картофеля селекции Горского ГАУ // Горное сельское хозяйство. 2017. № 3. С. 57–63.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Кабунин А.А., Кабунина И.В. Организация селекционной работы с картофелем // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 5. С. 5–6.
4. Киселёв Е.П., Новосёлов А.К. Селекция и семеноводство картофеля на Дальнем Востоке. Хабаровск, 2001. 262 с.
5. Мамедов М.И., Скворцова Р.В., Кондратьева И.Ю., Пышная О.Н. Научный уровень лаборатории селекции пасленовых культур // Науч. тр. по селекции и семеноводству. Т. 1. М., 1995. С. 96–109.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985. Вып. 1. 269 с.

Н.Ф. КЛЮЧНИКОВА, М.Т. КЛЮЧНИКОВ

Профилактика скрытого эндометрита коров на молочных фермах Хабаровского края

На молочных фермах Хабаровского края обследовано 2334 коровы в период охоты. Выявлено 31,6 % особей, больных скрытой формой эндометрита. Оплодотворяемость коров с данной патологией на 42,2 % ниже, чем здоровых особей. Опытным путем разработаны более эффективные по сравнению с существующими способы диагностики скрытого эндометрита у коров перед осеменением. Однократная инъекция селенита натрия глюкокостельным коровам снижает количество больных эндометритом на 21,7 %.

Ключевые слова: корова, скрытый эндометрит, способ диагностики, Хабаровский край.

Aspects of prophylaxis of the latent endometritis of cows in dairy farms of the Khabarovsk Krai.
N.F. KLYUCHNIKOVA, M.T. KLYUCHNIKOV (Far Eastern Research Institute of Agriculture, Khabarovsk Krai, Vostochnoe village).

In dairy farms of the region 2334 cows were inspected during the wish period. 31.6 % of sick cows with latent endometritis were revealed. The impregnation of animals with this pathology is 42.2 % lower in comparison with healthy individuals. The more effective methods of diagnostics of cow latent endometritis before the insemination are developed empirically. The one-time injection of sodium selenite to the down-calving cows lowers the quantity of sick cow endometritis on 21.7 %.

Key words: cow, latent endometritis, diagnostic method, Khabarovsk Region.

Введение

Более чем полувековой опыт работы на молочных фермах юга Дальнего Востока убеждает в том, что репродуктивная способность коров была и остается здесь проблемой номер один. Именно этот фактор лимитирует экономическое благополучие скотоводства в регионе. Производство молочного скотоводства является рентабельным при условии ежегодного получения 95–100 телят от 100 коров. На практике средний выход телят в регионе не превышает 75 %, а в ряде хозяйств этот показатель менее 50 %. Основная причина низкой репродуктивности молочных коров – нарушение условий кормления и содержания крупного рогатого скота. Многочисленные исследования крови глюкокостельных и лактирующих коров, проведенные краевыми и областными ветеринарными лабораториями региона, свидетельствуют об остром дефиците каротина, дисбалансе фосфора и кальция в организме животных, причем в ряде случаев дефицит каротина у коров наблюдается даже в конце пастбищного периода – в сентябре–октябре [6]. На фоне дефицита каротина резко снижаются защитные функции организма и, как следствие, развиваются патологические процессы в органах пищеварения, дыхания, размножения. Вагиниты, цервициты, эндометриты регистрируются у 30–32 % коров после отела. Иногда эта патология встречается у 60 % животных [5, 10].

*КЛЮЧНИКОВА Наталья Федоровна – доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора, КЛЮЧНИКОВ Михаил Тихонович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровский край, с. Восточное).

*E-mail: nauka1952@mail.ru

Особую опасность представляет скрытая форма эндометрита (*Endometritis chronica latentia*). Эта патология широко распространена в нашей стране и за рубежом. По данным Ю.Н. Попова [16], Н.И. Полянцева [14], у 50–70 % длительно бесплодных коров диагностирован скрытый эндометрит. Аналогичные данные приводит И.В. Коренник [8]. По его наблюдениям, 50 % коров с этой патологией выбывают из стада. Международная молочная федерация Европейской ассоциации животноводов ежегодно регистрирует от 10 до 66,3 % случаев хронического эндометрита у молочных коров. Латентные формы эндометрита являются основной причиной перегулов коров. Они могут проявляться только в период охоты в виде гнойного экссудата, но чаще без видимых изменений течки [17].

Гистологическими исследованиями эндометрия у коров со скрытым воспалением слизистой оболочки матки выявлены дегенеративные и воспалительные изменения. В половине случаев никаких изменений эндометрия не прослеживается [4]. Бактериологический контроль проб маточного секрета от коров, больных эндометритом, не всегда позволяет обнаружить микроорганизмы. Они обнаруживаются только в 61 % проб, в большинстве своем это стафилококки и стрептококки [3].

Ввиду особенностей клиники и патогенеза скрытых эндометритов диагностика их крайне затруднительна, диагностические методы недостаточно разработаны, а многие из них малоэффективны [12]. Наиболее ранний метод Уайтсайда в модификации Ю.Н. Попова определяет наличие болезни по реакции свежей слизи из шейки матки с 4%-м раствором химически чистого едкого натрия на дистиллированной воде. Биологический метод по Н.Д. Флегматову имеет малую специфичность в качестве теста на скрытый эндометрит [12]. В условия крупных молочных ферм для диагностики скрытого эндометрита у коров В.Г. Гавриш предложил использовать ляписную пробу с мочой [4]. Она позволяет выявлять эту патологию в 100 % случаев. К ее недостаткам следует отнести необходимость кипячения смеси мочи и 5%-го водного раствора ляписа. Кроме того, данный тест дает положительную реакцию при других заболеваниях, в том числе болезнях печени, желудочно-кишечного тракта, при атрофии, гипофункции яичников, воспалении почек и мочевых путей.

Среди специалистов в области биологии размножения животных существует особое мнение по проблеме эндометрита. Так, В.К. Копытин и В.С. Шипилов [7] отрицают объективность реакции Уайтсайда для диагностики скрытого эндометрита, как и само существование такого заболевания.

В практическом аспекте слабо решены проблемы повышения оплодотворяемости коров при скрытом эндометрите. По данным Н.И. Полянцева, хорошие результаты получены при введении в полость матки 5%-й эмульсии йодвисмутсульфаниламида в дозе 15 мл через 12 ч после осеменения. Оплодотворяемость повысилась с 46,0 до 67,6 %. А.А. Осетров рекомендует 1,5%-ю суспензию фуразолидона на 2%-м водном растворе метилцеллюлозы через 12 ч после осеменения в дозе 30 мл. Удовлетворительные результаты дает внутриматочное введение водных растворов антибиотиков [14]. К недостаткам этого приема следует отнести трудоемкость приготовления стерильных растворов в условиях ферм, а также различную чувствительность к ним микрофлоры матки. Имеются данные о невысокой эффективности санации матки в период охоты. Оплодотворяемость в опыте составила 34,2 %, в контроле – 54,8 % [14].

Ведутся поиски более эффективных способов профилактики перегулов при данной патологии. В частности, предложен препарат на основе наночастиц серебра. Введение его в матку привело к выздоровлению 89,2 % коров и сокращению сервис-периода на 4 дня [9]. Хорошие результаты получены при лечении скрытого эндометрита препаратом «Митрек»: продолжительность сервис-периода сокращается на 6–14 дней [1, 17].

Обзор литературы свидетельствует о широком распространении скрытого эндометрита коров в молочных стадах и слабой изученности этиопатогенеза данной патологии. Этому во многом препятствует отсутствие надежного и простого способа диагностики заболевания.

Цель настоящего исследования – изучить этиологию скрытого эндометрита у коров в условиях молочных ферм Хабаровского края. В задачу исследования входили сравнительная оценка двух способов диагностирования скрытого эндометрита – способа Уайтсайда–Попова и предложенного авторами, а также изучение влияния однократной инъекции селенита натрия за 20 дней до отела на возникновение послеродовых эндометритов.

Материалы и методы

Работа по данной проблеме велась периодически с 1991 по 2019 г. на молочных фермах Хабаровского края. Обследованы 2334 коровы черно-пестрой и голштинской пород разного возраста и уровня молочной продуктивности. В период охоты стерильными одноразовыми пипетками отбирали пробы цервикального секрета для постановки диагноза на скрытый эндометрит. Для этого использовали метод Уайтсайда в модификации Ю.Н. Попова [13, 15, 16].

На 452 коровах провели сравнительную оценку диагностирования скрытого эндометрита методом Уайтсайда–Попова и способом, предложенным авторами.

Методом групп-аналогов на 617 коровах изучили влияние однократной инъекции селенита натрия за 20 дней до отела на возникновение послеродовых эндометритов.

Биометрическую обработку полученных данных осуществляли в соответствии с руководством Н.А. Плохинского [11].

Результаты и обсуждение

Результаты обследования 2334 коров в период охоты на шести фермах Хабаровского края приведены в табл. 1.

Таблица 1

Встречаемость скрытого эндометрита у коров на молочных фермах Хабаровского края

Ферма	Наличие болезни		Сомнительный диагноз		Отсутствие болезни		Кол-во обследованных коров
	Кол-во коров	%	Кол-во коров	%	Кол-во коров	%	
№ 1	550	33,3	603	36,5	498	30,2	1651
№ 2	21	15,3	52	38,0	64	46,7	137
№ 3	0	0	7	38,9	11	61,1	18
№ 4	77	26,1	52	17,6	166	56,3	295
№ 5	28	29,8	15	16,0	51	54,2	94
№ 6	61	43,9	48	34,5	30	21,6	139
Итого	737	31,6	777	33,3	820	35,1	2334

Положительная реакция на скрытый эндометрит в среднем по всему поголовью получена у 31,6 % животных, приведенных для осеменения. Этот показатель в разных стадах варьировал от 15,3 до 43,9 %. Количество больных животных незначительно различалось в зависимости от времени обследования после отела. Более сильное влияние на возникновение скрытого эндометрита в обследованных стадах оказывал сезон отела. Зимой и весной эта патология встречалась в 6 раз чаще, чем летом и осенью. Одной из возможных причин этого является низкое содержание питательных веществ, в частности каротина, в зимне-весенних рационах коров. При норме 490–510 мг фактическое содержание питательных веществ составляло менее 200 мг, т.е. на 62 % меньше нормы. Дефицит витамина в кормах неизбежно отражается на организме животных. Это подтвердили анализы крови 15 глубокоостельных коров, проведенные в конце зимне-стойлового периода. При норме 0,416–2,220 мг % среднее содержание каротина в пробах крови было 0,320 мг %

при варьировании значений у отдельных особей от 0,222 до 0,360 мг %. По мнению ряда специалистов, именно дефицит каротина в кормах усиливает вероятность возникновения послеродовых эндометритов [6, 14].

С экономической точки зрения эндометрит представляет серьезную проблему. По нашим данным, оплодотворяемость 121 здоровой коровы составила 62,8 %, а эффективность осеменения 187 коров с положительной пробой цервикального секрета на скрытый эндометрит оказалась значительно меньше – всего 20,6 %. Оплодотворяемость 115 животных с сомнительной пробой составила 36,5 %. Низкая оплодотворяемость коров с наличием эндометрита приводит к потере продукции на общую сумму 915, 6 тыс. руб. в год без учета затрат на лечение больных животных. Несмотря на высокую встречаемость скрытых эндометритов, данная болезнь находится вне повседневных забот специалистов хозяйств. Одна из причин этого – сложность постановки диагноза. Внешне болезнь проявляется только во время охоты, в виде небольшого вкрапления гноя в секрете, выделяющегося из половых органов. Однако после осеменения выделения становятся мутными, более обильными с примесью хлопьев гноя.

Существует несколько способов диагностики скрытых эндометритов по реакции цервикального секрета во время охоты с различными реактивами [2, 16, 18, 19]. В нашей работе мы использовали способ Уайтсайда–Попова [16]. Он более прост в условиях производства. Недостатком данного способа является нечеткое различие в окраске раствора при положительной и сомнительной реакциях, особенно при плохом освещении. В этой связи нами предложена модификация пробы. В 4%-й раствор NaOH и цервикальный секрет после кипячения добавляли стандартный раствор фурацилина в количестве, равном объему цервикального секрета. Результаты реакции оценивали по изменению окраски смеси. Появление темной мутной окраски смеси сразу после добавления фурацилина оценивалось как положительная проба на скрытый эндометрит. Впоследствии диагноз подтвердился низкой оплодотворяемостью коров с данным заболеванием. Ярко-вишневая, малиновая окраска, хорошо видимая даже при слабом освещении, характерна для здоровых животных. Быстрый переход ярко-вишневой окраски в коричневые цвета оценивается как сомнительная проба на скрытый эндометрит. Эффективность нового способа была проверена на 452 коровах перед осеменением. Каждую пробу секрета одновременно проверяли двумя способами (табл. 2).

Таблица 2

Результаты сравнительной оценки способов диагностирования скрытого эндометрита у коров

Диагноз	По Уайтсайду–Попову			Модифицированный метод		
	Осеменено		Оплодотвори- лось, %	Осеменено		Оплодотвори- лось, %
	коров	%		коров	%	
Наличие диагноза	149	33,0	28,2 ± 1,8	62	13,7	29,4 ± 2,2
Сомнительный диагноз	169	37,4	43,8 ± 3,3	299	66,2	37,4 ± 3,7
Отсутствие диагноза	134	29,6	49,2 ± 4,3	91	20,1	60,8 ± 6,8
Всего	452	100	40,3	452	100	40,3

В процессе эксперимента обнаружено существенное различие в оценке гинекологического статуса животных. Классическая проба выявила 29,6 % здоровых и 33,0 % больных особей, а модифицированная – соответственно 20,1 и 13,7 %. Если учитывать связь показателей диагноза с оплодотворяемостью коров, то следует отдать предпочтение модифицированному способу.

В своих исследованиях впервые в ветеринарной практике мы использовали физический метод диагностики скрытого эндометрита коров. В его основе лежит принцип изменения электропроводности цервикального секрета коров. Ранее этот метод предлагался для уточнения сроков осеменения коров в период охоты. Известно, что сопротивление секрета слизистых оболочек половых органов находится под сильным влиянием гормонов яичника. По мере созревания фолликулов и увеличения в крови эстрогенов электрическое

сопротивление секретов слизистых оболочек органов размножения снижается, после овуляции – резко повышается. Патентный поиск подтвердил отсутствие исследований физических свойств цервикального секрета коров, больных эндометритом, что и послужило обоснованием для выполнения данной работы. С этой целью нами были изготовлены прибор и датчик для полевых измерений. Было проведено 28 параллельных определений. Обнаружены существенные различия электропроводимости цервикального секрета здоровых и больных эндометритом коров. У здоровых коров значение этого показателя составляло 1,98 ед., у больных – 2,33 ед. при среднем значении 1,94 ед. в обследованной группе коров. Оплодотворяемость коров находилась в обратной зависимости от показаний прибора. Одновременно у всех коров ставили диагноз по реакции цервикального секрета на пробу Уайтсайда–Попова. Оба метода показали одинаковое количество больных животных – 17,8 %. Но в условиях производства электрический способ диагноза скрытого эндометрита практичнее из-за его простоты и гигиеничности.

Особенности этиопатогенеза и диагноза скрытого эндометрита исключают возможность терапевтического вмешательства вне периода охоты. В этой связи с целью профилактики перегулов коров провели оценку эффективности санации матки коров раствором левомицетина. Раствор готовили по прописи: 0,1 г левомицетина растворяли в 100 мл 2,9%-го раствора натрия лимоннокислого пятиводного трехзамещенного. Затем разливали в ампулы по 1 мл, запаивали и стерилизовали. Абсолютную переживаемость спермиев проверяли в стандартном растворе цитрата и цитрата с левомицетином. На пяти фермах осеменили 1424 коровы размороженным семенем в цитрате с левомицетином, в контроле 1035 коров осеменили семенем того же быка, но размороженным в стандартном растворе цитрата. Оплодотворяемость составила $46,84 \pm 1,3$ и $38,07 \pm 1,5$ % соответственно. Различие в пользу опыта 8,77 % достоверно ($t_d = 4,43$, $P < 0,001$).

Необходимость совершенствования методов диагностики болезней репродуктивных органов не вызывает сомнений. Но учитывая особенности этиопатогенеза скрытого эндометрита, в практическом аспекте экономически более оправданы профилактические мероприятия, снижающие вероятность возникновения данной патологии. В условиях региона прежде всего следует обратить внимание на устранение недостатков в кормлении животных, о чем свидетельствуют наши опыты с инъекциями 5 мл 1 %-го раствора селенита натрия за 20 дней до отела. Инъекции селенита натрия провели 313 глубокостельным коровам. Из них в течение 3 мес. после отела в охоту пришло 73,8 % животных, в том числе с отрицательной пробой – 47,2 % (109 коров). В контрольной группе из 304 коров за 3 мес. половые циклы возобновились у 192 (63,2 %) особей. Отрицательную пробу дали 49 коров (25,5 %), стельными после осеменения стало 59,2 % особей. Без учета диагноза оплодотворяемость коров в первую охоту после отела в опытной группе составила $52,8 \pm 2,8$ %, в контрольной – $40,6 \pm 3,5$ % (табл. 3).

Таким образом, устранение дефицита только одного микроэлемента сократило количество животных с эндометритом на 17,6 % и существенно улучшило результаты осеменения. В конечном итоге по опытной группе коров было дополнительно получено продукции на 235,2 тыс. руб. в год.

Таблица 3

Влияние селена на встречаемость скрытого эндометрита у коров в первые 90 дней после отела

Проба Уайтсайда– Попова	Опыт			Контроль (без инъекции раствора селенита натрия)		
	Осеменено		Оплодотворилось, %	Осеменено		Оплодотворилось, %
	коров	%		коров	%	
Наличие диагноза	58	25,1	19,0	82	42,7	18,3
Сомнительный диагноз	64	27,7	59,4	61	31,8	55,7
Отсутствие диагноза	109	47,2	66,9	49	25,5	59,2
Всего	231	100	$52,8 \pm 2,8$	192	100	$40,6 \pm 3,5$

Заключение

Проведенные исследования показали наличие серьезных проблем с воспроизводством стада на молочных фермах Хабаровского края. При обследовании 2334 коров в период охоты выявлено 31,6 % особей, больных скрытой формой эндометрита. Оплодотворяемость коров с данной патологией была на 42,2 % ниже, чем здоровых особей. Модифицированная нами проба Уайтсайда–Попова диагностики скрытых эндометритов показала существенное различие в оценке гинекологического статуса животных. Классическая проба выявила 29,6 % здоровых и 33,0 % больных особей, а модифицированная – соответственно 20,1 и 13,7 %. Если учитывать связь показателей диагноза с оплодотворяемостью коров, то следует отдать предпочтение модифицированному способу диагностирования. Устранение дефицита только одного микроэлемента – селенита натрия – путем инъекции за 20 дней до отела сократило количество животных с эндометритом на 17,6 % и существенно улучшило результаты осеменения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов В.Е., Колячкина С.В., Кашковская Л.М. Опыт лечения коров при хронических эндометритах // Ветеринария. 2018. № 9. С. 35–39.
2. Бахарева Ю.А., Муренок Т.И. Диагностика скрытого эндометрита у коров // Молодежь и наука. 2017. № 5. – [min.usasa.ru>issues](http://min.usasa.ru/issues) (дата обращения: 30.01.2020).
3. Валюшкин К.Д. Ветеринарное акушерство, гинекология и биотехника размножения. М.: Колос, 2003. 495 с.
4. Гавриш В.Г. Диагностика эндометритов у коров // Тр. Саратов. зоотехн.-вет. ин-та. 1986. С. 46–48.
5. Григорьева Т.И. Лечение и профилактика эндометритов у коров. М.: Росагропромиздат, 1988. 63 с.
6. Ключникова Н.Ф. Аспекты повышения оплодотворяемости коров. Хабаровск, 2006. 256 с.
7. Копытин В.К., Шипилов В.С. Основы повышения плодовитости коров. Смоленск, 2004. 177 с.
8. Коренник И.В., Титов В.А. Основные аспекты лечения коров при эндометритах // Ветеринария. 2016. № 1. С. 31–35.
9. Крутиков Ю.А., Симонов П.Г. Эффективность нового антибактериального препарата «Аргумистин» при хроническом эндометрите у коров // Ветеринария. 2015. № 10. С. 42–45.
10. Лещук Т.Л. Научно-практическое обоснование повышения воспроизводительных качеств черно-пестрого скота Зауралья: дис. ... д-ра с.-х. наук. Курган, 2015. 343 с.
11. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.
12. Подопригора Г.Н. Диагностика и лечение скрытого эндометрита у коров: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Харьков, 1991. 17 с.
13. Полянцев Н.И., Подберезный В.В. Ветеринарное акушерство и биотехника репродукции животных. Ростов-на-Дону: Феликс, 2001. 480 с.
14. Полянцев Н.И. Воспроизводство в промышленном животноводстве. М.: Росагропромиздат, 1990. 240 с.
15. Полянцев Н.И., Афанасьев А.И. Технология воспроизводства племенного скота. Изд. 2-е, испр. СПб.: Лань, 2014. 288 с.
16. Попов Ю.Н. Диагностика скрытого эндометрита у коров // Ветеринария. 1969. № 4. С. 85–87.
17. Слесаренко Н.А., Широкова Е.О., Кашковская Л.М. Хронические эндометриты у коров: новый подход к терапии // Ветеринария. 2019. № 7. С. 41–45.
18. Чернышова Е.И., Дроздова Л.И. Сравнительная оценка различных схем лечения эндометритов у коров разного возраста // Молодежь и наука. 2018. № 5. – [min.usasa.ru>issues](http://min.usasa.ru/issues) (дата обращения: 30.01.2020).
19. Чернышова Е.И., Дроздова Л.И. Эндометриты у крупного рогатого скота // Молодежь и наука. 2018. № 5. – [min.usasa.ru>issues](http://min.usasa.ru/issues) (дата обращения: 30.01.2020).

Е.Б. ШУКЮРОВА, А.А. ЛУКАШИНА, А.Н. БУЗЬКО

Генетическая характеристика голштинского крупного рогатого скота по ДНК-микросателлитам

Представлена генетическая характеристика 300 голов крупного рогатого скота голштинской породы, завезенных с Северного Зауралья в Хабаровский край, по 15 микросателлитным локусам ДНК. Установлено, что в исследуемой группе животных число аллелей на локус составляет 8,8, при этом эффективных аллелей – 4,5. Выявлено всего 132 аллеля, из них часто встречались четыре – 102 (локус CSRM 60), 117 (локус ETH 3), 117 (локус TGLA 126), 258 (локус SPS 115). Частота их встречаемости от 0,538 до 0,587. Наибольшим уровнем генетического разнообразия характеризовался локус TGLA 122, в нем установлено максимальное число аллелей – 20. Средний уровень наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности по всем изученным локусам составлял 0,700. Высокий уровень гетерозиготности свидетельствует о генетическом разнообразии соответствующих локусов генома животных.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, голштинская порода, микросателлиты, аллели, число эффективных аллелей, гетерозиготность.

Genetic characteristics of Holstein cattle by DNA microsatellites. E.B. SHUKYUROVA¹, A.A. LUKASHINA, A.N. BUZKO² (¹Far Eastern Research Institute of Agriculture, FEB RAS, Khabarovsk Region, Vostochnoe village, ²“Sergeevskoe” LLC, Khabarovsk Region, Sergeevka village).

The results of genetic characteristic of 300 heads of Holstein cattle, brought from the Northern Trans-Urals at Khabarovsk Region by 15 microsatellite loci of DNA are presented in this article. It was determined that in the group of animals being under study the number of alleles on one locus was 8.8 while effective alleles – 4.5. In general 132 alleles were revealed, four of them met often: 102 (locus CSRM 60), 117 (locus ETH 3), 117 (locus TGLA 126), 258 (locus SPS 115) with frequency from 0.538 to 0.587. The greatest level of genetic variety was characterised by locus TGLA 122, it had a maximum number of alleles – 20. The middle level of the observed and expected heterozygosity for all the studied loci was 0.700. The high level of heterozygosity testifies to the genetic variety of corresponding animal genome loci.

Key words: cattle, Holstein breed, microsatellites, alleles, the number of effective alleles, heterozygosity.

Характеристика генофонда, поддержание и сохранение биологического разнообразия видов домашних животных являются актуальными задачами современной биологической науки [5]. Интенсификация современного животноводства требует развития теоретических основ и совершенствования организационных форм селекции сельскохозяйственных животных за счет привлечения новых методов оценки генотипов животных. В практику племенной работы стали внедрять маркерную систему оценки родословных, включающую определение степени гетерозиготности, контроль передачи геномной информации из поколения в поколение и оценку фактического генотипического сходства пробанда с выдающимися предками [6]. В настоящее время существует 10 типов различных систем генетических маркеров [3, 7]. Практически все виды сельскохозяйственных

*ШУКЮРОВА Елена Борисовна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ЛУКАШИНА Анастасия Алексеевна – младший научный сотрудник (Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства ДВО РАН, Хабаровский край, с. Восточное), БУЗЬКО Андрей Николаевич – главный зоотехник (ООО «Сergeevskoe», Хабаровский край, с. Сергеевка). *E-mail: dvniishimgen@mail.ru

животных хорошо изучены с помощью этих систем, за исключением ДНК-маркеров. Наиболее информативными оказались сравнительно недавно открытые генетические маркеры, принадлежащие к повторяющейся фракции геномной ДНК, – микросателлиты [10]. Микросателлиты представляют собой фрагменты ДНК с большим количеством tandemно повторяющихся идентичных «мотивов», обычно называемых «повторами» – короткими последовательностями из нескольких пар нуклеотидов. Микросателлиты высокополиморфны, имеют десятки аллелей в каждом локусе и высокие темпы мутирования. Аллели микросателлитного локуса отличаются друг от друга в основном числом повторов и длиной [2, 9].

Микросателлиты являются нейтральными маркерами, обладают высокой изменчивостью и показывают высокий уровень аллельного разнообразия. Это делает возможным их использование для оценки генетического разнообразия популяций. Значительный полиморфизм микросателлитов и кодоминантное наследование обеспечивают возможность исследований на достоверность происхождения потомства, проведения теста на диагностику эффекта «бутылочного горлышка» в популяции и выполнения генетической категоризации пород. Микросателлиты наследуются из поколения в поколение и обладают относительно высокой скоростью мутаций, что позволяет использовать их при оценке дивергенции и для установления эволюционно-генетических связей между популяциями. Таким образом, микросателлиты обладают рядом свойств, которые делают их наиболее практичными маркерами [9].

Цель данной работы – оценить генетическую структуру крупного рогатого скота голштинской породы, завезенного из Северного Зауралья в Хабаровский край, по полиморфным микросателлитным ДНК-маркерам.

Материал и методы

Объектом исследования служил племенной крупный рогатый скот голштинской породы в количестве 300 голов, завезенных в ООО «Сергеевское» Хабаровского края в 2019 г. из Тюменской области. Племенные голштины были приобретены в ООО «ПК «Молоко», которое является одним из самых крупных и динамично развивающихся компаний по производству и переработке молока в Тюменской области. В Тюменскую область голштинский скот был завезен в 2009 г. из Венгрии. В 2013 г. предприятие получило статус племенного репродуктора для разведения чистопородного крупного рогатого скота и приступило к реализации высокопродуктивных коров голштинской породы (<https://www.dairynews.ru/company/russia/ufo/tyumenskaya-oblast/proizvodstvennaya-kompaniya-moloko-ooo-pk-moloko> (дата обращения: 14.02.2020)). К 2017 г. маточное поголовье хозяйства составляло более 1700 голов, продуктивность достигла 6939 кг молока за 305 дней лактации (http://old.mcx.ru/documents/section/v7_show/3831.htm (дата обращения: 14.02.2020)).

Генетическая аттестация скота была проведена по 15 локусам микросателлитной ДНК. Анализ ДНК и постановку полимеразной цепной реакции (ПЦР) проводили согласно методическим рекомендациям [2] в Центре геномных технологий Государственного аграрного университета Северного Зауралья (г. Тюмень). Набор маркеров включал следующие локусы микросателлитов: BM 1818, BM 1824, BM 2113, CSRM 60, CSSM 66, ETH 3, ETH 10, ETH 225, ILST 6, INRA 23, SPS 115, TGLA 53, TGLA 122, TGLA 126, TGLA 227.

Частота встречаемости аллелей, число эффективных аллелей, наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность, индекс фиксации Райта рассчитаны по общепринятым методикам [1, 4].

Результаты и обсуждение

Голштинский крупный рогатый скот обладает самым высоким в мире потенциалом молочности и комплексом качеств, обеспечивающих лучшую приспособляемость к производственным условиям.

Анализ 15 микросателлитных локусов коров голштинской породы выявил 132 аллеля (табл. 1). Частота встречаемости аллелей в исследуемой группе животных варьировала от 0,020 до 0,587. С наибольшей частотой (от 0,538 до 0,587) встречались четыре аллеля: 102 (локус CSRM 60), 117 (локус ETH 3), 117 (локус TGLA 126), 248 (локус SPS 115). С минимальной частотой встречался 31 аллель – от 0,002 до 0,008.

Таблица 1

Частота встречаемости аллелей 15 микросателлитных локусов крупного рогатого скота голштинской породы

Локус	Аллель	Число аллелей	Частота	Локус	Аллель	Число аллелей	Частота
ETH 3	129	147	0,245	TGLA 122	143	159	0,267
	131	3	0,005		161	42	0,070
	117	317	0,528		171	24	0,040
	127	65	0,108		183	73	0,122
	121	11	0,018		151	61	0,102
	125	50	0,083		159	13	0,022
	119	7	0,012		173	4	0,008
					163	86	0,144
CSSM 66	185	115	0,194		149	105	0,176
	189	248	0,418		157	2	0,003
	193	96	0,162		167	1	0,002
	187	49	0,083		141	6	0,010
	183	57	0,096		153	4	0,007
	195	3	0,005		145	1	0,002
	181	17	0,029		147	1	0,002
	191	3	0,005		181	2	0,003
197	4	0,007	169	6	0,010		
INRA 23	202	95	0,159	155	2	0,003	
	210	160	0,268	165	3	0,005	
	214	192	0,322	166	1	0,002	
	206	125	0,210	139	1	0,002	
	208	12	0,020	248	351	0,587	
	198	2	0,003	252	140	0,234	
	200	5	0,008	254	23	0,038	
	216	4	0,007	256	68	0,114	
260	1	0,002	260	10	0,017		
BM 1818	266	269	0,450	258	4	0,007	
	262	257	0,430	246	2	0,003	
	270	8	0,013	248	351	0,587	
	264	26	0,043	252	140	0,234	
	260	8	0,013	254	23	0,038	
	268	23	0,039	256	68	0,114	
	258	5	0,008	260	10	0,017	
	206	2	0,003	258	4	0,007	
			246	2	0,003		
ILST 6	288	203	0,339	ETH 225	148	241	0,403
	294	279	0,467		150	233	0,390
	292	101	0,169		152	32	0,054
	290	7	0,012		140	66	0,110
	296	7	0,012		146	12	0,020
	300	1	0,002		144	13	0,022
					142	1	0,002
ILST 6	288	203	0,339	TGLA 53	166	29	0,053
	294	279	0,467		168	73	0,134
	292	101	0,169		158	72	0,132
	290	7	0,012		160	103	0,190
	296	7	0,012		154	23	0,042
	300	1	0,002		176	40	0,074

Локус	Аллель	Число аллелей	Частота	Локус	Аллель	Число аллелей	Частота
ETH 10	217	103	0,183	TGLA 53	184	16	0,029
	219	256	0,456		172	15	0,028
	213	43	0,077		162	104	0,191
	223	61	0,109		170	16	0,029
	209	39	0,069		182	11	0,020
	225	49	0,090		186	16	0,029
	221	7	0,012		180	22	0,040
	215	3	0,005		174	3	0,006
	123	1	0,002		164	1	0,002
TGLA 227	87	51	0,089	CSRM 60	92	130	0,217
	89	143	0,250		102	311	0,518
	83	29	0,051		96	59	0,098
	97	91	0,160		100	51	0,085
	103	50	0,090		98	49	0,082
	81	55	0,100	BM2113	135	203	0,340
	91	108	0,189		137	44	0,074
	85	4	0,007		127	160	0,268
	95	16	0,028		133	10	0,017
	99	7	0,012		125	114	0,191
	93	7	0,012		139	57	0,096
	101	9	0,016		127	7	0,012
					143	1	0,002
TGLA 126	115	161	0,269	BM 1824	180	92	0,154
	117	322	0,538		188	261	0,436
	121	34	0,057		182	52	0,087
	119	33	0,055		178	188	0,314
	123	48	0,080		190	5	0,008

Всего в изученных локусах установлено от 5 (TGLA 126, CSRM 60, BM 1824) до 20 аллелей (TGLA 122). Среднее число аллелей на локус составляло 8,8 (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика 15 микросателлитных локусов крупного рогатого скота голштинской породы

Локус	Аллели	Число аллелей на локус	Число эффективных аллелей
ETH 3	117–131	7	2,8
CSSM 66	181–197	9	3,9
INRA 23	198–260	9	4,1
BM 1818	206–270	8	2,6
ILST 6	288–300	6	2,8
TGLA 227	81–103	12	6,5
TGLA 126	115–123	5	2,7
TGLA 122	139–183	20	14,3
SPS 115	246–260	7	2,4
ETH 225	140–152	7	3,0
TGLA 53	154–186	15	8,3
CSRM 60	92–102	5	2,9
BM 2113	125–143	8	4,2
BM 1824	178–190	5	3,1
ETH 10	123–225	9	3,7
\bar{x}	–	8,8	4,5
$S_{\bar{x}}$	–	1,1	0,8

Примечание. Здесь и в табл. 3 \bar{x} – среднее арифметическое значение, $S_{\bar{x}}$ – стандартное отклонение.

Для оценки генетического разнообразия (уровня полиморфности) было рассчитано число эффективных аллелей. Число эффективных аллелей является функцией от доли полиморфных локусов, числа аллелей на локус и выравнивания частот аллелей и, таким образом, может рассматриваться как мера генетического разнообразия популяции. Чем меньше число эффективных аллелей, тем ниже генетическое разнообразие в популяции. Расчеты показали, что число действующих аллелей колебалось от 2,4 в локусе SPS 115 до 14,3 в локусе TGLA 122. Средний показатель числа эффективных аллелей исследуемых локусов составил 4,5. Из общего числа 12 локусов имели количество аллелей меньше среднего числа эффективных аллелей, а оставшиеся 3 – больше.

В популяционно-генетических исследованиях оценка гетерозиготности очень важна. Гетерозиготы несут разные аллели, и степень наблюдаемой гетерозиготности служит показателем генетической изменчивости в популяции. Гетерозиготность имеет положительное значение для адаптации животных к изменяющимся условиям среды, что подтверждается многочисленными исследованиями. У гетерозиготных особей повышена жизнеспособность.

Наравне с наблюдаемой гетерозиготностью нами определялся показатель ожидаемой гетерозиготности, который точнее характеризует разнообразие исследуемой популяции. Наибольшие уровни наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности (0,857 и 0,930 соответственно) были обнаружены в локусе TGLA 122, а наименьшие (0,530 и 0,586 соответственно) – в локусе SPS 115 (табл. 3). Средний уровень наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности составлял примерно 0,700.

Таблица 3

Уровень гетерозиготности по 15 микросателлитным локусам крупного рогатого скота голштинской породы

Локус	Гетерозиготность		Индекс фиксации Райта (Fis)
	ожидаемая	наблюдаемая	
ETH 3	0,642	0,673	-0,050
CSSM 66	0,744	0,720	0,032
INRA 23	0,755	0,753	0,003
BM 1818	0,609	0,620	-0,020
ILST 6	0,638	0,647	-0,010
TGLA 227	0,846	0,733	0,134
TGLA 126	0,626	0,597	0,046
TGLA 122	0,930	0,857	0,078
SPS 115	0,586	0,530	0,096
ETH 225	0,670	0,667	0,004
TGLA 53	0,880	0,707	0,197
CSRM 60	0,661	0,680	-0,030
BM 2113	0,761	0,790	-0,040
BM 1824	0,680	0,797	-0,170
ETH 10	0,728	0,717	0,015
\bar{x}	0,700	0,700	0,019
S_x	0,030	0,020	–

Для оценки отклонения гетерозиготных генотипов от теоретически ожидаемых показателей использовали значение индекса фиксации Райта (Fis), который отражает состояние исследуемой группы по отношению к гетерозиготным генотипам. Величина индекса может иметь положительные и отрицательные значения: в первом случае это свидетельствует о нехватке гетерозигот, во втором – указывает на их избыток. Из табл. 3 видно, что нехватка гетерозигот была по локусам CSSM 66, INRA 23, TGLA 227, TGLA 126, TGLA 122, SPS 115, ETH 225, TGLA 53 и ETH 10, при этом индекс фиксации находился в диапазоне от 0,003 до 0,197. Избыток гетерозигот наблюдался по шести локусам, индекс

фиксации для них колебался в диапазоне от $-0,170$ по локусу VM 1824 до $-0,010$ по локусу ILST 6. В среднем по 15 локусам индекс фиксации составлял 0,019, что свидетельствует о недостатке гетерозигот.

Заключение

В исследуемой группе крупного рогатого скота голштинской породы среднее число микросателлитных аллелей на локус составляло 8,8, из них эффективных аллелей – 4,5. Увеличение числа аллелей в локусе сопровождается повышением генетического разнообразия (уровня полиморфности). Наибольшим уровнем полиморфности характеризовался локус TGLA 122: здесь выявлено 20 аллелей. Средний уровень наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности составлял 0,700, индекс фиксации Райта имел величину 0,019.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айала Ф., Кайгер Д. Современная генетика. М.: Мир, 1988. 336 с.
2. Зиновьева Н.А., Попов А.Н., Эрнст Л.К. Методические рекомендации по использованию метода полимеразной цепной реакции в животноводстве. Дубровицы: ВИЖ, 1998. 47 с.
3. Марзанов Н.С., Девришов Д.А., Марзанова С.Н., Комкова Е.А., Озеров М.Ю., Кантанен Ю. Генетическое маркирование, сохранение биоразнообразия и проблемы разведения животных // *Сельскохозяйственная биология*. 2011. № 2. С. 3–14.
4. Меркурьева Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве. М.: Колос, 1977. 174 с.
5. Улимбашев М.Б., Кулинцев В.В., Селионова М.И., Улимбашева Р.А., Абилов Б.Т. Рациональное использование генофонда ценных пород животных с целью сохранения биологического разнообразия // *Юг России: экология, развитие*. 2018. Т. 13, № 2. С. 165–183.
6. Храброва Л.А., Труфанов В.Г. Применение ДНК-технологии для оценки потенциала лошадей // *Коневодство и конный спорт*. 2015. № 1. С. 20–22.
7. Cockett N.E., Shay T.L., Smit M. Analysis of the sheep genome // *Physiol. Genomics*. 2001. Vol. 7. P. 69–78.
8. Henderson S.T., Petes T.D. Instability of simple sequence DNA in *Saccharomyces cerevisiae* // *Mol. Cell. Biol.* 1992. Vol. 12. P. 2749–2757.
9. Maleviciute J., Baltreinaite L., Miceikienė I. Domestic cattle breed diversity in Lithuania // *Vet. Med. and Zootechn.* 2002. Vol. 20. P. 87–91.
10. Tapio M., Miceikienė I., Vilkki J., Kantanen J. Comparison of microsatellite and blood protein diversity in sheep: inconsistencies in fragmented breeds // *Mol. Ecol.* 2003. Vol. 12 (8). P. 2045–2056.

Л.И. НАУМОВА, А.А. ЛУКАШИНА

Влияние нетрадиционной кормовой добавки на продуктивные качества кур-несушек

Показана эффективность использования в рационах промышленных кур-несушек натуральных кормовых добавок, изготовленных из сырья растительного происхождения (элеутерококка колючего, морской бурой водоросли, патринии скабеозолистной, крапивы двудомной, муки из шелухи шишек кедрового ореха). Выявлено положительное влияние кормовых добавок на обменные процессы в организме кур, что способствовало повышению их производительных качеств и снижению коэффициента конверсии корма.

Ключевые слова: куры-несушки, яйценоскость, кормовая добавка, перевариваемость и конверсия корма.

Influence of unconventional feed supplement on productivity and quality of laying hens. L.I. NAUMOVA, A.A. LUCASHINA (Far Eastern Research Institute of Agriculture, FEB RAS, Khabarovsk Region, Vostochnoe-1 village).

The results of effective use of the spiny eleuterococcus, brown seaweed, Dahurian patrinia, common nettle, flour from pine cone shell as the feed supplement from raw materials of plant origin in addition to the main ration of industrial laying hens are presented in this publication. The positive influence of the feed supplements on metabolic processes in the hen organisms was discovered and this fact contributed the increase of productive qualities and improvement of feed conversion.

Key words: laying hens, egg laying, feed supplement, digestibility and feed conversion.

Производство премиксов и белково-витаминных добавок в России сегодня во многом зависит от импорта сырья. Это сдерживает рост производства кормовых добавок в стране и негативно влияет на ценообразование не только в производстве кормов, но и в животноводческой отрасли в целом. За 2018 г. средние цены на белково-витаминные добавки выросли с 30 405 до 32 323 руб./т, т.е. на 6,3 %. В то же время нарастающая динамика развития животноводства в России будет формировать устойчивый спрос на рынке кормовых и витаминно-минеральных добавок.

В 2015 г., по данным Минсельхоза РФ, ежегодное потребление премиксов в нашей стране оценивалось в 300 тыс. т, при этом производство данной продукции составляло около 250 тыс. т. К 2021 г. с учетом темпов роста животноводства потенциальный спрос на премиксы и БАД в России может составить 500 тыс. т [1]. В связи с этим перед кормовой отраслью стоит задача увеличения производства кормовых добавок на основе местного сырья и разработки сбалансированных по органическим и минеральным веществам рационов в соответствии с научно обоснованными для местных условий детализированными нормами кормления [7].

Хабаровский край относится к биогеохимической провинции с существенным недостатком в биосфере всех нормируемых минеральных веществ. Так, по сравнению

*НАУМОВА Лариса Ивановна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ЛУКАШИНА Анастасия Алексеевна – младший научный сотрудник (Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства ДВО РАН, Хабаровский край, пос. Восточное-1). *E-mail: nauka1952@mail.ru

со среднероссийскими показателями в местных кормах дефицит йода, кобальта, хрома составляет 80–90 %, железа, магния, цинка – 50–70 %. Эти региональные особенности следует учитывать при производстве собственных балансирующих кормовых добавок.

Растительность Дальнего Востока богата лекарственными травами (элеутерококк колючий, аралия маньчжурская, акантопанакс и др.), которые после переработки могут быть использованы в кормах для сельскохозяйственной птицы [8].

Известно, что для стимуляции жизненных функций организма животных используются различные биологические препараты, полученные из древесной зелени, в том числе хлорофиллокаротиновая паста и витаминный концентрат [2]. Кормовые добавки и биологически активные продукты изготавливаются также на основе низкосортной древесины и отходов лесопромышленного комплекса [3]. Это послужило основанием для включения в предлагаемую нами кормовую добавку муки из шелухи шишек кедрового ореха.

Еще один ценный компонент кормовой добавки для птиц – морская бурая водоросль. В водах Камчатского и Охотского морских бассейнов обитает более 600 видов водорослей, из них в народном хозяйстве чаще всего используется ламинария (морская капуста). Бурые водоросли являются важнейшим источником витаминов, они синтезируют большое количество биологически активных веществ, не встречающихся в растениях суши, содержат широкий спектр микроэлементов. Способность к синтезу полисахаридов считается уникальным свойством морских водорослей, в отличие от наземных растений [6]. Наряду с известной альгиновой кислотой водоросли содержат полисахариды – ламинаран и фукоиданы, которые обладают биологически активным действием на живые организмы. Предполагается, что фукоидан является запасным веществом у представителей порядка Fucales вместо ламинарана, содержание которого невелико [5].

Цель нашего эксперимента – оценить влияние новой кормовой добавки, изготовленной из местных растительных ресурсов, на продуктивные показатели кур-несушек, изучить уровень усвояемости корма с добавками и конверсию корма.

Материал и методы

В результате мониторинга биоресурсов Хабаровского края разработана кормовая добавка для восполнения витаминов, минералов, аминокислот, улучшения адаптивных свойств, повышения иммунитета и хозяйственно полезных показателей кур. Для добавки были выбраны элеутерококк колючий, морские бурые водоросли (ламинария), крапива двудомная, патриния скабиозолистная, мука из шелухи шишек кедрового ореха.

Кормовая добавка имела следующий химический состав: сухое вещество 91,3 %, сырой протеин 12,1 %, каротиноиды 178 мг/кг сухого вещества, сырая клетчатка 24,7 %. Во всех растительных компонентах, изучаемых нами, выявлено высокое содержание витаминов группы В, витаминов С, D, Е, К, провитамина А, минеральных веществ и аминокислот, в том числе незаменимых.

Экспериментальная часть исследований выполнена в АО «Племптице завод «Хабаровский». Из птиц яичного направления кросса «Ломанн» в возрасте 180 дней были сформированы четыре группы: контрольная и три опытные в количестве 200 голов по 50 голов в каждой группе. Птица контрольной группы получала полнорационный комбикорм (ПК), применяемый в хозяйстве. Опытным группам в ПК включали кормовую добавку, изготовленную из сырья растительного происхождения (дикоросов) в различных дозировках (табл. 1).

Кормовую добавку скармливали 1 раз в сутки в течение 120 дней. В процессе исследования учитывали живую массу птиц в начале и конце опыта, массу яиц и их сохранность, перевариваемость и усвоение питательных веществ корма (кальция, фосфора), индекс продуктивности. Индекс продуктивности рассчитывали по данным живой массы кур, массы яиц и интенсивности яйценоскости в 27-недельном возрасте птицы по формуле

Morgan–Carlson в модификации М.В. Орлова и Л.И. Тучемского.

Анализировали яйценоскость, воспроизводительные качества (оплодотворяемость яиц, вывод цыплят), затраты корма на единицу продукции (коэффициент конверсии корма). Результаты опыта оценивались по усвоению и обмену органических веществ,

физиологическому состоянию организма, гематологическому и биохимическому составу крови цыплят семидневного возраста. Потребление и затраты кормов на единицу продукции определяли путем учета в течение двух смежных дней по разности заданных кормов и их остатков. Полученные данные обрабатывались по методу Н.А. Плохинского [4].

Таблица 1

Схема научно-хозяйственного опыта применения кормовой добавки на основе растительного сырья

Группы кур	Условия кормления
Контрольная	Стандартный комбикорм марки ПК (СК)
1-я опытная	ПК + кормовая добавка 2,5 % на 1 кг корма
2-я опытная	ПК + кормовая добавка 3,5 % на 1 кг корма
3-я опытная	ПК + кормовая добавка 5 % на 1 кг корма

Результаты и обсуждение

Некоторое преимущество было у кур 2-й опытной группы, которым скармливали в составе комбикорма кормовую добавку в количестве 3,5 % на 1 кг корма (табл. 2). В этой группе наблюдался и самый высокий коэффициент усвоения кальция и фосфора – 47,2 и 42,5 % соответственно, т.е. на 18,8 и 9,2 % выше, чем в контрольной группе. Для 1-й и 3-й групп разница показателей перевариваемости и усвоения питательных веществ относительно контроля составляла 0,3–2,6 %, а по кальцию и фосфору – соответственно 5,8–5,0 %.

Таблица 2

Перевариваемость питательных веществ и усвоение кальция и фосфора, %

Группы кур	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Кальций	Фосфор
Контрольная	67,9 ± 1,15	62,1 ± 1,25	10,3 ± 0,25	41,2 ± 3,10	38,6 ± 2,5
1-я опытная	70,2 ± 1,75	62,8 ± 1,27	10,5 ± 0,27	41,4 ± 2,9	40,2 ± 2,4
2-я опытная	74,4 ± 1,83	67,9 ± 1,55	11,1 ± 0,29	47,2 ± 2,90	42,5 ± 2,35
3-я опытная	71,3 ± 1,65	63,1 ± 1,35	10,9 ± 0,27	46,1 ± 2,5	41,0 ± 2,31

Таким образом, по результатам балансового опыта установлено, что введение в рацион кур-несушек кормовой добавки из растительного сырья местного происхождения положительно сказалось на перевариваемости и усвоении курами-несушками питательных веществ рациона.

В зоотехнии известна прямая зависимость: чем выше использование питательных веществ корма, тем лучше продуктивные показатели кур-несушек. При сопоставлении продуктивных качеств кур опытных групп выявлено, что их яйценоскость превышала контрольную в среднем на 10,5 %, интенсивность яйцекладки – на 5,3 %. У кур 2-й опытной группы яйценоскость была выше контроля на 12,9 шт. яиц, а в сравнении с 1-й и 3-й группами – на 8,6 и 2,4 шт. яиц (табл. 3).

Масса яиц в группах между собой существенно не различалась. При одинаковом проценте оплодотворенности яиц, полученных от контрольной и опытных групп птиц, вывод цыплят был разным. Самым высоким был вывод во 2-й опытной группе, получавшей кормовую добавку в количестве 3,5 % на 1 кг корма.

Значительной была также разница между группами кур по затратам корма на единицу продукции. Несушки опытных групп расходовали корма на 10 яиц и 1 кг яичной массы меньше в сравнении с контролем (табл. 4).

Таблица 3

Показатели продуктивности кур-несушек

Показатели	Группы кур			
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Валовый сбор яиц, шт.	4638,0	4850,0	5280,0	5160,0
Яйценоскость, шт. на 1 несушку	92,7 ± 2,4	97,0 ± 2,8	105,6 ± 3,2	103,2 ± 3,0
Сохранность (с учетом падежа и браковки), %	91,8	92,9	94,5	93,1
Живая масса кур, г				
в начале опыта	1850 ± 10,3	1856 ± 10,4	1845 ± 10,2	1829 ± 10,2
в конце опыта	2109 ± 10,3	2125 ± 10,2	2221 ± 10,3	2225 ± 10,3
Масса яиц на 270-й день, г	59,9 ± 1,3	60,1 ± 1,2	60,1 ± 1,2	60,8 ± 1,2
Вывод цыплят, %	81,8	83,4	84,3	83,8

Таблица 4

Затраты корма на единицу продукции и индексе эффективности продуктивности кур-несушек

Группы кур	Затраты корма, кг		Индекс эффективности продуктивности
	на 10 яиц	на 1 кг яичной массы	
Контрольная	1,87 ± 0,2	3,29 ± 0,2	34,7
1-я опытная	1,73 ± 0,3	2,98 ± 0,1	37,6
2-я опытная	1,46 ± 0,3	2,73 ± 0,2	38,1
3-я опытная	1,62 ± 0,01	2,83 ± 0,2	35,1

Индекс эффективности продуктивности, характеризующий хозяйственную ценность кур-несушек, был также выше в опытных группах в сравнении с контролем. У кур 2-й опытной группы этот показатель был на 9,0 % выше контроля и на 5,2 % выше, чем в 1-й и 3-й группах.

Результаты нашего исследования подтверждают, что биологически активные вещества, содержащиеся в растительном сырье, оказывают положительное влияние на обмен веществ в организме птицы, и за счет улучшения переваримости корма увеличивается продуктивность кур-несушек.

А.И. Шретер [9] в своих исследованиях доказал, что в ряде лекарственных растений содержатся вещества, положительно влияющие на работу сердца и других органов. В нашем опыте живая масса и интерьерные показатели суточных цыплят были выше у молодняка, полученного из яиц кур, которым в корм добавляли растительные ингредиенты местного происхождения. Исходя из полученных данных можно сделать заключение о положительном влиянии добавки на развитие внутренних органов птиц (табл. 5).

Таблица 5

Влияние кормовой добавки на живую массу цыплят, в г

Группы кур	Живая масса суточных цыплят	Масса печени	Масса сердца	Масса фабрициевой сумки
Контрольная	39,3 ± 0,09	3,6 ± 0,01	0,68 ± 0,03	0,29 ± 0,03
1-я опытная	41,9 ± 0,08	4,7 ± 0,01	0,7 ± 0,02	0,31 ± 0,02
2-я опытная	42,3 ± 0,09	4,8 ± 0,01	0,73 ± 0,03	0,34 ± 0,03
3-я опытная	42,0 ± 0,09	4,8 ± 0,01	0,72 ± 0,02	0,33 ± 0,02

Об уровне минеральных веществ в составе комбикорма и их усвояемости можно судить по морфологическому и биохимическому составу крови цыплят (табл. 6).

У цыплят контрольной группы содержание в крови общего белка находилось ниже физиологической нормы. Это связано с дефицитом в рационе минеральных веществ, что привело к неполноценному минеральному и белковому питанию и в целом к низкому уровню обмена веществ. Лучшие результаты по содержанию гемоглобина, эритроцитов и общего белка были во 2-й опытной группе кур-несушек.

Морфологический и биохимический состав крови цыплят (M ± m)

Показатели	Группы кур				Норма
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	
Гемоглобин, г/л	82,1 ± 0,96	84,6 ± 1,08	87,0 ± 1,27	86,4 ± 1,2	81–89
Лейкоциты, п·10 ⁹ /л	30,4 ± 0,15	30,8 ± 0,16	31,1 ± 0,19	30,9 ± 0,19	30–32,5
Эритроциты, п·10 ¹² /л	2,27 ± 0,11	2,59 ± 0,1	2,64 ± 0,13	2,6 ± 0,12	2,26–3,6
Общий белок, г/л	52,1 ± 1,17	55,1 ± 1,58	58,2 ± 1,74	57,4 ± 1,69	53,5–60,3
Кальций, мм/л	2,76 ± 0,03	2,88 ± 0,04	3,18 ± 0,09	2,94 ± 0,05	2,8–4,0
Фосфор, мм/л	1,95 ± 0,04	2,09 ± 0,04	2,15 ± 0,05	2,13 ± 0,05	1,9–3,03
Резервная щелочность, % CO ₂	40,6 ± 0,16	41,7 ± 0,14	42,7 ± 0,16	41,6 ± 0,15	38–42

Примечание. P < 0,05.

Заключение

Проведенные нами исследования показали эффективность применения нетрадиционных кормовых добавок растительного происхождения в кормлении сельскохозяйственной птицы. При вводе в ПК кур-несушек предлагаемой кормовой добавки, включающей элеутерококк колючий, морскую бурую водоросль (ламинарию), патринию скабеозолистную, крапиву двудомную и муку из шелухи шишек кедрового ореха, во всех опытных группах улучшалась перевариваемость протеина, жира, происходило усиление обменных процессов в организме птицы в сравнении с контрольной группой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев В.А. Современное состояние комбикормовой промышленности Российской Федерации // Вестн. Воронеж. гос. аграр. ун-та. 2012. № 3 (34). С. 116–124.
2. Берестов В.А. Использование древесной зелени в промышленном звероводстве и кролиководстве // Проблемы использования древесной зелени в народном хозяйстве СССР. М.: Колос, 1984. С. 72–75.
3. Лысенков Е.Г. Производство кормовых и биологически активных продуктов на основе низкосортной древесины // Производство кормовых и биологически активных продуктов на основе низкосортной древесины и отходов лесопромышленного комплекса: тез. докл. науч.-техн. конф. М., 1988. С. 511.
4. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.
5. Усов А.И., Смирнова Г.П., Билан М.И., Шашков А.С. Бурая водоросль *Laminaria saccharina* (L) Lam. как источник фукоидана // Биоорганическая химия. 1998. Т. 24, № 6. С. 437–445.
6. Усов А.И., Кошелева Е.А., Яковлев А.П. Полисахаридный состав некоторых бурых водорослей Японского моря // Биоорганическая химия. 1985. Т. 11, № 6. С. 830–836.
7. Фисинин В.И., Егоров И.А. Современные подходы к кормлению птицы // Птицеводство. 2010. № 3. С. 7–10.
8. Фруентов Н.К. Лекарственные растения Дальнего Востока. Хабаровск: Кн. изд-во, 1972. 397 с.
9. Шретер А.И. Лекарственная флора советского Дальнего Востока. М.: Медицина, 1975. 328 с.

Е.Н. БАРСУКОВА, А.Г. КЛЫКОВ, П.В. ФИСЕНКО,
С.А. БОРОВАЯ, Е.Л. ЧАЙКИНА

Использование методов биотехнологии в селекции гречихи на Дальнем Востоке

Использование селективных сред с высокими концентрациями ионов цинка и меди приводит к индуцированию наиболее значительных генетических различий у регенерантных линий гречихи. При культивировании микропобегов на селективных средах с повышенным содержанием тяжелых металлов установлено, что с увеличением концентрации в питательной среде ионов меди и цинка повышался их ингибирующий эффект. В условиях ионного стресса под действием высоких концентраций меди (184 мг/л) и цинка (404 мг/л) у растений-регенерантов сорта Изумруд содержание рутина увеличилось на 20–22 % по сравнению с контролем. Представленные в статье данные подтверждают перспективность использования в селекции гречихи методов биотехнологии (селективного фактора – сублетальных концентраций ионов меди и цинка в культуре in vitro) для получения новых генотипов с повышенным уровнем стрессоустойчивости и высоким содержанием флавоноидов.

Ключевые слова: биотехнология, in vitro, *Fagopyrum esculentum* Moench, ISSR-анализ, рутин, ионы тяжелых металлов, селективная среда, Дальний Восток.

Usage of the method of biotechnology in the selection of buckwheat plants in the Far East. E.N. BARSUKOVA, A.G. KLYKOV, P.V. FISENKO, S.A. BOROVAYA (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Krai, Ussuriysk), E.L. CHAYKINA (G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, FEB RAS, Vladivostok).

The results of molecular genetic studies showed that the usage of selective media with high concentration of zinc and cuprum ions induced the most significant genetic differences among buckwheat regenerative lines. It was found in the process of microshoots cultivation on selective media with high concentration of heavy metals that the inhibiting effect of zinc and cuprum ions produced on plants was enhanced with an increase in their concentration in the nutrient medium. The rutin content in plant-regenerants of Izumrud buckwheat variety increased by 20–22 % as compared to reference sample under conditions of ionic stress caused by high concentration of cuprum (184 mg/l) and zinc (404 mg/l). The data presented in the article confirm the potential which the usage of the biotechnology method (the selective factor of the sublethal concentrations of zinc and cuprum ions in vitro culture) in the selection of buckwheat plants for the development of new genotypes with high level of stress resilience and flavonoids content.

Key words: biotechnology, in vitro, *Fagopyrum esculentum* Moench, ISSR-analysis, rutin, heavy metal ions, selective medium, the Far East.

На территории российского Дальнего Востока гречиха посевная, или съедобная (*Fagopyrum esculentum* Moench), выращивается в различных экологических условиях, поэтому для сельскохозяйственного производства необходимы сорта, адаптированные к абиотическим и биотическим факторам среды [9]. Сложность селекции при работе с этим видом состоит в том, что он имеет узкий генетический потенциал устойчивости к действию

БАРСУКОВА Елена Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, исполняющая обязанности заведующего лабораторией, *КЛЫКОВ Алексей Григорьевич – доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, заведующий отделом, ФИСЕНКО Петр Викторович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, исполняющий обязанности заведующего лабораторией, БОРОВАЯ Светлана Александровна – научный сотрудник (Федеральный научный центр агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск), ЧАЙКИНА Елена Леонидовна – научный сотрудник (Тихоокеанский институт биологической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН, Владивосток). *E-mail: alex.klykov@mail.ru

стрессовых факторов. Важнейшей задачей как зарубежной, так и отечественной науки является улучшение существующих сортов *F. esculentum* и создание новых с высоким содержанием рутина, адаптированных к условиям произрастания, болезням и вредителям [8]. Успешное решение задачи такого масштаба возможно на основе междисциплинарных исследований в области генетики, селекции, биохимии, биотехнологии.

Биотехнологические методы позволяют повысить эффективность классических селекционных подходов при создании новых генотипов с повышенным уровнем стрессоустойчивости. Ионы тяжелых металлов (ТМ) считаются одними из наиболее опасных токсикантов, которые вызывают обширные патологические изменения во многих тканях растительного организма. Получение клеточных культур из различных частей растения, манипуляции с ними могут служить базисом для последующего отбора вариантов с качественно новыми показателями [15]. Ранее нами было показано, что при создании новых генотипов гречихи с высоким содержанием флавоноидов представляет интерес использование селективных сред *in vitro* с повышенной концентрацией ионов меди и цинка [1, 9].

Особенностью изучаемой культуры является наличие биофлавоноидов (особенно 3-О-рутинозид кверцетина, или рутина) во всех частях растения [3]. Рутин (витамин Р) применяется в медицине для лечения и профилактики нарушений, связанных с проницаемостью кровеносных капилляров [11]. В ряде стран (России, Украине, Японии) для производства рутина получены специальные сорта *Fagopyrum esculentum* Moench с повышенным его содержанием [8, 12, 16]. Поэтому клеточная селекция с использованием летальных доз ионов тяжелых металлов – это перспективный метод получения растительных форм с улучшенными показателями [14].

Цель настоящего исследования – создание и оценка регенерантных линий гречихи, полученных на селективных средах с повышенным содержанием меди и цинка с применением молекулярно-генетических методов.

Материалы и методика исследований

Толерантные к ионам тяжелых металлов растения гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench) получены в ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки (пос. Тимирязевский Приморского края) по общепринятым при работе с культурами тканей и клеток методикам [13]. Применялся метод клеточно-тканевой селекции: культивировали микропобеги и каллус на селективных средах с высокими дозами ТМ [2, 9]. Толерантные к ионам тяжелых металлов образцы гречихи и регенерантные линии созданы на основе гибрида Изумруд × Инзерская и сорта Изумруд. Семена проращивали в растворах с содержанием 1150, 2300, 3450 мг/л соли меди и 202, 404, 606 мг/л соли цинка. Регенерантные линии получены в результате культивирования на селективных средах с содержанием сульфата меди (цинка), в мг/л: 23 – Cu₂, 46 – Cu₄, 69 – Cu₆, 161 – Cu₁₄, 184 – Cu₁₆, 404 – Zn₄, 606 – Zn₆. Контролем служили растения исходных образцов, которые выращивали на стандартной среде Мурасиге–Скуга.

Тотальную ДНК выделяли из свежих листьев солевым методом [18] с дополнительным шагом очистки экстракта смесью хлороформ/изоамиловый спирт (24/1). Качество ДНК оценивали методом электрофореза в 1%-м агарозном геле, окрашенном 1%-м раствором бромистого этидия с последующим облучением ультрафиолетом. В качестве стандарта использовалась ДНК фага λ известной концентрации. Концентрацию ДНК определяли на флуориметре MaxLife.

ПЦР выполняли в 2–3-кратной повторности с применением четырех ISSR-праймеров в 10 мкл (табл. 1) на основании литературных данных [6] и с использованием готовой двухреакционной смеси БиоМастер HS-Тaq ПЦР-Color (Биолабмикс).

В реакцию использовали 10–50 нг ДНК матрицы. Амплификацию проводили по программе: начальная денатурация 95 °С – 5 мин; денатурация 94 °С – 45 с; отжиг праймеров 49–60 °С (в зависимости от праймера) – 45 с; элонгация 72 °С – 1 мин; 40 циклов в амплификаторе T100 (Биорад). Концентрацию ионов магния и температуру отжига подбирали индивидуально для каждого праймера. Продукты реакции разделяли методом электрофореза в 2%-м агарозном геле, окрашенном бромистым этидием, в 0,5 × TBE буфере. Визуализацию осуществляли облучением геля ультрафиолетом с использованием геледокументирующей системы GelDocXR + (Биорад).

Таблица 1

Характеристика используемых ISSR-праймеров

Шифр праймера	Последовательность, 3'-5'	Температура отжига, °С	Концентрация MgCl ₂ , mM
M1	(AC) ₈ GC	56	2,5
M2	(AC) ₈ CTG	54	2,5
M7	(CAG) ₃	60	2,5
M11	(CA) ₆ (AG)	49	2,5

Для каждого праймера составляли бинарные матрицы, где наличие или отсутствие фрагмента одинаковой молекулярной массы обозначали 1 или 0 соответственно. Расчет генетических характеристик и построение дендрограмм методом UPGMA проводили с использованием пакетов программ POPGENE и TFPGA [19]. Количество рутина в растениях-регенерантах гречихи определяли по М.Н. Запрометову [5] в Тихоокеанском институте биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН. Оптическую плотность исследуемого раствора оценивали на спектрофотометре Shimadzu UV-1700.

Результаты и обсуждение

В ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки изучение влияния ионов тяжелых металлов на гречихе посевной в культуре *in vitro* проводится с 2006 г. Эксперименты показали, что зрелые семена, клеточные культуры (каллус), микропобеги гречихи характеризуются различной, но достаточно высокой степенью устойчивости к действию повышенных концентраций сульфатов меди и цинка. Изученные генотипы гречихи проявили избирательную степень устойчивости к меди и цинку. Токсическое действие высоких концентраций сульфатов меди и цинка на семена проявилось в большей мере в ингибировании роста корней, чем проростков (рис. 1, 2).

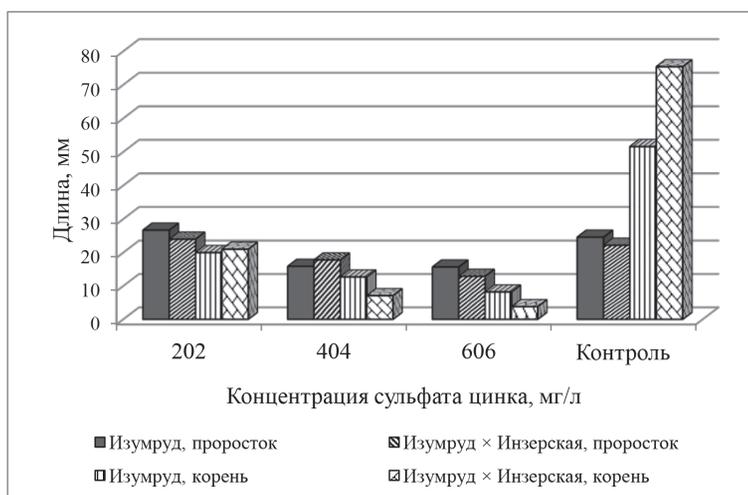


Рис. 1. Влияние сульфата цинка на прорастание семян гречихи посевной



Рис. 2. Влияние сульфата меди на прорастание семян гречихи посевной

Сульфат меди в изученных концентрациях оказался более токсичным, чем сульфат цинка. Под действием повышенных концентраций сульфата цинка в растворе длина корня уменьшилась на 61–84 %, а меди – на 92–96 % по сравнению с контролем. Культивирование микропобегов на селективных средах с повышенным содержанием тяжелых металлов показало, что с увеличением концентрации в питательной среде ионов меди и цинка повышался их ингибирующий эффект на растения гречихи.

Токсическое действие ТМ приводило к уменьшению высоты микрорастений, снижению числа междоузлий и листьев, отсутствию корней. Растения приобретали бледно-зеленую окраску с желтоватым оттенком – характерный признак отрицательного действия ТМ на процесс фотосинтеза.

На средах с медью в концентрации 23 мг/л различия были минимальными. Отрицательное действие меди на растения *in vitro* отмечено начиная с концентрации 46 мг/л. Стрессовое действие значительно возросло при содержании сульфата меди в количестве 161 и 184 мг/л. Данная концентрация была сублетальной, регенерация побегов практически прекратилась.

Отрицательное действие ионов цинка на процессы регенерации из микропобегов гречихи проявилось на селективной среде с содержанием соли 404 и 606 мг/л. Микрорастения, культивируемые на среде с 404 мг/л сульфата цинка, по сравнению с контрольными растениями отличались характерной хлоротичной окраской листьев, замедленным ростом стебля и отсутствием корнеобразования. Перенос выживших микропобегов на среду Мурасиге–Скуга без регуляторов роста и селективных агентов и последующее микроклонирование позволили получить растения гречихи, толерантные к меди и цинку.

В процессе микроразмножения гречихи на средах с ионами меди установлено, что сернокислая медь в количестве 9,2–23,0 мг/л стимулирует регенерационные процессы гречихи *in vitro* [17]. При воздействии на клетки каллуса гречихи сернокислой меди в количестве 24–60 мг/л наблюдался отрицательный мутагенный эффект: появление в потомстве летальной бесхлорофилльной мутации с частотой 1,5–9,6 %.

Активный синтез фенольных соединений является характерной особенностью вторичного метаболизма гречихи посевной [4, 7]. Важнейшая функция флавоноидов – защита растений от разнообразных вредных экзогенных воздействий. Любой биотический или абиотический стресс (воздействие патогенных грибов, бактерий, вирусов, температурные перепады, механические повреждения, яркий свет, ультрафиолетовое облучение, дисбаланс минеральных компонентов в почве, засуха, засоленность, воздействие озона, гербицидов, солей тяжелых металлов) может привести к интенсификации биосинтеза флавоноидов в различных анатомических частях растения [10].

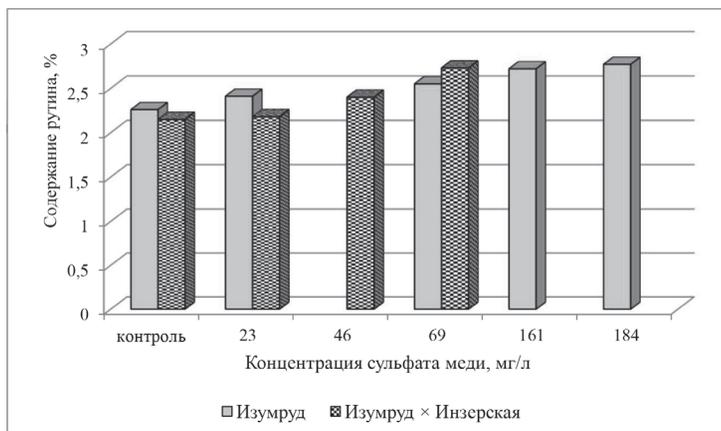


Рис. 3. Содержание рутина в растениях-регенерантах, толерантных к меди, %

В культуре *in vitro* у микрорастений гречихи, полученных под действием высоких концентраций ионов меди и цинка, происходило накопление флавоноида – рутина. Ответной реакцией на стрессовое влияние соли меди в концентрации 161 и 184 мг/л у растений-регенерантов сорта Изумруд синтез рутина увеличивался до 2,72 и 2,77 % соответственно (рис. 3). В растениях гибрида Изумруд × Инзерская, толерантных к соли меди (в среде 69 мг/л), обнаружено максимальное содержание рутина – 2,73 %. Ионный стресс под действием цинка в концентрации 404 мг/л проявился в повышении количества рутина до максимального – 2,83 % у регенерантов Изумруда (рис. 4). В растениях-регенерантах гибрида содержание рутина под действием цинка в данной концентрации привело к уменьшению в сравнении с контролем.

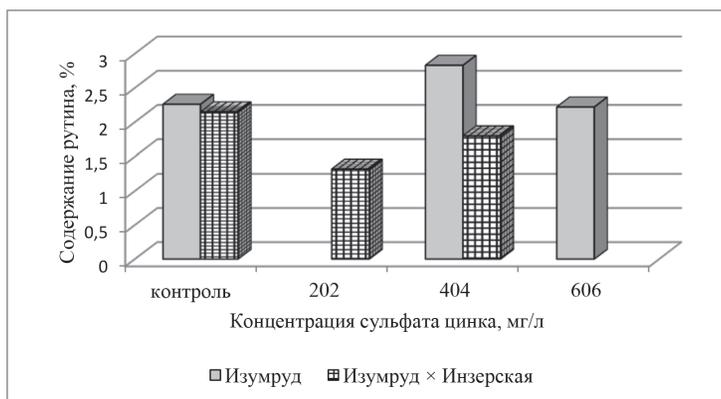


Рис. 4. Содержание рутина в растениях-регенерантах, толерантных к цинку, %

Проявление различной реакции генотипов на стрессовые условия вполне закономерно, так как уровень устойчивости к стрессам является генетически контролируемым и наследуемым признаком. Подтверждением же того, что воздействие высоких концентраций тяжелых металлов индуцирует изменения и мутации у растений в культуре *in vitro*, служат результаты проведенного молекулярно-генетического анализа. Метод маркирования межмикросателлитных последовательностей (ISSR) является относительно простым и современным. Он широко используется для обнаружения внутривидового полиморфизма, а также изменчивости у близкородственных генотипов культурных растений [20, 21, 24, 25].

Методом ISSR-анализа изучено 45 растений сорта гречихи Изумруд и семи его регенерантных линий, толерантных к разным концентрациям ионов меди и цинка. В результате

анализа электрофореграмм, полученных на основе разделения продуктов амплификаций четырех ISSR-праймеров, выявлено 76 ампликонов, 67 из которых оказались полиморфными. Полиморфизм в объединенной выборке составил 88,16 %. Изученные выборки характеризуются различными уровнями изменчивости. Наибольший полиморфизм выявлен у линий, полученных с использованием сульфата меди: в количестве 23 мг/л (Cu2) – 44,74 и 184 мг/л (Cu16) – 40,79 %. Средние значения изменчивости наблюдались у линий, толерантных к содержанию соли меди 161 мг/л (Cu14) – 26,32 %, сульфата цинка 404 мг/л (Zn4) – 23,68 %, сульфата меди 69 мг/л (Cu6) – 18,42 % и соли цинка 606 мг/л (Zn6) – 15,79 %. Наименьший уровень полиморфизма установлен у линии, культивированной в присутствии соли меди 46 мг/л (Cu4) – 7,89 %. У растений исходной формы сорта гречихи Изумруд, культивированных *in vitro*, уровень изменчивости составил 19,74 %, а у растений Изумруд *in vivo* – 30,26 %.

На основании распределения изменчивости амплифицированных фрагментов были рассчитаны коэффициенты генетических различий (генетические дистанции Нея, D_N) [23]. Наибольшими генетическими различиями характеризовались пары линий Cu2/Zn6 – 0,5210, Cu2/Cu14 – 0,4969 и Cu2/Zn4 – 0,4677. Наименьшие различия обнаружены между сортом Изумруд *in vivo* и Cu2 – 0,0895 (табл. 2).

Таблица 2

Генетические дистанции исследуемых линий и исходных форм гречихи посевой

Сорт, регенерантная линия	Изумруд <i>in vitro</i>	Изумруд <i>in vivo</i>	Cu2	Cu4	Cu6	Cu14	Cu16	Zn4
Изумруд <i>in vivo</i>	0,1618							
Cu2	0,3373	0,0895						
Cu4	0,1798	0,2378	0,3589					
Cu6	0,1884	0,2413	0,3037	0,1180				
Cu14	0,2243	0,3511	0,4969	0,3660	0,2921			
Cu16	0,2130	0,2051	0,3377	0,2935	0,2668	0,1015		
Zn4	0,2008	0,3570	0,4677	0,3315	0,2607	0,1718	0,1385	
Zn6	0,2121	0,3502	0,5210	0,3602	0,3301	0,1429	0,1531	0,1244

Для визуализации выявленных различий была построена UPGMA-дендрограмма филогенетических взаимоотношений (рис. 5). На дереве образовалось два больших кластера. В первый вошли линии, созданные на низких концентрациях ионов меди (Cu2, Cu4, Cu6), сорт Изумруд *in vitro* и *in vivo*, а второй кластер образовали линии, полученные с использованием высоких концентраций ионов меди (Cu14, Cu16) и ионов цинка (Zn4, Zn6).

Следует отметить, что генетические различия внутри первого кластера значительно выше, чем во втором: наибольшее значение между парой Cu2/Cu4 – 0,3589, а между парой Cu14/Zn4 – 0,1718 (табл. 2). Уровень генетических различий между кластерами может быть описан наибольшим значением, выявленным в паре Cu2/Cu14 – 0,4969.

Топология дендрограммы дает возможность предположить

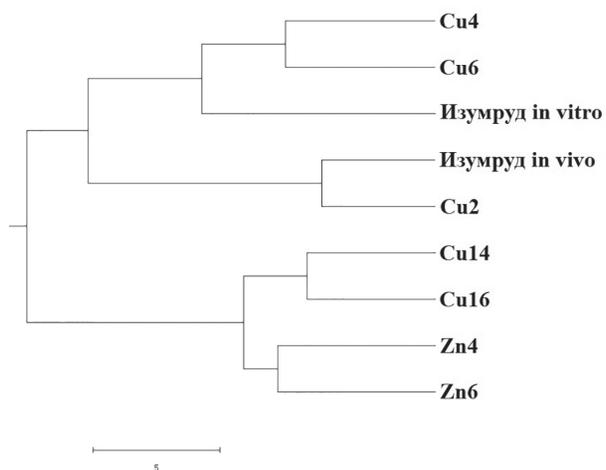


Рис. 5. UPGMA-дендрограмма филогенетических взаимоотношений исследованных линий, сорта Изумруд *in vitro* (исходная форма) и *in vivo* (стандарт). Длина ветвей дерева отражает уровень различий исследованных линий

природу выявленной в исследовании изменчивости. Вероятно, относительно низкие концентрации ионов меди индуцировали различия на уровне внутрисортовой изменчивости сорта Изумруд. Об этом свидетельствует образование двух подкластеров. Один образован растениями исходной формы Изумруд *in vitro* с регенерантами Cu4 и Cu6, а второй – растениями сорта Изумруд *in vivo* и регенерантной линией Cu2. При этом уровень изменчивости *in vivo* значительно выше ($P = 30,26\%$), чем *in vitro* ($P = 19,74\%$). Пробирочная популяция образована ограниченным числом генотипов и носит характер клоновой.

Использованные в экспериментах ионы меди и цинка в высоких концентрациях индуцировали большие различия в сравнении с исходной формой (Изумруд *in vitro*). В результате линии растений-регенерантов, полученные в условиях ионного стресса, образовали отдельный кластер. Внутри кластера линии растений, толерантные к меди и цинку, имели минимальные различия.

Для более полного анализа построена дендрограмма индивидуальных образцов, участвующих в исследовании с использованием алгоритма UPGMA (рис. 6). В целом топология дендрограммы под-

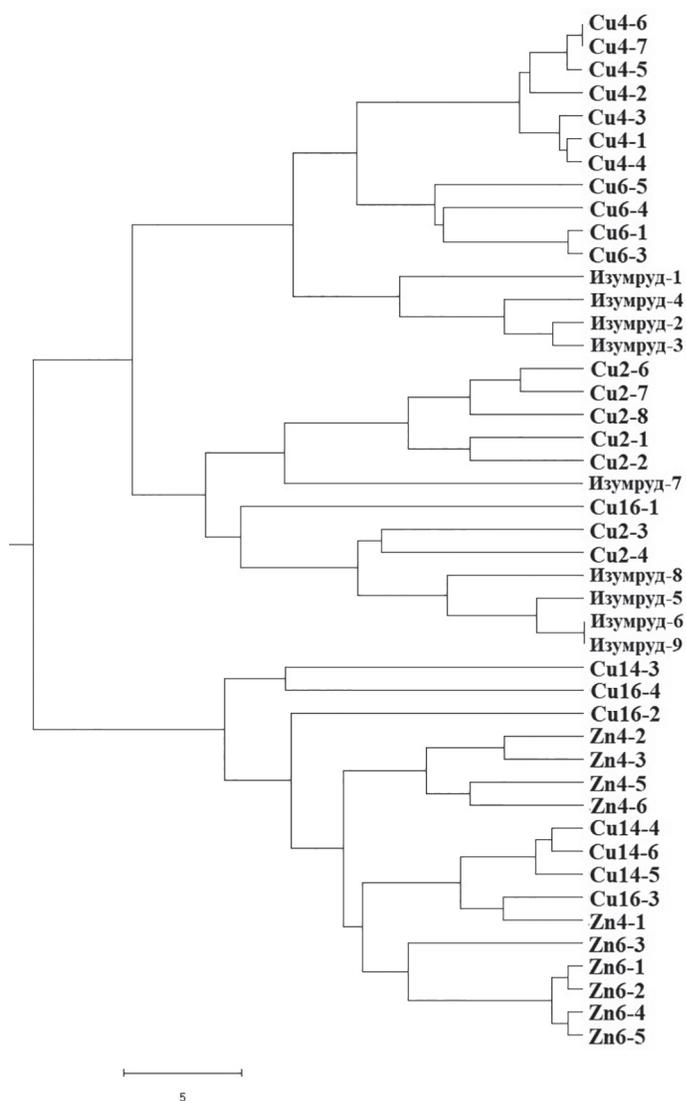


Рис. 6. UPGMA-дендрограмма филогенетических взаимоотношений отдельных образцов исследованных линий, сорта Изумруд *in vitro* (образцы Изумруд 1–4) и *in vivo* (образцы Изумруд 5–9)

тверждает полученные данные, но при этом представляет дополнительную информацию для понимания картины распределения изменчивости. В результате выделяются два больших кластера, образованных растениями тех же линий, что и в первом случае, однако количество и содержание подкластеров несколько иное. Популяция микрорастений сорта Изумруд (образцы Изумруд 1–4), растения-регенеранты линий Cu4 (Cu4-1, 2, 3, 4, 5, 6) и Cu6 (Cu6-1, 3, 4, 5) образовали индивидуальные подкластеры на дендрограмме. Растения сорта Изумруд *in vivo* (образцы Изумруд 5–9) кластеризовались с регенерантной линией Cu2 (Cu2-1, 2) и одним образцом Cu16-1.

Во втором кластере компактные моногенные группы образовали образцы, выращенные с использованием ионов цинка, при этом отдельные образцы выпадают из общих подкластеров. Регенерантные линии, полученные на высоких концентрациях

ионов меди, распределились случайным образом как друг с другом, так и с отдельными образцами, полученными на средах с ионами цинка.

Гречиха как культура обладает высоким генетическим разнообразием. Вероятно, немаловажную роль в этом играет перекрестное опыление. Так, по данным Г.Д. Кадыровой с соавторами [6], внутривидовое разнообразие гречихи посевной находится на уровне изменчивости природных популяций видов *F. cumosum* и *F. tataricum*, а в некоторых случаях превосходит ее. Ранее с использованием набора ISSR-праймеров нами были выявлены высокие уровни внутривидового полиморфизма у пяти сортообразцов гречихи посевной [22].

Молекулярно-генетические исследования подтверждают, что использование селективных сред с ионами цинка и высокими концентрациями ионов меди приводит к индуцированию наиболее значительных генетических различий, в отличие от сред с низкими концентрациями меди. Однако это разнообразие носит скорее случайный характер и обладает меньшими максимальными значениями. Кроме того, не все регенерантные линии одинаково отзываются на такое воздействие, так как у одного образца (Cu16-1) выявлен генотип, сходный с генотипом растения сорта Изумруд *in vivo* и регенерантами Cu2. Низкие концентрации ионов меди индуцируют разнообразие, сходное по уровню изменчивости с внутрисортным полиморфизмом. Это может быть следствием особенностей биологии исследуемой культуры (а именно, перекрестного опыления), большого количества разных биотипов в популяции сорта, что приводит к росту изменчивости популяции по сравнению с самоопыляющимися культурами. Следует отметить явное влияние ионов тяжелых металлов как мутагенного фактора, поскольку полученные линии кластеризуются отдельно от исходной формы, изменчивость которой можно оценивать в том числе как соматическую, так как она не подвергалась воздействию ионов тяжелых металлов.

Заключение

Использование селективных сред с высокими концентрациями ионов цинка и меди для культивирования микропобегов гречихи посевной способствовало расширению диапазона генетической изменчивости и получению регенерантов с повышенным содержанием рутина. В результате ISSR-анализа регенерантных линий, толерантных к разным концентрациям ионов меди и цинка, выявлено 76 ампликонов, 67 из которых оказались полиморфными. Наибольшими генетическими различиями характеризовались пары линий Cu2/Zn6 – 0,5210, Cu2/Cu14 – 0,4969 и Cu2/Zn4 – 0,4677. Максимальное содержание рутина выявлено у растений-регенерантов Cu16 – 2,77 %, полученных в селективной среде с концентрацией сульфата меди 184 мг/л и Zn4 – 2,83 % при концентрации сульфата цинка 404 мг/л. Результаты исследований свидетельствуют о перспективности использования клеточной селекции в культуре *in vitro* гречихи для получения регенерантных линий с повышенным содержанием рутина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барсукова Е.Н., Клыков А.Г., Чайкина Е.Л. Использование метода культуры ткани для создания новых форм *Fagopyrum esculentum* Moench // Рос. с.-х. наука. 2019. № 5. С. 3–6. DOI: 10.31857/S2500-2627201953-6.
2. Барсукова Е.Н. Клеточная селекция гречихи посевной в условиях ионного стресса // Аграр. Россия. 2013. № 10. С. 2–4.
3. Высочина Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск: Наука, 2004. 240 с.
4. Гумерова Е.А., Акулов А.Н., Румянцева Н.И. Влияние метилжасмоната на ростовые характеристики суспензионной культуры гречихи татарской и накопление в ней фенольных соединений // Физиология растений. 2015. Т. 62, № 2. С. 212–221. DOI: 10.7868/S0015330315020074.
5. Запромтов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993. 272 с.

6. Кадырова Г.Д., Кадырова Ф.З., Мартиросян Е.В., Рыжова Н.Н. Анализ геномного разнообразия образцов и сортов гречихи посевной и татарской ISSR-методом // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 5. С. 42–48.
7. Казанцева В.В., Гончарук Е.А., Фесенко А.Н., Широкова А.В., Загоскина Н.В. Особенности образования фенольных соединений в проростках гречихи (*Fagopyrum esculentum* Moench) различных сортов // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50, № 5. С. 611–619. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.5.611 rus.
8. Клыков А.Г., Моисеенко Л.М., Горовой П.Г. Биологические ресурсы видов рода Гречиха (*Fagopyrum* Mill.) на российском Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 2018. 304 с.
9. Клыков А.Г., Барсукова Е.Н., Чайкина Е.Л., Анисимов М.М. Перспективы и результаты селекции *Fagopyrum esculentum* Moench на повышенное содержание флавоноидов // Вестн. ДВО РАН. 2019. № 3. С. 5–16. DOI: 10.25808/08697698.2019.205.3.001.
10. Макаренко О.А., Левицкий А.П. Физиологические функции флавоноидов в растениях // Физиология и биохимия культ. растений. 2013. Т. 45, № 2. С. 100–112.
11. Машковский М.Д. Лекарственные средства. 16-е изд., перераб., испр. и доп. М.: Новая волна, 2012. 1216 с.
12. Сабитов А.М., Магафурова Е.Ф., Хуснутдинов В.В. О новых направлениях селекции гречихи в Башкирском НИИСХ // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 3. С. 20–22.
13. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. / В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова, Е.С. Воронин и др.; под ред. В.С. Шевелухи. М.: Высш. шк., 2003. 469 с.
14. Сергеева Л.Е., Бронникова Л.И. Ионы тяжелых металлов *in vitro*: новые идеологии для получения генетически измененных форм растений // Вестн. защиты растений. 2016. № 3 (89). С. 152–153.
15. Сергеева Л.Е., Бронникова Л.И. Клеточная селекция с ионами тяжелых металлов: новые аспекты комплексной устойчивости // Биология клеток растений *in vitro* и биотехнология: сб. тез. X Междунар. конф., Казань, 1–10 окт. 2013. Казань, 2013. С. 82–83.
16. Соколов О.А. Качество урожая гречихи. М.: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1983. 264 с.
17. Способ размножения гречихи *in vitro*: пат. 2538167 RU, МПК А01 4/00 / Барсукова Е.Н.; патентообладатель ПримНИИСХ РАСХН. № 2013135431; заявл. 26.07.2013; опубл. 10.01.2015, Бюл. № 1.
18. Aljanabi S.M., Martinez I. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques // Nucleic Acid. Res. 1997. Vol. 25, N 22. P. 4692–4693. DOI: 10.1093/nar/25.22.4692.
19. Backeljau T., De Bruyn L., De Wolfe H., Jordaens K., Van Dongen S., Winnepenninckx B. Multiple UPGMA and Neighbor-joining trees and the performance of some computer packages // Mol. Biol. Evol. 1996. Vol. 13, N 2. P. 309–313. DOI: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a025590.
20. Gilbert J.E., Lewis R.V., Wilkinson M.J., Caligari P.D.S. Developing an appropriate strategy to assess genetic variability in plant germplasm collections // Theor. Appl. Genet. 1999. Vol. 98. P. 1125–1131. DOI: 10.1007/s001220051176.
21. Joshi S.P., Gupta V.S., Aggarwal R.K., Ranjekar P.K., Brar D.S. Genetic diversity and phylogenetic relationship as revealed by inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism in the genus *Oryza* // Theor. Appl. Genet. 2000. Vol. 100. P. 1311–1320. DOI: 10.1007/s001220051440.
22. Klykov A.G., Fisenko P.V., Chibizova A.S., Barsukova E.N. Evaluation of genetic diversity of *Fagopyrum esculentum* Moench variety using method of ISSR-analysis // Current Challenges in Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology: Proc. Fifth Intern. Sci. Conf. PlantGen–2019, Novosibirsk, June 24–29, 2019. Novosibirsk: ICG SB RAS, 2019. P. 49–50. DOI: 10.18699/ICG-PlantGen2019-14.
23. Nei M. Genetic distance between populations // Am. Naturalist. 1972. Vol. 106, N 949. P. 283–292.
24. Prevost A., Wilkinson M.J. A new system of comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting of potato cultivars // Theor. Appl. Genet. 1999. Vol. 98, N 1. P. 107–112. DOI: 10.1007/s001220051046.
25. Sica M., Gamba G., Montieri S., Gaudio L., Aceto S. SSR markers show differentiation among Italian population *Asparagus acutifolius* L. // BMC Genetics. 2005. Vol. 6. P. 17. DOI: 10.1186/1471-2156-6-17.

Р.В. ТИМОШИНОВ, Л.Е. БАБИНЕЦ, Е.Ж. КУШАЕВА,
А.А. ДУБКОВ, А.Г. КЛЫКОВ

Влияние агротехнических приемов и плодородия почвы на урожайность сои сорта Муссон в условиях Приморского края

Представлены результаты исследований реакции растений сои сорта Муссон на изменение норм высева, способа посева и влияния различных систем удобрений на урожайность и качество семян в условиях Приморского края. Для получения максимальной урожайности сои сорта Муссон рекомендуется проводить рядовой посев на 15 см с нормой высева 500–600 тыс. или широкорядный посев на 30 см с нормой высева 550–650 тыс. всхожих семян на 1 га. Показана высокая эффективность комплексной системы удобрений с одинарной дозой минеральных удобрений (N40 + P4,5 + INPK).

Ключевые слова: соя, сорт, система удобрения, белок, урожайность, норма высева, способ посева.

Influence of agrotechnical receptions and fertility soils on the yield of the Monsoon variety in the conditions of the Primorsky Territory. R.V. TIMOSHINOV, L.E. BABINETS, E.Zh. KUSHAEVA, A.A. DUBKOV, A.G. KLYKOV (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk).

The article presents the results of studies on the reaction of soybean plants of the Monsoon variety to changes in seeding rates, method of sowing, the influence of various fertilizer systems on the yield and quality of soybean seeds in the Primorsky Territory. It has been established that in order to obtain maximum yield, the soybean Monsoon variety is recommended to be sown with row crops of 15 cm with a seed rate of 500–600 thousand germinating seeds per 1 ha, with a wide-row method of sowing of 30 cm with a seed rate of 550–650 thousand germinating seeds on 1 ha. Of the applied in crop rotation, High efficiency of integrated fertilizer system with a single dose of mineral fertilizers (manure 40 + lime 4.5 + INPK) is shown.

Key words: soybean, variety, fertilizer system, protein, yield, seeding rate, method of sowing.

В последние годы в Российской Федерации отмечено значительное увеличение посевных площадей под соей. Однако урожайность сои пока далека от потенциально возможной, особенно на Дальнем Востоке [4].

Для повышения урожайности сои важное значение имеет не только подбор наиболее адаптированных для конкретных природных условий сортов, но и применение особых приемов возделывания с учетом биологических особенностей растений. Созданные селекционерами и используемые в производстве сорта сои различаются не только продолжительностью вегетации, но и морфологическими признаками, физиологическими свойствами растения и отдельных его органов, функционированием фотосинтетического и симбиотрофного процессов, реакцией на световой и тепловой режимы, устойчивостью

*ТИМОШИНОВ Роман Витальевич – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом, БАБИНЕЦ Людмила Евгеньевна – младший научный сотрудник, КУШАЕВА Елена Жоржевна – научный сотрудник, ДУБКОВ Александр Алексеевич – научный сотрудник, КЛЫКОВ Алексей Григорьевич – доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, заведующий отделом (Федеральный научный центр агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск). *E-mail: fe.smc_rf@mail.ru

к абиотическим стрессам и патогенам [6]. В этой связи возникает необходимость разработки энергетически и экономически выгодных способов повышения продуктивности культуры на основе использования ресурсосберегающих агротехнических приемов возделывания [11]. К таким приемам, оказывающим существенное влияние на формирование урожайности сои, относится норма высева и способ посева. Увеличение нормы высева приводит к вытягиванию растений в рост и более высокому прикреплению нижнего боба, но при этом снижается количество бобов и семян на растении [9].

Внесение минеральных удобрений позволяет значительно повысить продуктивность сельскохозяйственных культур, однако при их многолетнем применении снижается качество продукции растениеводства, происходит загрязнение окружающей среды, нарушаются естественные механизмы восстановления почв.

Для оценки эффективности извлечения растениями элементов питания из почвы и удобрений в различных регионах России проводятся агрохимические опыты на стационарах, созданных по инициативе академика Д.Н. Прянишникова в 1927 г. и организационно оформленных в 1941 г. в единую Географическую сеть опытов с удобрениями. За многолетний период существования сети создан фонд экспериментальных результатов, который широко используется и в настоящее время [8].

Чтобы оценить влияние на почву того или иного фактора, исследуются агрохимические, физические и биологические свойства почв. Микроорганизмы – основные деструкторы органических остатков – принимают участие в образовании и деструкции гумуса, накоплении биологически активных веществ. Микроорганизмы осуществляют также фиксацию молекулярного азота атмосферы. Отслеживая сдвиги в структуре и численности различных микробных групп, можно оценить динамику и направленность почвенных процессов и, следовательно, на ранних этапах зафиксировать и скорректировать возможные негативные последствия различных агроприемов [10].

Цель настоящих исследований – обосновать возможность повышения урожайности нового сорта сои Муссон с максимальным выходом семенной фракции, сохранением ценных хозяйственно-биологических признаков сорта за счет применения агроприемов возделывания и различных систем удобрений.

Материалы, методы и условия исследований

Исследования проводились на полях отдела земледелия и агрохимии ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» (пос. Тимирязевский Приморского края) в 2017–2019 гг. Изучение систем удобрений осуществлялось в агрохимическом стационаре, заложенном в 1941 г. на базе девятипольного севооборота, с использованием полевого и лабораторно-полевого методов по общепринятым методикам [5].

Почва опытного участка – лугово-бурая отбеленная, тяжелосуглинистая. В почвенных пробах определялись следующие показатели, характеризующие агрохимические свойства почвы: органическое вещество (гумус) – по Тюрину; pH_{KCl} – по ГОСТ 26483-85; подвижный фосфор и калий – по методу Кирсанова (ГОСТ Р 54650-2011).

В качестве объекта исследований использовали районированный сорт сои Муссон селекции ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, включенный в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации и рекомендованный к использованию в 12 климатических зонах [2]. Сорт среднепоздний, с периодом вегетации 120–124 сут.

Опыт по изучению влияния способов посева на урожайность состоял из вариантов с междурядьями 15 и 30 см при разных нормах высева – от 300 до 700 тыс. всхожих семян на 1 га. Контролем служил вариант с междурядьями шириной 45 см и нормой высева 450 тыс. всхожих семян на 1 га, рекомендованный для Приморского края [7]. Площадь делянки – 20 м² в трехкратной повторности.

Опыт по оценке влияния систем удобрений на урожайность и биохимические показатели сои включал раздельное внесение органического удобрения (навоза), извести и минеральных удобрений (в одинарных и двойных дозах), а также комплекса этих удобрений в различных их сочетаниях и пропорциях. В качестве контроля был взят вариант без удобрений. Навоз и известь вносили в начале каждой ротации севооборота в занятом пару, минеральные удобрения – ежегодно. Схема опыта представлена в табл. 1.

Фенологические наблюдения, учеты и оценку структуры урожая проводили согласно методике государственного сортоиспытания [5]. Полученные данные обрабатывались общепринятыми методами [3].

Результаты исследований

В почве агрохимического стационара до закладки опытов в 1941 г. на 1 кг почвы содержалось 19 мг подвижного фосфора, 61 мг обменного калия, 2,9 % гумуса, pH_{KCl} составлял 4,9. Применение разных систем удобрений в течение 78 лет оказало существенное влияние на накопление элементов питания в почве и агрохимические показатели (табл. 2). Исследования показали, что содержание фосфора в контроле очень низкое, в варианте с внесением навоза и навоза с известью оно повышается на 8–11 мг/кг. Совместное внесение минеральных удобрений, органического удобрения (навоза) и извести на протяжении восьми ротаций севооборота привело к формированию повышенного и высокого уровня обеспеченности почвы подвижным фосфором (58–103 мг/кг).

Состояние плодородия почвы на полях агрохимического стационара ФНЦ агробiotехнологий Дальнего Востока (среднее за 2017–2019 гг.)

Вариант	N-NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	Органическое вещество, %	pH _{KCl}
1. Контроль (без удобрений)	12,4	12	127	3,23	5,0
2. H40	13,5	20	136	3,33	5,3
3. H40 + И4,5	12,8	23	130	3,48	5,6
4. H40 + И4,5 + 1NPK	17,6	58	173	3,37	5,6
5. H40 + И4,5 + 2NPK	10,9	97	178	3,20	5,7
6. H40 + И4,5 + 1N2P2K	9,8	103	132	3,36	5,6
7. H40 + И4,5 + 1N2P1K	10,3	94	130	3,27	5,4
8. И4,5 + 1,5N1, 5P2K	10,5	42	117	3,16	5,5
9. 1,5N1, 5P2K	10,5	31	111	2,98	4,6

Установлено, что без внесения органического удобрения (навоза) содержание фосфора снижается до среднего уровня, а при применении одних минеральных удобрений – до низкого. На полях с минеральной системой удобрений наблюдается средняя обеспеченность калием (111 мг/кг), высокая формируется в почвах, где применялась комплексная система с одинарной (H40 + И4,5 + 1NPK) и двойной (H40 + И4,5 + 2NPK) нормой минеральных удобрений. В контроле и на минеральной системе почва является среднекислой (pH_{KCl} 5,0), а при систематическом применении минеральных удобрений на фоне органики и извести переходит в разряд близкой к нейтральной и слабокислой. Наименьшее содержание

Таблица 1

Схема внесения удобрений на агрохимическом стационаре ФНЦ агробiotехнологий Дальнего Востока

№ варианта	Вариант
1	Контроль (без удобрений)
2	H40
3	H40 + И4,5
4	H40 + И4,5 + 1NPK
5	H40 + И4,5 + 2NPK
6	H40 + И4,5 + 1N2P2K
7	H40 + И4,5 + 1N2P1K
8	И4,5 + 1,5N1, 5P2K
9	1,5N1, 5P2K

Примечание. Н – навоз, И – известь, т/га; 1NPK – одинарная (N₃₀P₄₅K₄₅) и 2NPK – двойная (N₆₀P₉₀K₉₀) дозы минеральных удобрений, кг д.в./га.

Таблица 2

органического вещества фиксируется для минеральной системы, что скорее всего связано с процессом минерализации органического вещества. Систематическое внесение в почву органических и минеральных удобрений на фоне известкования способствует активации процесса гумификации.

ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки совместно с ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН выполнены исследования микрофлоры на агрохимическом стационаре при разных системах удобрений. Исследования показали, что длительное внесение удобрений меняет соотношение аминокетотрофов и аминоавтотрофов. Зафиксировано значительное уменьшение численности аминокетотрофов и азотфиксаторов вместе с ростом численности аминоавтотрофной микрофлоры. На всех опытных участках отмечено снижение количества подвижного азота на фоне сокращения численности микробного пула, принимающего участие в цикле азота. Можно сделать заключение, что одним из факторов, влияющих на уменьшение количества доступного азота в почве экспериментальных участков, является угнетение аминокетотрофной и азотфиксирующей микрофлоры при одновременном росте численности микроорганизмов, использующих минеральные формы азота [1].

Использование клевера лугового на сидерат и соблюдение севооборота позволяют получать достаточно высокую урожайность сои (1,7 т/га) даже без применения минеральных удобрений в течение 78 лет (см. вариант «Контроль» в табл. 3).

Таблица 3

Урожайность и биохимические показатели сои сорта Муссон в зависимости от систем удобрений (среднее за 2017–2019 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Содержание жира, %	Содержание белка, %
1. Контроль (без удобрений)	1,7	21,4	37,2
2. Н40	2,0	20,9	38,3
3. Н40 + И4,5	2,2	20,9	38,3
4. Н40 + И4,5 + 1NPK	2,3	20,8	38,8
5. Н40 + И4,5 + 2NPK	2,3	21,0	37,8
6. Н40 + И4,5 + 1N2P2K	2,2	20,9	38,2
7. Н40 + И4,5 + 1N2P1K	2,3	20,9	38,5
8. И4,5 + 1,5N1, 5P2K	2,3	21,1	37,8
9. 1,5N1, 5P2K	2,0	21,2	37,2
НСР _{0,95}	0,2	–	–

В процессе исследований выявлено, что эффективность минеральной системы удобрений превосходит систему с органическим удобрением, а наиболее высокие прибавки урожая в сравнении с контролем (0,6 т/га) получены при совместном внесении органического удобрения (навоза), извести и минеральных удобрений.

Последствие систем удобрений отражается в содержании белка в семенах сои. Наибольшее содержание белка и наименьшее жира в сое получено при комплексной системе с одинарной дозой минеральных удобрений (Н40 + И4,5 + 1NPK).

К элементам структуры урожая сои относятся такие показатели, как высота растений, высота прикрепления нижнего боба, количество бобов и семян на одном растении, масса 1000 шт. семян.

В вариантах с комплексной системой удобрений (Н + И + NPK) отмечены более высокие показатели структуры урожая (табл. 4). Установлено, что наибольшее засорение происходит при посеве с междурядьями 15 и 30 см (табл. 5). В посевах сои в основном преобладали акалифа южная (*Acalypha australis*), амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia*) и марь белая (*Chenopodium album*).

Таблица 4

Влияние минеральных удобрений на структуру урожая сои сорта Муссон (среднее за 2017–2019 гг.)

Вариант	Высота, см		Количество бобов на 1 растении, шт.	Количество семян на 1 растении, шт.	Масса 1000 семян, г
	растения	прикрепления нижнего боба			
1. Контроль (без удобрений)	76	14	18	34	160,8
2. Н40	83	14	18	35	164,0
3. Н40 + И4,5	93	16	21	42	173,5
4. Н40 + И4,5 + 1NPK	97	16	24	48	174,8
5. Н40 + И4,5 + 2NPK	103	18	24	49	173,3
6. Н40 + И4,5 + 1N2P2K	105	16	24	49	177,9
7. Н40 + И4,5 + 1N2P1K	96	15	22	42	175,8
8. И4,5 + 1,5N1, 5P2K	93	14	22	41	170,9
9. 1,5N1, 5P2K	88	15	22	41	154,5
НСР _{0,95}	11,6	1,6	2,4	6,0	8,1

Таблица 5

Видовой состав сорняков при разных способах посева сорта Муссон

Ширина междурядий	Вид сорняков	Количество сорняков, шт./м ²		
		2018 г.	2019 г.	Среднее
45 см (контроль)	Амброзия полыннолистная (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	15	25	20
	Марь белая (<i>Chenopodium album</i>)	13	15	14
	Акалифа южная (<i>Acalypha australis</i>)	14	16	15
Всего		42	56	49
15 см	Амброзия полыннолистная (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	25	32	28
	Марь белая (<i>Chenopodium album</i>)	15	14	14
	Акалифа южная (<i>Acalypha australis</i>)	14	26	20
Всего		54	72	62
30 см	Амброзия полыннолистная (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	35	27	31
	Марь белая (<i>Chenopodium album</i>)	20	18	19
	Акалифа южная (<i>Acalypha australis</i>)	16	21	18
Всего		71	66	68

Высота растений – один из основных признаков, определяющих урожайность. В проведенных исследованиях высота растений в среднем за 2018–2019 гг. наибольшей (74 см) была при посеве с междурядьем 15 см и нормой высева 600–700 тыс. всхожих семян на 1 га. Высота прикрепления нижнего боба является важным в технологическом отношении признаком, от которого зависит величина потерь при механизированной уборке урожая. При более высоком прикреплении нижнего боба уменьшаются потери зерна. В опыте высота прикрепления нижнего боба у сои сорта Муссон варьировала от 8 до 11 см.

На продуктивность сои влияет также количество бобов на растении, что обусловлено биологическими особенностями сорта, почвенно-климатическими условиями и агротехникой возделывания. Максимальное количество бобов на одном растении (30–36 шт.) для посевов с междурядьями шириной 15 см отмечено при норме высева 600–700 тыс. всхожих семян на 1 га. При посеве с междурядьем в 30 см количество бобов составляет 35–37 шт. при норме высева 550–650 тыс. всхожих семян на 1 га (табл. 6).

Наибольшее количество семян с одного растения (52–66 и 71–75 шт.) получено при посеве с междурядьями шириной 15 см при норме высева 600–700 тыс. и 30 см при норме высева 550–650 тыс. всхожих семян на 1 га соответственно.

Основным критерием эффективности сорта является его урожайность. В наших исследованиях наибольшая урожайность (1,8 т/га) была получена при обычном рядовом посеве с междурядьями в 15 см и нормой высева от 550 до 600 тыс. всхожих семян на 1 га, что выше контроля на 5,9 %. Изучаемые способы посева и нормы высева не оказывали

Таблица 6

Влияние норм высева и способа посева на структуру урожая сои сорта Муссон (среднее за 2018–2019 гг.)

Вариант		Высота, см		Количество бобов на 1 растения, шт.	Количество семян на 1 растения, шт.	Масса 1000 семян, г
Ширина междурядий (фактор А)	Норма высева, тыс. всхожих семян на 1 га (фактор В)	растения	прикрепления нижнего боба			
45 см (контроль)	450	81	9	34	56	187
15 см	300	68	8	27	59	125
	350	70	8	29	64	126
	400	70	9	30	61	133
	450	68	9	28	49	134
	500	69	10	31	59	136
	550	67	10	32	57	146
	600	74	11	36	66	155
	650	66	8	27	52	141
30 см	700	74	9	30	54	158
	300	68	8	34	70	145
	350	62	9	30	65	146
	400	64	8	40	58	150
	450	70	9	32	57	166
	500	74	8	33	59	148
	550	78	10	35	73	137
	600	80	11	36	71	152
650	84	11	37	75	154	
700	86	10	35	71	147	
НСР ₀₅ фактор А		3,3	0,5	1,8	3,7	5,5
НСР ₀₅ фактор В		6,9	1,2	3,8	7,9	11,6
НСР ₀₅ факторы А и В		9,8	1,6	5,5	11,3	16,3

Таблица 7

Урожайность и биохимические показатели сои сорта Муссон в зависимости от способа посева и нормы высева (среднее за 2018–2019 гг.)

Вариант		Урожайность, т/га	Содержание белка, %	Содержание жира, %
Ширина междурядий (фактор А)	Норма высева, тыс. всхожих семян на 1 га (фактор В)			
45 см (контроль)	450	1,7	37,8	22,0
15 см	300	1,1	35,5	22,7
	350	1,3	36,9	22,0
	400	1,2	36,8	22,3
	450	1,3	36,1	22,3
	500	1,7	37,1	22,0
	550	1,8	38,5	22,0
	600	1,8	37,8	22,1
	650	1,5	37,5	22,1
30 см	700	1,2	36,8	22,1
	300	1,1	37,0	22,3
	350	1,2	37,0	22,4
	400	1,2	38,2	22,0
	450	1,1	37,5	22,0
	500	1,4	37,1	22,4
	550	1,5	38,7	22,0
	600	1,7	38,1	22,0
650	1,7	38,2	22,0	
700	1,5	37,4	22,3	
НСР ₀₅ фактор А		0,1	0,2	0,04
НСР ₀₅ фактор В		0,2	0,4	0,10
НСР ₀₅ факторы А и В		0,3	0,6	0,14

существенного влияния на биохимические показатели. По всем вариантам опыта отмечена тенденция к росту содержания белка в зерне сои в среднем на 0,7 % (табл. 7).

Заключение

Продуктивность сои в агрохимическом стационаре ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки при длительном выращивании без применения удобрений в целом сохраняется за счет севооборота и использования клевера лугового на сидерат. Внесение высоких доз минеральных удобрений без органических приводит к подкислению почвы по сравнению с контролем. Из примененных нами систем удобрений в севообороте более высокую эффективность показала органоминеральная, продолжительное использование которой на фоне известкования обеспечивает значительную прибавку урожая сои сорта Муссон (0,6 т/га). Внесение органического удобрения (навоза), известки и двойной дозы минеральных удобрений на протяжении восьми ротаций севооборота формирует значительные запасы доступного фосфора и калия в почве. Максимальная урожайность сои сорта Муссон (2,3 т/га) с высоким содержанием белка (38,8 %) получена при применении комплексной системы с одинарной дозой минеральных удобрений (N40 + И4,5 + 1NPK).

В условиях Приморского края сорт сои Муссон рекомендуется высевать рядовым способом с междурядьями шириной 15 см и нормой высева 500–600 тыс. или широкорядным способом с междурядьями шириной 30 см и нормой высева 550–650 тыс. всхожих семян на 1 га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко А.Н., Сидоренко М.Л., Тимошинов Р.В. Влияние длительного применения удобрений на соотношение эколого-трофических групп микроорганизмов различных по типу азотного питания // Вестн. Алтай. ГАУ. 2018. № 9 (167). С. 40–46.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений. М., 2018. 483 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): стереотип. изд., перепечатанное с 5-го изд., доп. и перераб. М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Клыков А.Г., Ким И.В. Современное состояние и пути инновационного развития аграрной науки на Дальнем Востоке // Вестн. ДВО РАН. 2017. № 3. С. 5–14.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур. М., 1985. Вып. 1. 194 с.
6. Рахимова Ю.М., Дозоров А.В., Наумов А.Ю. Фотосинтетическая деятельность и урожайность сои при применении различных гербицидов и приемов основной обработки почвы // Вестн. Ульянов. ГСХА. 2015. № 2. С. 37–42.
7. Система ведения агропромышленного производства Приморского края / РАСХН, ДВНМЦ, ПримНИИСХ. Новосибирск, 2001. 364 с.
8. Совершенствование единой системы мониторинга в длительных агрохимических полевых опытах Гео-сети. М.: ВНИИА, 2016. 44 с. (Бюл. Географической сети опытов с удобрениями; вып. 22).
9. Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В., Матвеева О.Л. Нормы высева и способы посева раннего сорта сои северного экотипа «Памяти Фадеева» в условиях Чувашии // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2 (30). С. 62–66.
10. Чайка А.К., Клыков А.Г. Приоритетные направления в развитии агропромышленного комплекса Дальнего Востока России // Вестн. ДВО РАН. 2016. № 2. С. 24–30.
11. Шабалдас О.Г., Агафонов О.М. Рекомендации по применению микробиологических препаратов и регуляторов роста при возделывании сои в зоне неустойчивого увлажнения Краснодарского края. Армавир: АОС ВНИИМК, 2016. 44 с.

Л.В. САМУТЕНКО

Зависимость продуктивности однолетних кормовых культур от степени интенсивности систем удобрения и уровня плодородия лугово-дерновой почвы острова Сахалин

Продуктивность кормовых культур в целом и эффективность действия экстенсивных, малоинтенсивных и интенсивных систем удобрения оказались зависимы от насыщения почвы органическим веществом, вероятно, его лабильной частью, от наличия разных форм азота, величины кислотности. Более выраженным положительным влиянием на продуктивность бобово-злаковых смесей в течение трех ротаций севооборота на всех исходных фонах характеризовались 1 и 3NK, 2–3NPK, 100–200 т/га компоста (последствие) + 2–3NPK. Снижение содержания азотного компонента в составе минеральных комплексов и размещение бобово-злаковых культур по последствию мелиоранта привело к потерям продуктивности кормовых смесей.

Ключевые слова: исходное плодородие, системы удобрения, известкование, бобово-злаковые смеси, продуктивность.

Dependence of efficiency of annual fodder crops on the degree of intensity of fertilizing systems and fertility level of meadow-soddy soil of the Sakhalin Island. L.V. SAMUTENKO (Sakhalin Research Institute of Agriculture, Yuzhno-Sakhalinsk).

The productivity of forage crops as a whole and the effectiveness of the extensive, low-intensity and intensive fertilizer systems depend on the saturation of the soil with organic matter, probably its labile part, on the presence of different forms of nitrogen, and the amount of acidity. 1 and 3NK, 2–3NPK, 100–200 t/ha of compost (aftereffect) + 2–3NPK were characterized by a more pronounced positive effect on the productivity of legume-grass mixtures during 3 rotations of crop rotation on all initial backgrounds. The decrease in the content of the nitrogen component in the mineral complexes and the placement of legume-cereal crops as a result of the ameliorant aftereffect led to a loss in the productivity of feed mixtures.

Key words: primary fertility, fertilizer systems, liming, legume-grass mixtures, productivity.

Введение

Резкое уменьшение объема применяемых органических и минеральных удобрений в российском земледелии стало причиной снижения уровня плодородия почвы и падения урожайности кормовых культур [7, 8]. Эта тенденция не миновала и сахалинское растениеводство. Возобновленное в областном земледелии применение органических удобрений не имеет масштабного характера и практически не вписывается в технологию получения травяных кормов. Важным фактором повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в условиях снижения плодородия почв и сложных климатических

САМУТЕНКО Любовь Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (Сахалинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Южно-Сахалинск). E-mail: lyubiva_1953@mail.ru.

условий разных регионов является улучшение минерального питания растений [2, 3]. Особую актуальность приобретает поиск эффективных и экономически оправданных способов использования удобрений [7].

Экономический вклад сельскохозяйственных предприятий в собственное производство кормов при определенном ограничении средств обуславливает поиск более экономичных растительных источников. Основным из них становятся многолетние травосмеси. В связи с этим доля кормов из однолетних культур из-за высокой себестоимости в общих объемах кормопроизводства ограничена, в то же время за их счет восполняется недостаток зеленых кормов в летний пастбищный период [15].

Наиболее распространенной и важной зернофуражной культурой считается овес. В кормовых смесях с бобовыми (горохом и викой) он служит основной культурой. Ценными кормовыми достоинствами обладают не только зерно, но и солома, и зеленая масса овса [5]. Овес достаточно пластичен в отношении к почвенно-климатическим условиям. Бобовые культуры более требовательны к уровню кислотности почвы и обеспечению ее элементами питания, прежде всего фосфором и калием [11, 13]. Овес является более сильным конкурентом в усвоении удобрений, поэтому, чтобы не допустить угнетения бобового компонента при посеве в комплексе, использование удобрений, особенно азотных, должно быть сбалансированным. Примерные рекомендованные дозы удобрений при выращивании бобово-овсяных смесей: 90–120 кг/га фосфора и калия и не более 60–90 кг/га азота. Отмечено, что внесение 150–200 т/га навоза или компоста повышает урожай кормовых комплексов в 1,5–1,7 раза [15].

Использованию в кормопроизводстве бобово-злаковых смесей посвящено значительное количество исследований. Казалось бы, изучены все подробности их возделывания, однако возникают неожиданные детали, возможно, регионального характера. При этом, несмотря на высокую степень изученности и сокращение площадей под посевами, тема реакции кормовых бобово-злаковых комплексов на разный уровень агрохимического воздействия на почву при снижении ее плодородия, на использование мелиоранта, разницу в плодородии почвы, определение причин и размеров падения продуктивности не теряет своей актуальности.

Одна из целей исследования – определение степени зависимости продуктивности однолетних кормовых культур от общего уровня плодородия почвы, действия мелиоранта и разных по интенсивности систем удобрения, установление наиболее оптимальных из них.

В задачи долготелетнего стационарного опыта СахНИИСХ входило изучение действия и последствия на продуктивность горохо-овсяной и вико-овсяной кормовых смесей мелиоранта и разноинтенсивных систем удобрения, а также определение влияния уровня плодородия почвы на их действие.

В ходе стационарных исследований вносились коррективы в соответствии с материальной и технической обеспеченностью опытов.

Материал и методы определения

Стационар имеет три повторения в пространстве (по 3 га) и во времени (закладки 1989, 1990 и 1991 гг.), что позволяет учесть почвенные и погодные различия и определить математические зависимости не только внутри каждой закладки, но и при объединении полученных в закладках результатов. Чередование культур в травяно-пропашном севообороте – во времени. Несмотря на то, что стационар занимает единый полевой массив, старопашотная лугово-дерновая почва (агрозем) в нем характеризуется неоднородным гранулометрическим составом (средний суглинок – легкая глина) и неравнозначными агрохимическими свойствами.

Исходные агрохимические параметры почвы перед закладкой стационара составляли: рН 3,9–5,9 (потенциометрическое определение); содержание гумуса 2,9–5,1 %

(по И.В. Тюрину – В.Н. Симакову), общего азота – 0,27–0,33 % (по И.В. Тюрину), легкогидролизуемого азота – 149–184 мг (по И.В. Тюрину – М.М. Кононовой). Количество минеральных форм азота было низким – 16,1–36,4 мг (N-NO₃ – потенциметрическое определение, N-NH₄ – колориметрическое определение с индофенольной зеленью), подвижных форм фосфора – очень высоким – 270,0–597,0 мг (по А.Г. Кирсанову), обменного калия – среднеповышенным – 85,0–165,0 мг (определяли пламенно-фотометрически в вытяжке А.Г. Кирсанова) в расчете на 1 кг почвы [1, 4].

Системы удобрения включали нулевой (0NPK), органические (100, 200 и 400 т/га торфо-навозного компоста (ТНК) при закладке стационара), минеральные (1NK и 3NK, 1–3NPK) и органоминеральные (100–200 т/га ТНК + 1–3NPK) фоны. Базовые одинарные дозы удобрений (кг/га д.в.) под однолетние культуры – 90N120P180K в 1-й и 60N108P108K – в 3-й ротациях севооборота. Для внесения органических удобрений того же вида (ТНК) и в тех же объемах в 3-й ротации не было возможности. Во 2-й и 3-й ротациях отслеживалось отдаленное и значительно отдаленное последствие ТНК. При подготовке полей под закладку стационара было проведено известкование почвы в расчете на 1 ГК. Из однолетних кормовых культур в схему севооборота включены горохо-овсяная, вико-овсяная смеси, рапс яровой, озимые тритикале и рожь. В соответствии со схемой севооборота бобово-злаковые (мятликовые) смеси высевали после картофеля третьей культурой в 1-й ротации и второй–третьей культурой – в 3-й ротации.

В растительных образцах определяли содержание NPKCa, золы, клетчатки, сахаров, нитратов по общепринятым в кормопроизводстве методикам [12]. На основании аналитических данных рассчитывали выход кормовых единиц, сырого и переваримого протеина, валовой и обменной энергии [9, 10]. Математическую обработку материалов проводили по Б.А. Доспехову [6].

Результаты и обсуждение

Различия в урожайности трех полевых закладок стационара (табл. 1) при равном внешнем агрохимическом воздействии стали предпосылкой вывода о том, что в целом объем получаемой растительной продукции, в нашем случае зеленой массы бобово-зерновых культур, зависит от уровня плодородия, сложившегося за несколько десятилетий эксплуатации почвы. Определение корреляционных зависимостей показало очень плотную связь урожайности смесей в 1-й ротации севооборота с наличием в почве гумуса, легкогидролизуемого и нитратного азота, кислотностью ($K_{кор}$ 0,99–0,84).

Свидетельством наиболее благоприятной почвенной обстановки для продукционного процесса растений стала урожайность горохо-овсяной смеси в 1-й закладке, где содержание гумуса превышало 5 %, а средний показатель pH в период возделывания культур был равен 4,9–5,0. В среднем в этой закладке выход растительной массы составлял 48,4 т/га; во второй закладке он понизился до 26,2 (в 1,8 раза), в третьей – до 31,9 т/га (в 1,2 раза). Приведенные значения позволяют судить о том, что почвенные условия 2-й закладки в наименьшей степени обеспечивали процесс формирования урожая кормовой смеси, хотя урожайность в обсуждаемой закладке нельзя отнести к низкому уровню. Здесь обеспеченность почвы гумусом находилась в пределах 3 %, а pH почвенного раствора был равен 4,3. В 3-й закладке значения этих показателей плодородия составляли 4,2 и 4,6 % соответственно.

Рассматривая действие разных по интенсивности систем удобрения, можно отметить его однонаправленность в одних вариантах и различия в других внутри закладок и между ними. Так, одинаково результативным оказалось влияние на урожайность бобово-злаковой смеси дозы 3NPK в 1-й и 3-й закладках (+ 12,0 т/га и 4,5 т/га) как на минеральном фоне, так и на фоне последствия 100–200 т/га ТНК (+ 11,0 т/га и 8,5 т/га). Доза 2NPK более действенной оказалась в составе органо-минерального комплекса в этих

Таблица 1

**Урожайность горохо-овсяной смеси в зависимости от систем удобрения
разной степени интенсивности в 1-й ротации травяно-пропашного
севооборота**

Система удобрения	Выход зеленой массы, т/га		
	1-я закладка	2-я закладка	3-я закладка
0NPK	47,9	25,8	29,9
1NK	53,4	29,3	23,0
3NK	51,6	26,5	27,6
1NPK	45,7	28,8	31,3
2NPK	47,9	25,2	32,2
3NPK	59,9	23,5	34,4
100 т/га ТНК (п/д)	40,2	24,0	32,0
200 т/га ТНК (п/д)	38,0	23,7	32,8
400 т/га ТНК (п/д)	40,6	29,8	30,9
100 т/га ТНК (п/д) + 1NPK	47,1	28,5	31,5
200 т/га ТНК (п/д) + 1NPK	45,7	26,6	30,1
100 т/га ТНК (п/д) + 2NPK	52,5	25,3	32,4
200 т/га ТНК (п/д) + 2NPK	52,8	26,8	32,4
100 т/га ТНК (п/д) + 3NPK	58,9	24,9	34,2
200 т/га ТНК (п/д) + 3NPK	57,3	24,6	38,4
НСП ₀₅	9,3	$F_{\phi} < F_{05}$	9,5

же закладках, 1NPK – во 2-й и 3-й. Исключение из состава удобрения фосфорного компонента, с учетом высокой обеспеченности почвы этим питательным элементом, в 1-й и 2-й закладках привело к получению дополнительных 3,5–5,5 т/га (13,6–11,5 %) кормовой массы. В этих же закладках наименее эффективным оказалось последствие органических систем. В эксперимент были включены дозы минеральных удобрений, рассчитанные на определенную величину урожая и на прибавку к урожаю. Их действие не имело положительных последствий. Вероятно, использование расчетных доз в условиях островных почв должно сочетаться с оптимально выровненными физико-химическими свойствами последних.

Продуктивность не ограничивается только уровнем урожайности культур. В нее включают также выход питательных компонентов, наиболее значимых в кормопроизводстве. Так, в 1-й ротации в среднем с 1 га с урожаем горохо-овсяной смеси было получено около 6,0 т сухой массы, 3,3 т кормовых и 5,3 т зерновых единиц, 0,82 т сырого протеина, 0,25 т сахаров, 49,53 ГДж обменной энергии.

Бобово-злаковые смеси были возвращены в схему в 3-й ротации севооборота после 14-летнего перерыва. В силу различий в обеспечении удобрительными средствами в первом поле с бобово-зерновыми культурами (2-е поле севооборота), как сказано выше, базовая одинарная доза азота – N60, во втором кормовом поле с теми же культурами – N30 кг/га д.в. Результаты их действия отражены в табл. 2.

Сразу обращает на себя внимание значительное снижение урожайности вико-овсяной смеси в первой закладке по сравнению с урожайностью горохо-овсяной смеси в 1-й ротации: в среднем она составила 24,7 т/га при включении N60 вместо N90 (а также 2–3N60) в системы удобрения и 21,6 т/га – при включении N30. Поскольку за достаточно длительный период отсутствия какого-либо агрохимического вмешательства плодородие почвы контрольных вариантов претерпело негативные изменения, урожайность в них оказалась одной из самых низких. Таким образом, рост урожайности относительно контрольных показателей в вариантах с действием разноинтенсивных систем удобрения составил

**Урожайность вико-овсяной смеси в зависимости от содержания азота
в разноинтенсивных системах удобрения**

Система удобрения	Выход зеленой массы, т/га					
	Базовая доза азота в системе удобрения, кг/га д.в.					
	N60			N30		
	1-я закладка	2-я закладка	3-я закладка	1-я закладка	2-я закладка	3-я закладка
0NPK	21,4	16,0	13,1	18,0	13,8	15,6
1NK	25,8	20,3	18,2	23,2	17,8	21,5
3NK	26,3	28,1	21,8	24,9	21,2	28,5
1NPK	23,1	22,0	20,6	18,0	13,8	21,3
2NPK	27,1	25,6	20,8	24,5	18,0	25,2
3NPK	26,6	25,6	26,6	25,4	18,8	23,6
100 т/га ТНК (п/д)	20,7	16,1	14,7	14,9	12,0	14,8
200 т/га ТНК (п/д)	22,2	19,0	16,6	15,9	13,5	14,8
400 т/га ТНК (п/д)	25,3	20,2	19,3	20,4	15,6	18,4
100 т/га ТНК (п/д) + 1NPK	22,1	18,4	19,5	17,8	14,2	19,0
200 т/га ТНК (п/д) + 1NPK	23,7	19,1	18,9	19,5	13,9	20,8
100 т/га ТНК (п/д) + 2NPK	27,1	24,8	22,7	24,6	18,1	24,9
200 т/га ТНК (п/д) + 2NPK	28,3	24,8	22,7	26,1	19,2	24,6
100 т/га ТНК (п/д) + 3NPK	28,8	25,2	24,9	25,0	19,7	25,7
200 т/га ТНК (п/д) + 3NPK	27,4	23,4	22,8	25,2	18,8	27,7

+ 0,7–13,5 т/га (3,3–103,0 %), однако в целом просматривался явный недобор (примерно в 1,5 раза) в получении кормовой массы по всем закладкам стационара относительно результатов, имевших место в 1-й закладке. Здесь выход сухой массы составил 4,1, кормовых единиц – 2,8, зерновых единиц – 2,4, сырого протеина – 0,48, сахаров – 0,16 т/га, обменной энергии – 37,94 ГДж/га.

Смена бобового компонента не могла повлиять на уменьшение урожайности, поскольку основную долю в смеси занимал овес; соотношение бобовых и злаковых (40 : 60 %) было выдержано в соответствии с рекомендациями. Определение содержания гумуса не выявило существенных изменений его показателей, поэтому вряд ли можно объяснить полученные результаты и этим фактором. Одной из возможных причин могли стать изменения качественного состава органического вещества, в частности, уменьшение его лабильной части. Во 2-й и 3-й ротациях севооборота было отмечено очень низкое обеспечение почвы минеральным азотом, особенно его нитратной формой. Кроме вероятных разнонаправленных перемещений N–NO₃ в снижении его содержания в почве могло отразиться и то, что три поля севооборота из пяти во 2-й ротации занимали рапс (2 поля) и тритикале. После их скашивания осталось определенное количество растительного материала (соломистой части), на минерализацию которого микроорганизмами были затрачены почвенные запасы азота, в том числе продуцируемого, как известно, гумусом.

Тенденция в действии разных систем удобрения практически сохранилась: большей эффективностью во влиянии на рост урожайности вико-овсяной смеси по-прежнему характеризовались 2–3NPK на обычном фоне и фоне отдаленного последействия 100–200 т/га ТНК, 1NK и 3NK. Эти результаты соответствовали выводам других исследователей [3]. Применение моноазотных удобрений вне комплекса с фосфорными и калийными компонентами позволяло получать урожаи на уровне средних величин в закладке,

но обуславливало накопление нитратов (697–2026 мг/кг), существенно превышавшее ПДК, равное 500 мг/кг.

За время прохождения ротаций в связи с отсутствием известкования неблагоприятным образом изменилась ситуация с кислотностью, по уровню которой почва всех закладок попадала в категорию кислых и сильно кислых.

Мелиорант в расчете на 1ГК в 3-й ротации был применен перед посадкой первой культуры (картофеля). Результат совместного действия разных систем удобрения и извести проиллюстрирован данными табл. 3.

Таблица 3

Урожайность вико-овсяной смеси в зависимости от содержания азота в разноинтенсивных системах удобрения и мелиоранта

Система удобрения	Выход зеленой массы (среднее), т/га			
	N60	N60 + Ca	N30	N30 + Ca
0NPK	16,8	16,7	15,8	16,2
1NPK	21,9	18,6	17,7	14,5
2NPK	24,5	21,3	22,6	17,7
3NPK	26,3	23,3	22,6	19,3
400 т/га ТНК (п/д)	21,6	21,0	18,1	20,0
100 т/га ТНК (п/д) + 1NPK	20,0	17,5	17,0	13,9
200 т/га ТНК (п/д) + 1NPK	20,6	19,1	18,1	15,5
100 т/га ТНК (п/д) + 2NPK	24,9	22,3	22,5	18,0
200 т/га ТНК (п/д) + 2NPK	25,3	22,8	23,3	17,9

Малоождаемое снижение урожайности при применении извести вначале было получено в посадках картофеля. Далее тенденция снижения урожайности на известкованном фоне сохранилась в посевах других культур, в том числе бобово-злаковых смесей. Потери кормовой массы при применении более высокой минеральной нагрузки (N60 и 2–3N60) в сочетании с мелиорантом составляли 1,9–2,5 т/га. Снижение азотной дозы на фоне последствия извести сопровождалось потерями в 1,2–4,5 т/га.

Установлению условий получения более высоких и стабильных урожаев кормовых культур, снижения и сохранения оптимального уровня кислотности почвы и других физико-химических свойств были посвящены дальнейшие стационарные исследования, результаты которых и соответствующие выводы приведены в работе [14].

Заключение

Итак, величины урожайности бобово-злаковых смесей при их посеве на почве с разными исходными обеспеченностью гумусом, основными элементами питания и уровнем кислотности имели весьма значительные различия. Наиболее высокая продуктивность кормовых культур в целом и эффективность действия как интенсивных, так и малоинтенсивных систем удобрения зависимы, прежде всего, от насыщения почвы органическим веществом и, вероятнее всего, его лабильной частью, а также от наличия разных форм азота. Тенденция в действии систем удобрения разной интенсивности сохранялась в течение трех ротаций севооборота на всех исходных фонах: более выраженным положительным влиянием на продуктивность бобово-злаковых смесей характеризовались 1 и 3НК, 2–3NPK на минеральном фоне и фоне последствия 100–200 т/га ТНК. Снижение содержания азотного компонента в составе минеральных комплексов обуславливало уменьшение выхода кормовой продукции. Отрицательно сказалось на урожайности размещение кормовых культур по последствию мелиоранта: потери зеленой массы составляли 1,2–4,5 т/га.

Сокращение использования органических удобрений для поддержания плодородия островных почв обуславливает недобор кормовой продукции в 1,2–1,8 раза. Доказанное в стационаре длительное продуктивное последствие торфонавозного компоста (15–17 лет) при эффективной минеральной поддержке и правильное применение мелиоранта обеспечивают достаточно высокую продуктивность однолетних кормовых культур без привлечения дополнительных площадей и экономико-технических затрат, что дает возможность сокращать период окупаемости вложений в применение органических удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А.В. Соколова. М.: Наука, 1975. 656 с.
2. Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г. Продуктивность горохо-овсяной смеси при разном уровне минерального питания на лугово-черноземной почве Восточного Забайкалья // Кормопроизводство. 2017. № 10. С. 16–20.
3. Анисимова Т.Ю. Влияние применения органических удобрений на основе торфа на продуктивность однолетних трав в зернопропашном севообороте // Кормопроизводство. 2017. № 4. С. 6–10.
4. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1962. 490 с.
5. Баталова Г.А., Кротова Н.В. О кормовой продуктивности овса // Кормопроизводство. 2011. № 11. С. 28–29.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 467 с.
7. Елькина Г.Я. Продуктивность кормовых трав и их качество в зависимости от сбалансированности минерального питания // Кормопроизводство. 2011. № 3. С. 19–20.
8. Капустин Н.И., Коричева Ю.В. Продуктивность различных видов многолетних злаковых трав и бобово-злаковых смесей в Северо-Западной зоне // Кормопроизводство. 2011. № 6. С. 8–10.
9. Методическое пособие по агроэнергетической оценке технологий и систем ведения кормопроизводства. М.: РАСХН, ВНИИ кормов, 2000. 53 с.
10. Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах. М., 2000. 24 с.
11. Неринг К., Люддеке Ф. Полевые кормовые культуры (Агротехника – затраты труда – кормовая ценность – сбор питательных веществ) / пер. с нем. И.М. Спичкина; предисл. канд. с.-х. наук И.П. Мининой. М.: Колос, 1974. 528 с.
12. Разумов В.А. Справочник лаборанта-химика по анализу кормов. М.: Россельхозиздат, 1986. 302 с.
13. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др.; под ред. П.П. Вавилова. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. 512 с.
14. Самутенко Л.В., Славкина В.П. Динамика агрохимических и микробиологических показателей плодородия лугово-дерновой почвы Сахалина при использовании систем удобрения разной степени интенсивности и мелиоранта // Вестн. ДВО РАН. 2017. № 3. С. 29–37.
15. Система земледелия Сахалинской области: рекомендации / ВАСХНИЛ, Сиб. отд.-ние. Сах. фил. ДальНИИСХ. Новосибирск, 1989. 252 с.

С.В. РАФАЛЬСКИЙ, О.М. РАФАЛЬСКАЯ, Т.В. МЕЛЬНИКОВА

Результаты сравнительной оценки сортов картофеля по урожайности и параметрам адаптивности в условиях Приамурья

Проведена сравнительная оценка основных хозяйственно ценных показателей (урожайность и адаптивность) 25 сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции в сложных природно-климатических условиях Амурской области. Высокая урожайность клубней (т/га) отмечена у сортов Кетский (32,2), Очарование (30,3), Ривьера (29,7), Витесса (29,2) и Огниво (29,0). Установлено 11 сортов с высоким адаптивным потенциалом ($K_a > 1$): Кетский, Очарование, Ривьера, Витесса, Чайка, Примадонна, Огниво, Рябинушка, Родриго, Каратоп и Импала. Высокий коэффициент регрессии b_i , характеризующий отзывчивость на изменение природно-климатических условий, отмечен у сорта интенсивного типа Хозяин ($b_i = 1,20$). Установлено, что средне-спелый сорт Вулкан является пластичным ($b_i = 0,90$), а сорта различных групп спелости: Рябинушка, Витесса, Удача, Чайка, Каратоп, Одиссей, Лабелла, Никита, Очарование – и те, коэффициент регрессии у которых значительно ниже единицы ($b_i = 0,37–0,62$), отнесены к нейтральному типу, они слабо отзываются на изменение факторов среды. Выделены сорта картофеля, обладающие в условиях Приамурья комплексом хозяйственно полезных признаков: Ривьера, Витесса, Примадонна, Очарование, Кетский, Рябинушка и Чайка.

Ключевые слова: картофель, сорт, урожайность, адаптивность, признаки.

Results of comparative evaluation of potato varieties according to productivity and adaptability parameters in the conditions of Priamurye. S.V. RAFALSKIY, O.M. RAFALSKAYA, T.V. MELNIKOVA (All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk).

The data of evaluation of 25 potato varieties according to the main economically valuable indicators (productivity and adaptability) of domestic and foreign selection in very diverse and rather complicated natural and climatic conditions of Priamurye are given. High yield of tubers was marked in the varieties Ketskiy (32.2 t/ha), Ocharovanie (30.3 t/ha), Riviera (29.7 t/ha), Vitessa (29.2 t/ha) and Ognivo (29.0 t/ha). 11 potato varieties with a high adaptive potential ($K_a > 1$) have been identified: Ketskiy, Ocharovanie, Riviera, Vitessa, Chajka, Primadonna, Ognivo, Ryabinushka, Rodrigo, Karatop and Impala. The regression coefficient ($b_i > 1$), which characterizes the responsiveness of the variety to changes in natural and climatic conditions > 1 , was observed in the intensive type potato variety Khozyain ($b_i = 1.20$). It was established that the mid-ripening potato variety Vulkan is plastic with a regression coefficient close to one ($b_i = 0.90$). Potato varieties of different ripeness groups: Ryabinushka, Vitessa, Udacha, Chajka, Karatop, Odissey, Labella, Nikita, Ocharovanie, and those, whose regression coefficient is below one ($b_i = 0.37–0.62$), are classified as neutral type and respond poorly to changes in environmental factors. Potato varieties with a complex of economically useful traits have been identified: Riviera, Vitessa, Primadonna, Ocharovanie, Ketskiy, Ryabinushka and Chajka.

Key words: potato, variety, productivity, adaptability, traits.

Введение

Около десятой части мировых сельскохозяйственных угодий характеризуется хорошими условиями для возделывания картофеля, а на остальных территориях

*РАФАЛЬСКИЙ Сергей Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, РАФАЛЬСКАЯ Ольга Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, МЕЛЬНИКОВА Татьяна Владимировна – научный сотрудник (Всероссийский научно-исследовательский институт сои, Благовещенск). *E-mail: mb0676@mail.ru

возможность получать стабильно высокие урожаи ограничена различными факторами [1]. В органическом земледелии, ориентированном на устойчивый рост урожаев, экологичность и природосбережение, ведущая роль принадлежит селекции, направленной на повышение адаптивности создаваемых сортов, их устойчивости к неконтролируемым неблагоприятным условиям.

Селекционная работа по культуре картофеля включает в себя формирование, поддержание и изучение коллекционных родительских форм, выделение источников и доноров лучших свойств [2]. Главный признак хозяйственной ценности картофеля – клубневая продуктивность напрямую зависит от конкретных природно-климатических факторов, влияющих на произрастание растений, а также от условий возделывания. Немало новых сортов имеют высокий потенциал продуктивности, реализуемый в условиях производства недостаточно полно из-за низкого уровня агротехники, слабой устойчивости растений, их неспособности противостоять экологическим стрессам [9, 12]. В связи с этим результативность селекции картофеля напрямую зависит от объективной оценки изучаемого исходного материала по ценным признакам и прежде всего по уровню адаптивности как к неконтролируемым факторам среды, так и к широкому разнообразию вредоносных патогенов [4]. В настоящее время селекция на адаптивность является одним из важнейших направлений сельскохозяйственной науки [5].

Урожайность напрямую коррелирует с приспособленностью сорта к определенным факторам среды и отражает реализацию потенциальных возможностей генотипа в зависимости от почвенного питания и гидротермического режима (тепло- и влагообеспеченности в разные периоды развития растений) [7, 10]. Последнее обстоятельство особенно актуально в очень разнообразных и сложных природно-климатических условиях Приамурья, характеризующихся в период вегетации неустойчивым гидротермическим режимом муссонного климата, коротким безморозным периодом, поздним весенним возвратом холодов и ранним понижением температуры воздуха осенью, крайне неравномерным распределением тепла и влаги, высокой амплитудой суточных температур, длительно сезонно-мерзлотными в большинстве своем гидроморфными почвами и высоким природным инфекционным фоном.

Цель наших исследований заключалась в сравнительной оценке урожайности и адаптивности сортов картофеля, выявлении среди них обладающих комплексом хозяйственно полезных признаков и приспособленных к природно-климатическим условиям Приамурья.

Объекты и методы исследований

25 сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции из различных групп спелости исследовали согласно методическим разработкам для культуры картофеля и методике полевого опыта [3, 8] в 2015–2017 гг. Полевые опыты закладывали в селекционном севообороте на луговой черноземовидной почве опытного поля ВНИИ сои (с. Садовое Тамбовского района Амурской области). Агротехника осуществлялась в соответствии с «Системой земледелия Амурской области» [11].

Адаптивный и продуктивный потенциал сортов оценивали по методике Л.А. Животкова, З.А. Морозовой, Л.И. Секутаевой [4]. Коэффициент адаптивности (K_a) рассчитывали по среднему процентному отклонению от показателя среднегодовой урожайности за 3 года с различными погодными условиями, параметры экологической пластичности (коэффициент регрессии b_i) – по методике Е.А. Эберхарта и У.А. Рассела в изложении В.А. Зыкина с соавторами [6].

Метеорологические условия вегетационных периодов в разные годы варьировали, что нашло отражение в величине гидротермического коэффициента (ГТК). Так, в июле 2015 и 2016 гг. наблюдался недостаток влаги в почве, ГТК оценивался как 0,8 и 0,7 соответственно. В 2017 г. засушливыми был июль – ГТК равнялся 0,9. Недостаток влаги в период

клубнеобразования негативно повлиял на урожайность картофеля. По утверждению Г.Т. Селянинова, благоприятные условия для роста и развития картофеля складываются при значении ГТК от 1,5 до 1,7.

Результаты и обсуждение

Всесторонняя оценка сортов различного географического происхождения (Россия, Германия, Нидерланды, Белоруссия, Украина) проводилась нами с целью определения их экологической адаптивности к природно-климатическим условиям Приамурья и выделения источников позитивных признаков по различным направлениям селекции.

О продуктивных возможностях изучаемых сортов можно судить по коэффициенту адаптивности. Он варьировал в наших исследованиях от 0,88 до 1,15. Сорта картофеля с показателем параметра выше 1 характеризуются высокой пластичностью на изменения условия внешней среды [9]. За три года испытаний из 25 изучаемых сортов картофеля только 11 имели коэффициент адаптивности выше 1, у двух сортов отмеченный показатель равен 1: Кетский (1,15), Очарование (1,08), Ривьера, Витесса и Чайка (1,05), Примадонна

Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов картофеля, 2015–2017 гг.

Сорт	Урожайность, т/га				Коэффициент адаптивности (Ka)	Пластичность (коэффициент регрессии bi)
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя за период		
Ранние:						
Удача (st)	29,8	29,7	19,2	26,2	0,94	0,48
Фермер	27,6	28,4	21,0	25,6	0,94	0,57
Лабелла	28,9	29,3	20,5	26,2	0,95	0,52
Примадонна	31,9	33,1	20,8	28,6	1,03	0,59
Родриго	31,0	32,4	21,4	28,3	1,02	0,59
Витесса	33,5	32,8	21,4	29,2	1,05	0,44
Юбиляр	25,0	26,4	21,9	24,4	0,90	1,10
Импала	30,5	31,2	21,4	27,7	1,01	0,54
Никита	29,3	31,2	19,8	26,7	0,97	0,62
Ривьера	34,8	35,3	19,0	29,7	1,05	0,51
Огниво	34,2	33,9	18,9	29,0	1,03	0,47
Лагона	32,0	32,5	19,2	27,9	1,00	0,51
Крепыш	28,9	29,0	20,7	26,2	0,95	0,50
Каратоп	33,2	34,2	18,3	28,5	1,01	0,54
Одиссей	31,5	33,8	17,8	27,7	0,98	0,60
Средние:						
Невский (st)	30,4	31,2	19,8	27,1	0,98	0,54
Кетский	37,5	38,0	21,2	32,2	1,15	0,51
Вершининский	29,0	28,9	18,8	25,5	0,92	0,48
Лазарь	33,5	32,9	18,2	28,2	1,00	0,46
Очарование	35,5	36,0	19,4	30,3	1,08	0,51
Хозяин	24,5	26,2	20,8	23,8	0,88	1,20
Рябинушка	33,2	31,4	20,7	28,4	1,02	0,37
Вулкан	29,5	31,4	21,0	27,3	0,99	0,90
Среднепоздние:						
Луговской (st)	30,5	32,8	19,7	27,6	0,99	0,63
Чайка	33,0	34,3	20,8	29,3	1,05	0,56
Среднесортная урожайность	31,1	31,8	20,1	–	–	–

Примечание. st – стандартные сорта картофеля, районированные по Дальневосточному региону.

и Огниво (1,03), Рябинушка и Родриго (1,02), Каратоп и Импала (1,01), Лазарь и Латона (1,0). Самый низкий коэффициент адаптивности у сорта Хозяин – 0,88 (см. таблицу).

В качестве параметра экологической пластичности сортов картофеля использовали коэффициент регрессии b_i , характеризующий отзывчивость растений на изменение природно-климатических условий (см. таблицу). У двух сортов (Хозяин, Юбиляр) показатель был выше 1, что характеризует их как пластичные, т.е. изменение урожайности сопряжено с изменением условий; эти сорта интенсивного типа способны формировать высокую урожайность при благоприятных почвенно-климатических условиях. Среднеспелый сорт Вулкан является довольно пластичным ($b_i = 0,90$), а сорта различных групп созревания: Рябинушка, Витесса, Удача, Чайка, Каратоп, Одиссей, Лабелла, Никита, Очарование – и другие, коэффициент регрессии которых значительно ниже единицы ($b_i = 0,37–0,62$), относятся к нейтральному типу и слабо отзываются на изменение факторов среды.

В результате оценки коллекционного материала выделены сорта картофеля, лучшие по следующим показателям:

продуктивность (900–1250 г/куст) – Кетский, Очарование, Ривьера, Огниво, Витесса, Каратоп;

скороспелость (500–600 г/куст на 60-й день после посадки) – Фермер, Импала, Примадонна, Витесса, Ривьера, Каратоп;

повышенное содержанием крахмала (16,8–19,5 %) – Очарование, Рябинушка, Кетский, Чайка, Вершиненский, Лазарь, Никита, Одиссей;

высокие вкусовые качества (7,5–8,0 баллов) – Фермер, Родриго, Импала, Ривьера, Примадонна, Крепыш, Каратоп, Очарование, Рябинушка;

полевая устойчивость к фитофторозу (7,0–9,0 баллов) – Удача, Фермер, Лабелла, Родриго, Витесса, Каратоп, Рябинушка, Вулкан, Кетский;

полевая устойчивость к вирусным заболеваниям (7,0–9,0 баллов) – Удача, Фермер, Примадонна, Родриго, Витесса, Каратоп, Вулкан, Луговской, Кетский, Чайка.

Комплексом полезных хозяйственных качеств обладают сорта Ривьера, Витесса, Примадонна, Очарование, Кетский, Рябинушка, Чайка.

Заключение

На основе ранжирования сортов картофеля различных групп спелости по урожайности и параметрам адаптивности выделены лучшие сорта: раннеспелые – Ривьера, Витесса, Огниво, Примадонна, среднеспелые – Очарование, Кетский, Рябинушка, среднепоздний – Чайка. Данный селекционный материал можно использовать в качестве исходных родительских форм с целью повышения адаптивности и продуктивности у потомства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов Б.В., Усков А.И., Юрлова С.М., Варицев Ю.А. Семеноводство картофеля в России: состояние, проблемы и перспективные направления // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 7. С. 15–19.
2. Анисимов Б.В., Юрлова С.М. Сортообновление – важнейший фактор повышения эффективности репродукционного семеноводства картофеля в регионах РФ // Картофелеводство России: актуальные проблемы науки и практики / под общ. ред. А.А. Жученко. М.: Изд-во ВНИИКС РЦСК, 2006. С. 18–25.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
4. Животков Л.А., Морозова З.А., Секутаева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3–6.
5. Жученко А.А. Эколого-генетические проблемы селекции растений // Сельскохозяйственная биология. 1990. № 3. С. 3–4.
6. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С. Методики расчета экологической пластичности сельскохозяйственных растений по дисциплине «Экологическая генетика»: метод. рекомендации. Омск: Омский ГАУ, 2008. 36 с.

7. Корзун О.С., Бруйло А.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений. Гродно: ГГАУ, 2011. 140 с.
8. Методика исследований по культуре картофеля. М.: Колос, 1967. 262 с.
9. Рафальский С.В., Рафальская О.М., Мельникова Т.В. Оценка экологической пластичности и стабильности перспективных сортов картофеля в условиях Приамурья // Тр. Кубан. ГАУ. Краснодар, 2018. № 3 (72). С. 312–315.
10. Сандухадзе Б.И., Журавлева Е.В. Стабильность и адаптивность сортов озимой пшеницы селекции НИИСХ ЦРНЗ // Вестн. РАСХН. 2008. № 1. С. 41–43.
11. Система земледелия Амурской области / отв. ред. П.В. Тихончук. Благовещенск: Дальневост. ГАУ, 2016. 570 с.
12. Сорта картофеля, возделываемые в России: каталог / Е.А. Симаков, Б.В. Анисимов, С.Н. Еланский, В.Н. Зейрук, М.А. Кузнецова, С.В. Мальцев, К.А. Пшеченков, Н.П. Складорова, С.Ю. Спиглазова, И.М. Яшина. М.: Агроспас, 2010. 128 с.

Е.М. ФОКИНА, Г.Н. БЕЛЯЕВА, Д.Р. РАЗАНЦВЕЙ

Признаковая коллекция сои как основа для создания сортов нового поколения

Представлены результаты многолетней работы по изучению сформированного в природно-климатических условиях Амурской области специфического генофонда растений сои, адаптированных к местным условиям произрастания. Назначение коллекции – сохранение, пополнение и выделение источников отдельных или комплекса хозяйственно ценных признаков по разным направлениям селекции для использования в гибридизации. С участием образцов признаковой коллекции за 2009–2019 гг. создано 28 сортов сои, 18 из которых включены в Госреестр селекционных достижений для использования в производстве.

Ключевые слова: соя, генофонд, признаковая коллекция, хозяйственно ценные признаки.

Characteristic collection of soybeans as a basis for creating new generation varieties. E.M. FOKINA, G.N. BELYAEVA, D.R. RAZANTSVEY (All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk).

The article presents the results of a long-term work on study the specific gene pool of soybean plants, formed in the climatic conditions of the Amur Region and adapted to the local growing conditions. The purpose of the collection is to preserve, replenish and distinguish sources, which have separate or complex of economically valuable traits in different areas of selection for its applying in hybridization. 28 soybean varieties were created using samples of the feature collection of 2009–2019, 18 of them are included in the State Register of breeding achievements for use in production.

Key words: soybean, gene pool, feature collection, variety, economically valuable traits.

Введение

Среди зернобобовых культур соя занимает особое положение, в ее семенах в совокупности содержится до 60 % протеина и жира, но особенно ценно то, что ее белок во многом полноценный, сбалансированный по аминокислотному составу. Одним из резервов увеличения производства соевого зерна является повышение урожайности за счет внедрения новых высокопродуктивных, адаптированных сортов [1, 14].

При создании новых сортов ведущая роль принадлежит исходному материалу для гибридизации. Таким образом, растительный генетический фонд представляет собой материальную и интеллектуальную ценность, обеспечивает продовольственную безопасность и экономическое развитие страны. Генетические ресурсы растений являются частью биологических ресурсов, включают растительный материал, представляющий фактическую или потенциальную ценность для селекции [10, 16].

Сбор, изучение и сохранение генетических ресурсов – первостепенная задача научных учреждений, выполняющих селекционные исследования [6, 15]. Базой селекционной работы, по мнению Н.И.Вавилова, должно быть исследование местного материала,

*ФОКИНА Евгения Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией, БЕЛЯЕВА Галина Николаевна – старший научный сотрудник, РАЗАНЦВЕЙ Дина Раисовна – научный сотрудник (Всероссийский научно-исследовательский институт сои, Благовещенск).

*E-mail: fem@vniisoi.ru

подвергнувшегося длительному воздействию естественного отбора, приспособленного к тем или иным условиям [3]. Со сбора местного материала в 30-х годах XX в. и начал селекционную работу по сое в Амурской области известный дальневосточный ученый В.А. Золотницкий. Методом аналитической селекции он впервые выделил образцы сои, вызревающие в условиях региона: Ам.01, Ам.04, Ам.012, Ам.016, Ам.41, Ам.42, которые вошли в родословную будущих сортов, создаваемых методом гибридизации, и явились родоначальниками амурского генофонда этой культуры [2, 11]. Целенаправленное и планомерное изучение и формирование коллекции генофонда сои в лаборатории селекции сои было начато в 1940 г. под руководством селекционеров К.К. Малыш, Т.П. Рязанцевой – продолжателей дела В.А. Золотницкого, которые не просто сохранили первый селекционный материал, но и значительно приумножили его. За многолетний период в природно-климатических условиях Амурской области была собрана и сформирована обширная коллекция ФГБНУ ВНИИ сои, включающая местные виды дикорастущей сои, ее лучшие селекционные линии и сорта, созданные в местных условиях, коллекционные образцы ВИР. На этой основе селекционерами института создано более 100 генетически не модифицированных сортов сои, 54 из которых были районированы. На современном этапе в Государственном реестре селекционных достижений для использования в производстве находится 40 сортов сои амурской селекции. В 2019 г. в Государственное сортоиспытание переданы еще 2 новых сорта сои разных групп спелости: среднеспелый ВНИИС-18 и скороспелый Золотница.

Современная стратегия селекции сои в Амурской области направлена на расширение ассортимента и увеличение потенциала продуктивности вновь создаваемых сортов, улучшение качества биохимического состава семян, создание более скороспелых генотипов, которые будут способствовать расширению ареала культуры, в том числе в более северные районы. Цель исследования – воспроизводство, изучение и выделение источников и доноров отдельных или комплекса признаков из коллекции генофонда ВНИИ сои для использования в селекционном процессе при создании новых сортов сои.

Объекты и методы исследования

К настоящему времени создан специфический генофонд сои, растения отличаются различными хозяйственно ценными признаками по определенным направлениям использования. Всего зарегистрировано 1796 номеров, рабочая коллекция включает 1308 образцов и сортов сои, в том числе признаковая коллекция – 1001, экзотическая – 260, линий – 39. Родословная всех номеров сохранена, поэтому проблемы скрещивания близкородственных форм в ВНИИ сои не существует. Коллекция ежегодно пополняется и обновляется, отдельные формы теряют свою значимость и выбраковываются. Коллекция пересеивается через 3 года в полевых условиях по типу селекционных питомников – на трехметровых делянках, расстояние между семенами 10 см, с междурядьями 45 см – и проверяется на чистоту признаков. В процессе вегетации отмечаются всходы, окраска цветка, форма листа, окраска опушения, отслеживаются морфологические признаки: габитус куста, тип роста растений. Перед обмолотом каждого образца проводится полный биометрический анализ с определением высоты растений, высоты прикрепления нижнего боба, общего количества ветвей, узлов, бобов, числа семян в бобе. Основное направление исследований – надежное сохранение и выделение источников и доноров отдельных или комплекса признаков для использования их в селекционном процессе в качестве родительских форм. Отдельные образцы превышают мировые аналоги по продуктивности, скороспелости, устойчивости к болезням и низким температурам при прорастании. Основными методами при создании новых генотипов является внутривидовая и межвидовая гибридизация специально подобранных пар на основе принципов эколого-географической отдаленности, генетической дивергенции, комплементарности.

Результаты и обсуждение

В данной статье представлены результаты исследований 2009–2019 гг. по признаковой коллекции сои. За данный период коллекция была пополнена 288 образцами, прошедшими конкурсное сортоиспытание и выделенными по ряду признаков в процессе изучения.

При исследовании образцов сои в полевых и лабораторных условиях проводились оценка и выделение скороспелых форм и образцов, представляющих интерес по отдельным и комплексу признаков, определяющих развитие элементов продуктивности: число продуктивных узлов на главном стебле (короткие междоузлия), количество бобов на растении, число семян в бобе (4-семянные), величина боба (длина, ширина), ветвистость, тип роста, выполненность верхушки главного стебля, прикрепление нижнего боба, содержание белка и жира в семенах.

Для Амурской области, расположенной на севере вторичного ареала происхождения сои, характерны короткий безморозный период, глубокое промерзание и медленное оттаивание почвы, низкая сумма активных температур в течение вегетации, резкие перепады дневных и ночных температур, поэтому особый интерес представляют сорта и образцы сои с вегетацией до 100 дней [9, 12]. В лаборатории селекции на основе местного материала был создан генофонд скороспелых сортов (Заря, Северная 2, Северная 4, Северная 5, Смена, ВНИИС 2, Рассвет, Аврора, Спутник), который сыграл важную роль в селекции на скороспелость и на сокращение периода вегетации позднеспелых сортов [8]. Из признаковой коллекции для использования в гибридизации на скороспелость выделены следующие образцы сои: Ам.2007, Ам.2342, Ам.2346, Ам.2351, Ам.2360, Ам.2376, Ам.2380, Ам.2385, Ам.2387, Ам.2391, Ам.2398, Ам.2400, Ам.2401, Ам.2402, Ам.2403, Ам.2404, Ам.2442, Ам.2444.

Продуктивность сои формируется в зависимости от величины листовой пластинки (длина, ширина), определяется размером бобов (длина, ширина), величиной семян (масса 1000 семян), толщиной стебля, числом бобов на растении, числом ветвей первого порядка [5, 7].

Выделены образцы сои с широкими крупными бобами: Ам.2059, Ам.2082, Ам.2100, Ам.2104, Ам.2112, Ам.2116, Ам.2119, Ам.2150, Ам.2179, Ам.2180, Ам.2189, Ам.2205, Ам.2212, Ам.2224, Ам.2284, Ам.2343, Ам.2398, Ам.2401, Ам.2410, Ам.2414, Ам.2421, Ам.2424, Ам.2440, Ам.2447, с короткими междоузлиями (увеличенное количество плодущих узлов главного стебля): Ам.2004, Ам.2071, Ам.2080, Ам.2087, Ам.2106, Ам.2109, Ам.2125, Ам.2146, Ам.2148, Ам.2179, Ам.2203, Ам.2217, Ам.2261, Ам.2281, Ам.2336, Ам.2337, Ам.2385, Ам.2404, Ам.2408, Ам.2420, Ам.2424, Ам.2426, с высокой семенной продуктивностью: Ам.2046, Ам.2275, Ам.2284, Ам.2291, Ам.2299, Ам.2304, Ам.2308, Ам.2315, Ам.2336, Ам.2337, Ам.2339, Ам.2343, Ам.2345, Ам.2351, Ам.2379, Ам.2384, Ам.2391, Ам.2394, Ам.2398, Ам.2417, Ам.2420, Ам.2440, Ам.2441, Ам.2442, Ам.2444.

Между количеством семян в бобе и их крупностью существует отрицательная коррелятивная связь [5, 7]. Большой долей 4-семянных бобов (до 40–60 %) характеризуются образцы Ам.2054, Ам.2055, Ам.2068, Ам.2077, Ам.2138, Ам.2146, Ам.2163, Ам.2178, Ам.2261, Ам.2281, Ам.2334, Ам.2346, Ам.2361, Ам.2369, Ам.2374, Ам.2375, Ам.2376, Ам.2379, Ам.2382, Ам.2394, Ам.2398, Ам.2401, Ам.2404, Ам.2414, Ам.2421, Ам.2430, Ам.1170.

Законченный тип роста стебля, хорошо выполненная верхушка отмечены у сортообразцов Ам.2000, Ам.2004, Ам.2005, Ам.2006, Ам.2010, Ам.2031, Ам.2032, Ам.2033, Ам.2054, Ам.2055, Ам.2058, Ам.2059, Ам.2227, Ам.2233, Ам.2261, Ам.2304, Ам.2327, Ам.2334, Ам.2336, Ам.2337, Ам.2346, Ам.2369, Ам.2370, Ам.2379, Ам.2382, Ам.2384, Ам.2389, Ам.2390, Ам.2402, Ам.2404, Ам.2410, Ам.2411, Ам.2413, Ам.2414, Ам.2421, Ам.2424, Ам.2426, Ам.2430, Ам.2440, Ам.2441, Ам.2442, Ам.2444.

От высоты прикрепления нижнего боба зависит качество механизированной уборки сои, тем самым – потенциальная продуктивность сорта. Высоким прикреплением нижнего

боба (20 см и более) характеризуются образцы: Ам.2226, Ам.2263, Ам.2225, Ам.2236, Ам.2244, Ам.2278, Ам.2278, Ам.2284, Ам.2300, Ам.2306, Ам.2315, Ам.2325, Ам.2327, Ам.2328, Ам.2333, Ам.2334, Ам.2343, Ам.2347, Ам.2351, Ам.2352, Ам.2353, Ам.2354, Ам.2355, Ам.2379, Ам.2389, Ам.2409, Ам.2414, Ам.2418.

Создание селекционного материала нового поколения с измененной архитектурой было начато с включением в гибридизацию форм с нетипичными (экзотическими) признаками [9]. Полученные гибриды превышали стандарты по продуктивности и биологическим свойствам [13]. Комплексом признаков с новой архитектурой – наличием в узлах двух цветочных кистей (сидячая и терминальная кисть на ножке), детерминантным и люпинообразным типом роста растений – обладают образцы сои, рекомендованные в качестве родительских форм в селекции на повышение продуктивности: Ам.2233, Ам.2291, Ам.2304, Ам.2328, Ам.2330, Ам.2342, Ам.2345, Ам.2369, Ам.2379, Ам.2382, Ам.2384, Ам.2389, Ам.2390, Ам.2391, Ам.2402, Ам.2404, Ам.2410, Ам.2411, Ам.2413, Ам.2414, Ам.2418, Ам.2421.

Создание высокопродуктивных сортов с высоким содержанием белка в семенах (выше 40 %) – одна из важнейших и сложнейших задач в селекции сои [4]. Из признаков коллекции ВНИИ сои выделены образцы с содержанием белка 40–44 %, которые рекомендованы в качестве родительских форм в селекции на повышение белковости: Ам.2226,

Таблица 1

Родословная сортов сои селекции ВНИИ сои (2009–2019 гг.)

Год передачи в ГСИ	Название	Происхождение
2009	МК 100	МК-1 ВНИИ сои × ВНИИС-2 ВНИИ сои
2010	Веретейка	Соната ВНИИ сои × Моп10γ10кр ВНИИ сои
	Евгения	Соната ВНИИ сои × Хэйхэ 11 КНР
	Персона	(M.Glycine ussuriensis × Восход) ВНИИ сои × МР – мутант из Румынии
2011	Ам.2113	(Л15271 т.к. × Л151188 ф.с.) ВНИИ сои
	Алена	-«-
	Бонус	-«-
	Уркан	Отбор из местной сортовой популяции
2012	Татьяна	Октябрь 70γ7γ7кр × (Хэйхэ 11 КНР × Смена ВНИИ сои)
	Рязанцева	
2013	Интрига	Ам.879γ10кр ВНИИ сои × Лидия ВНИИ сои
	Китросса	Отбор Хэй 05-1671 КНР
	Увертюра	(K6659-Gieso Германия × Ам.678 ВНИИ сои) × отб. М.0130446
2014	Пепелина	Ам.2016 ВНИИ сои × Хэйхэ 18 КНР
2015	Куханна	Лазер 83 КНР × (Сонатаγ10кр × Лидия) ВНИИ сои
	Лебедушка	Л3081 ВНИИ сои × (Л9797 × Юбилейная) ВНИИ сои
2016	Журавушка	Л3081 ВНИИ сои × (Л9797 × Юбилейная) ВНИИ сои
	Кружевница	Гармония ВНИИ сои × М. Смены 5-7л ВНИИ сои
	Лотос	Отбор на сорте Алена
	Невеста	Хэй 2254 КНР × (Аврора × Л13339) ВНИИ сои
2017	Дивная	[(Glycine ussuriensis × K5671 – Merit, Канада) × Л4942 ВНИИ сои] × Лазер 83 КНР
	Золушка	Ам.2016 ВНИИ сои × Хэй 14 КНР
	Сентябринка	Ам.2055 ВНИИ сои × Хэй 2043 КНР
	Статная	Ам.2064 ВНИИ сои × К 7060-С-і 4099/68 – Румыния
2018	Колоритная	Хэйхэ 14 КНР × Лидия ВНИИ сои
	Топаз	Отбор Закат ВНИИ сои
	Чародейка	Хэйхэ 40 КНР × Ам.2104 (Соер 4 ЕОС × Ам.1084 ВНИИ сои)
2019	ВНИИС-18	Ам.2127 ВНИИ сои × Хэй 05-4154 КНР
	Золотница	Ам.2153 ВНИИ сои × K5608-ИМ 7 Канада

Ам.2330, Ам.2233, Ам.2238, Ам.2255, Ам.2263, Ам.2275, Ам.2351, Ам.2354, Ам.2355, Ам.2370, Ам.2374, Ам.2376, Ам.2377, Ам.2387, Ам.2391, Ам.2402, Ам.2404, Ам.2405, Ам.2406, Ам.2410, Ам.2411, Ам.2412, Ам.2413, Ам.2416, Ам.2419, Ам.1170.

С участием образцов признаковой коллекции согласно заданным моделям сорта за десятилетний период был создан ряд новых сортов сои (табл. 1).

В общей сложности за отчетный период было передано в Государственное сортоиспытание 28 сортов сои, из них 20 включены в Государственный реестр селекционных достижений, разрешенных для использования в производстве, 2 сорта с 2019 г. находятся в Государственном сортоиспытании.

Представленные сорта созданы методом классической селекции – гибридизацией с участием адаптированных к местным условиям сортов и образцов, мутантных и нетипичных (экзотических) форм, константных линий селекционных питомников, а также сортов иностранной селекции (КНР, Канады, Румынии, Германии); четыре сорта (Уркан, Алена, Топаз, Лотос) – индивидуальным отбором из местных сортовых популяций; международный сорт Китросса – индивидуальным отбором из сортообразца Хэй 05-1671 (КНР). Анализируя современные сорта с филогенетической точки зрения и сравнивая их с первыми сортами амурской селекции, можно судить об эволюционной продвинутой фенотипических выражений признаков [5]. Первые сорта, полученные методом аналитической селекции, не отличались разнообразием, имели простой морфотип – индетерминантный (незаконченный) тип роста, удлиненные междуузлья, короткие малоцветковые кисти, голую (без бобов) или с 1–2 бобами верхушку главного стебля, по 2–3 боба в узлах – и как следствие – невысокую урожайность. Сорта нового поколения, созданные в последнее десятилетие, отличаются большим разнообразием по фенотипу и диапазону вегетации от скороспелых (Топаз, Сентябринка, Статная, Кружевница с периодом вегетации 87–105 дней) до позднеспелых (Алена, Бонус, Колоритная – 116–125 дней), но в

Таблица 2

Характеристика сортов сои ВНИИ сои, созданных в 2009–2019 гг. и включенных в Государственный реестр селекционных достижений для использования в производстве

Название	Период вегетации, дни	Высота растений, см	Высота прикрепления нижних бобов, см	Масса 1000 семян, г	Содержание (%) в семенах		Потенциальная урожайность, т/га
					белка	жира	
МК 100	104–116	57–92	14–20	122–164	37,8–38,9	18,0–20,9	3,97
Евгения	107–121	67–78	14–19	177–197	38,0–39,7	18,1–18,4	3,27
Персона	103–109	61–98	9–14	110–139	38,0–41,0	18,0–19,1	3,18
Веретейка	94–106	66–79	10–18	123–140	38,7–39,7	17,7–18,7	2,65
Уркан	107–114	58–86	9–11	149–163	38,2–38,9	17,5–18,6	3,48
Алена	115–125	85–100	18–32	152–200	38,1–38,7	18,0–19,9	3,90
Бонус	112–118	65–75	14–18	175–204	38,4–41,6	18,6–19,2	3,70
Интрига	111–114	80–102	16–17	146–203	37,7–40,5	18,0–18,8	3,22
Китросса	113–114	71–97	12–22	145–186	37,9–39,9	17,4–18,7	4,20
Пепелина	104–110	59–68	12–20	142–154	37,6–40,6	17,6–18,0	3,28
Лебедушка	109–115	74–77	14–21	130–140	39,4–39,7	17,9–19,4	3,21
Куханна	107–113	56–63	16–21	157–174	40,6–41,9	17,0–17,8	3,51
Журавушка	110–115	63–78	13–20	152–197	36,1–40,9	17,5–19,0	3,31
Невеста	112–117	66–77	11–24	156–171	39,8–40,7	17,1–18,5	3,24
Кружевница	99–106	62–68	9–12	115–145	38,9–41,2	16,9–17,8	2,93
Статная	97–103	69–73	11–12	109–131	40,5–43,0	17,6–18,3	2,84
Золушка	112–115	71–81	11–17	151–177	37,1–39,3	17,8–18,6	3,28
Сентябринка	87–99	52–61	9–10	132–157	39,4–42,3	17,6–19,2	2,64
Чародейка	102–110	70–88	11–15	179–217	38,2–39,9	19,0–20,3	2,89
Топаз	89–93	44–62	10–12	140–177	38,9–40,8	18,0–20,0	2,43

основном они из среднеспелой группы (МК 100, Евгения, Персона, Веретейка, Ам.2113, Уркан, Китросса, Пепелина и др. – 106–115 дней). Все представленные сорта отличаются улучшенными морфологическими и хозяйственно ценными признаками: короткими междоузлиями, большим – 6–8 шт. – количеством бобов в узлах, компактным габитусом куста и т.д.; потенциальная продуктивность сортов нового поколения составляет от 2,4 до 4,2 т/га (табл. 2).

Ряд сортов сои (Евгения, Алена, Интрига, Лебедушка, Куханна, Журавушка, Невеста, Золушка) обладают устойчивостью к пониженным температурам в период прорастания, что позволяет осуществлять более ранний посев в условиях Амурской области и получать высокие урожаи зерна хорошего качества.

На современном этапе все сорта, включенные в Госреестр, активно внедряются в производство. Шесть сортов (Ам.2113, Лотос, Дивная, Увертюра, Татьяна Рязанцева, Колоритная), не включенные в Госреестр, будут использоваться как исходный материал в гибридизации в качестве источников ценных хозяйственных и морфологических признаков.

Заключение

В результате проведенных исследований признаковой коллекции в полевых и лабораторных условиях выделены образцы сои с различными хозяйственно ценными признаками (скороспелые, высокопродуктивные, высокобелковые, крупносеменные, с короткими междоузлиями, увеличенным количеством семян в бобах, выполненной верхушкой главного стебля, высоким прикреплением нижнего боба, измененной архитектурой), которые рекомендуются для использования в качестве исходного материала при создании новых сортов.

За десятилетний период в лаборатории селекции сои ВНИИ сои с участием образцов признаковой коллекции создано 28 сортов, 20 из которых включены в Госреестр селекционных достижений для использования в производстве, 2 находятся в ГСИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бельшикина М.Е. Приоритетные направления развития производства сои в Российской Федерации // *Агро XXI*. 2013. № 10–12. С. 9–11.
2. Беляева Г.Н., Фокина Е.М., Титов С.А. Исторический путь развития селекции сои в Амурской области // *Научное обеспечение производства сои: проблемы и перспективы: сб. науч. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию образования Всерос. НИИ сои*. 18 апр. 2018 г., ФГБНУ ВНИИ сои. Благовещенск: ОДЕОН, 2015. С. 249–264.
3. Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции растений. М.: Наука, 1987. 512 с.
4. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Вайлова А.В., Реуткина А.В. Перспективы селекции высокобелковых сортов сои: выделение линий сои с разными механизмами увеличения белка в семенах (сообщение 2) // *Масличные культуры*. Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. 2016. Вып. 2 (166). С. 42–49.
5. Каталог генетической коллекции сои. Вып. 115 / сост. Н.И. Корсаков. Л.: ВНИИ растениеводства, 1973. 69 с.
6. Лихенко И.Е., Артемова Г.В., Степочкин П.И. Генофонд и селекция сельскохозяйственных растений // *Сиб. вестн. с.-х. наук*. 2014. № 5. С. 35–41.
7. Магомедов А.М. Селекционная ценность образцов сои из мировой коллекции в условиях орошения равнинной зоны Дагестана: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Л., 1989. 17 с.
8. Малыш Л.К., Рязанцева Т.П., Мельникова Е.Н. Исходный материал для селекции сои на скоропелость: рекомендации / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. ВНИИ сои. Новосибирск, 1988. 20 с.
9. Малыш Л.К. Проблемы и перспективы селекции сои для умеренно холодного климата // *Селекция и технология производства сои: сб. науч. тр. / Дальневост. науч. метод. центр ВНИИ сои*. Благовещенск: Полисфера, 1997. С. 8–13.
10. Савченко И.В. Генетические ресурсы – основа продовольственной безопасности России // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. № 9. С. 5–8.
11. Синеговская В.Т., Клеткина О.О. История развития аграрной науки в Приамурье. Благовещенск: ОДЕОН, 2018. 200 с.

12. Система земледелия Амурской области / отв. ред. П.В. Тихончук. Благовещенск: ДальГАУ, 2016. 570 с.
13. Фокина Е.М., Беляева Г.Н. Исходный материал для создания новых генотипов сои в Амурской области // Науч. обеспечение пр-ва сои: проблемы и перспективы: сб. науч. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию образования Всерос. НИИ сои, 18 апр. 2018 г. / ФГБНУ ВНИИ сои. Благовещенск: ОДЕОН, 2015. С. 20–27.
14. Шпилев Н.Б. Семеноводство сои: срез сегодняшнего дня в импортозамещении // Селекция, семеноводство и генетика. 2017. № 4 (16). С. 30–32.
15. Hegstad J.M., Nelson R.L., Renny-Byfield S. et al. Introgression of novel genetic diversity to improve soybean yield. // *Theor. Appl. Genet.* 2019. Vol. 132. P. 2541–2552. – doi.org/10.1007/s00122-019-03369-2.
16. Li M.-W., Wang Z., Jiang B. et al. Impacts of genomic research on soybean improvement in East Asia // *Theor. Appl. Genet.* 2020. Vol. 133. P. 1655–1678. – doi.org/10.1007/s00122-019-03462-6.

В.В. ГАЙНАТУЛИНА, О.И. ХАСБИУЛЛИНА

Эффективность применения биопрепаратов и фунгицидов в борьбе с ризоктониозом картофеля

Приводятся экспериментальные данные о влиянии фунгицидов ТМТД, Скор и биопрепаратов Споробактерин и Трихоцин на степень развития, распространенность ризоктониоза (*Rhizoctonia solani*) в период вегетации растений, на урожайность, качество и сохранность картофеля. Определены способы обработки и изучены препараты против ризоктониоза для использования в интегрированной системе защиты картофеля. За годы исследований сочетание обработки семенного материала перед посадкой фунгицидом ТМТД и некорневого опрыскивания биопрепаратами Споробактерин или Трихоцин было экономически выгодным агроприемом, который обеспечил достоверную прибавку урожая в среднем на 5,0 т/га (21,9 %) и 2,2 т/га (8,5 %) по сравнению с контролем (22,8 т/га) и хозяйственным опытом (25,6 т/га). В этих же вариантах степень развития ризоктониоза была ниже на 14,0 и 15,2 %, распространенность болезни на стеблях – на 50,2 и 53,1 %, поражение ростков снизилось в среднем на 0,8 %, клубней – на 3,5 % по сравнению с контролем без обработки. Сохранность клубней составила 96,2 % при 87,7 % в контроле. Содержание витамина С увеличилось на 1,92 и 1,71 мг% соответственно. Отмечена тенденция увеличения крахмала во всех вариантах опыта. Биологическая эффективность препаратов, способствующих снижению развития и распространенности ризоктониоза на стеблях, по сравнению с контролем составила при использовании ТМТД + Споробактерин или ТМТД + Трихоцин 83,6 или 89,6 % соответственно. Экономическая эффективность с 1 га составила 131,5 и 173,3 тыс. руб.

Ключевые слова: картофель, фунгициды, биопрепараты, ризоктониоз, урожайность, сохранность.

Efficiency of application of biopreparations and fungicides in potato rhizoctoniosis control.
V.V. GAYNATULINA, O.I. KHASBIULLINA (Kamchatka Research Institute of Agriculture, Kamchatka Territory, Yelizovsky District, Sosnovka village).

The article presents experimental data on the influence of fungicides TMTD, Scor and biopreparations Sporobacterin and Trichocin on the degree of development, the prevalence of rhizoctoniosis (*Rhizoctonia solani*) during the vegetation of plants, yield, quality and safety of potatoes. Treatment methods have been identified and antirhizoctonia drugs have been studied for use in an integrated potato protection system. Over the years of the research, combination of treatment of seed material before planting with fungicide TMTD and foliar spraying with biopreparations Sporobacterin or Trichocin was economically beneficial agronomic practice, which provided reliable yield increase by 5.0 t/ha (21.9 %) and 2.2 t/ha (8.5 %) on average in comparison with control (22.8 t/ha), and economic experience (25.6 t/ha). In the same variants the degree of rhizoctoniosis development was lower by 14.0 and 15.2 %, stem disease prevalence – by 50.2 % and 53.1 %, sprouts lesions was lower by 0.8 % on average, tubers – by 3.5 % compared to controls without treatment. Preservation of tubers was 96.2 % when in control it was 87.7 %. The content of vitamin C increased by 1.92 and 1.71 mg% respectively. The tendency of starch increase in all variants of experience was noted. Biological efficacy of preparations contributing to the reduction of development and prevalence of rhizoctoniosis on the stems in comparison with control was 83.6 or 89.6 % with TMTD + Sporobacterin or Trichocin respectively. The economic efficiency from 1 ha was 131.5 and 173.3 thousand rubles.

Key words: potatoes, fungicides, biopreparations, rhizoctoniosis, yield, safety.

*ГАЙНАТУЛИНА Вера Васильевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ХАСБИУЛЛИНА Ольга Ивановна – кандидат сельскохозяйственных наук, директор (Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Камчатский край, Елизовский район, пос. Сосновка).

*E-mail: vera30.10@mail.ru

Введение

Большинство фунгицидов, применяемых в сельском хозяйстве, обладают высокой эффективностью. Наибольший интерес представляют малообъемные препараты с минимальными дозами внесения и высокой физиологической активностью, имеющие низкую подвижность в почве, быстро и полностью разлагающиеся как в почве, так и в растениях, с продолжительным периодом защитного действия [6, 11]. Решающее значение в интегрированной системе защиты картофеля уделяется как химическому, так и биологическому методу [4, 10]. Стандартная схема применения химических препаратов не всегда целесообразна по фитосанитарным, экологическим и экономическим показателям, к тому же постоянное и многолетнее использование одних и тех же веществ может вызвать появление резистентных популяций возбудителей болезней [3]. Эффективна система защиты растений с включением биологических препаратов, сочетающая в себе возможности одновременно повышать устойчивость растений к болезням и абиотическим стрессам путем активизации иммунитета, а также активизировать ростовые процессы за счет изменений физиологического состояния растений.

В условиях Камчатки грибные болезни наносят большой вред, в частности картофелеводству [1, 2]. Ризоктониоз, вызываемый *Rhizoctonia solani* Kühn, распространен в Камчатском крае повсеместно, он поражает ростки, стебли, корни, столоны и клубни картофеля. Поражение подземных ростков ризоктониозом достигает 6–8 %, что приводит к появлению запаздывающих всходов растений, отстающих в росте, особенно в первую половину вегетации. Далее болезнь проявляется в виде язвенной формы поражения стеблей и «белой ножки». Использование для посадки клубней со склероциями ризоктониоза ведет к потере до 13–15 % урожая [12]. Борьба с ризоктониозом на картофеле затруднена из-за климатических условий региона и отсутствия в реестре РФ препаратов, позволяющих полностью контролировать данную болезнь, в связи с чем разработка и внедрение низкократных и эффективных технологий защиты растений, повышающих урожайность, сохранность и качество продукции, приобретают особую актуальность.

Цель наших исследований: создать оптимальные условия, обеспечивающие снижение заболеваемости картофеля ризоктониозом, повышение урожайности и сохранности клубней на основе применения новых биологических и химических фунгицидов в целях эффективного использования в интегрированной системе защиты картофеля от болезней.

Условия, материалы и методы

Полевые эксперименты проводили в 2017–2019 гг. Опыт закладывали на экспериментальном поле, расположенном в почвенно-климатической зоне Елизовского района Камчатского края. В качестве объекта исследований выступали средства защиты картофеля Споробактерин, Трихоцин и Скор, норма расхода препарата для опрыскивания растений в период бутонизации 100, 60 и 400 г/га соответственно; для обработки клубней применяли Споробактерин в дозе 100 г/т, Трихоцин – 20 г/т, ТМТД – 1,7 л/т. Контроль – вариант без обработки клубней растений, второй контроль (хозяйственный опыт) – вариант с обработкой клубней фунгицидом Максим в дозе 400 мл/т, рекомендованный в качестве элемента технологии при возделывании картофеля в крае. Площадь делянки 25 м², размещение делянок систематическое, повторность 4-кратная. Срок посадки картофеля – II декада июня, уборки – II декада сентября. Работу вели с сортом картофеля Фреско, категория семян – первая репродукция. Варианты опыта по изучению влияния действия препаратов представлены в табл. 1.

Учеты, наблюдения и расчет биологической эффективности проводили по методике исследований картофеля ВНИИКХ и защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков [7, 8]. Результаты исследований статистически обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [5] с использованием компьютерной программы.

Биологическую эффективность (%) препаратов установили по формуле: $BЭ = (a - б) / a \times 100$, где a – распространенность или развитие болезни в контроле, $б$ – то же в опытном варианте.

Экономическая эффективность (тыс. руб. / га) рассчитана по методике определения эффекта от использования новых технологий по формуле: $Э = (C_б - C_н) + (Ц_н - Ц_б) \times n$ [9], где $C_б, C_н$ – производственные затраты в базовом и новом вариантах на 1 га, тыс. руб.; $Ц_н, Ц_б$ – стоимость валовой продукции с 1 га в новом и базовом вариантах, тыс. руб.; n – площадь посадок, га.

Технология возделывания картофеля – общепринятая для Камчатского края [13]. Почва охристо-вулканическая, легкая по гранулометрическому составу со следующими агрохимическими показателями пахотного горизонта (0–20 см): гумуса 6,6 % (по Тюрину), среднее содержание (мг/кг сухой почвы) подвижного фосфора – 60–81, обменного калия – 110–123 (по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО), нитратного азота – 19,5–28,8 (ГОСТ 26488-85), аммонийного азота – 7,0–9,0 (ГОСТ 26716-85). Гидролитическая кислотность 4,82 (по Каппену).

Метеорологические условия летне-осеннего периода 2017 г. характеризовались повышенным температурным режимом. Среднесуточная температура в июне, июле и августе была выше нормы на 0,8, 1,1 и 1,4 °С соответственно и не превышала 14,6 °С. Осадков выпало в июне на 45 % меньше, в июле и августе на 63 и 11 % больше среднеголетних значений. В 2018 и 2019 гг. самым теплым месяцем был июль, среднемесячные температуры достигали 14,2 и 13,1 °С соответственно при многолетней 12,5 °С, в остальные месяцы сезона вегетации температура была на уровне среднеголетней, осадков в июне выпало соответственно на 52,2 и 82 %, в июле – на 14,1 и 7,7 %, в первой декаде сентября – на 71,3 и 7,6 % выше нормы. Среднесуточные температуры превысили отметку +5 °С в 2017 г. 14 мая (норма – 26 мая), в 2018 г. 23 мая, в 2019 г. 15 мая; отметку +10 °С – 15 июня (среднеголетняя – 24 июня), 27 и 28 июня соответственно. Сумма активных температур нарастающим итогом >10 °С с мая по сентябрь составила в 2017 г. 1141 °С, в 2018 г. 1002 °С, в 2019 г. 1009,5 °С при среднеголетнем значении 1092 °С. Более благоприятным для роста и развития картофеля по температурному режиму был 2017 г.; 2018 и 2019 гг. характеризовались низкой суммой активных температур, высокой влажностью и обильными осадками, что способствовало развитию ризоктониоза.

Результаты исследований

Вегетационный период в среднем за три года составил 70 дней. Всхожесть картофеля во всех вариантах была высокой – 98,3–99,0 % при 98,0 % в контроле (табл. 1).

Как показано в табл. 1, во всех вариантах опыта статистически достоверно увеличивалась линейная высота растений на 4,3–7,3 см по сравнению с контролем, по сравнению же с хозяйственным опытом зафиксировано увеличение на 1,9 см (в случаях опрыскивания растений Споробактерином). Основных стеблей у 1 растения было 3,9–4,4 шт., наибольшее количество – при использовании Споробактерина.

Во всех изучаемых вариантах степень развития ризоктониоза была ниже, по сравнению с контролем, в фазу бутонизации (07.08.) – на 10,6–20,2 %, перед уборкой (09.09.) – на 8,7–15,2 %, а распространенность болезни (в эти же даты) – на 33,9–71,0 и 34,2–53,1 % соответственно (табл. 2).

Как следует из данных табл. 2, однократные обработки клубней или растений были менее эффективны, чем двукратные (сочетанные). Степень развития ризоктониоза на стеблях при однократной обработке была в среднем на 4,0 и 4,4 %, а распространенность болезни на 14,7 и 17,0 % выше, чем при двукратной; по сравнению с хозяйственным опытом – выше на 2,5 и 2,9 % и на 7,5 и 9,8 % соответственно.

Таблица 1

Влияние фунгицидов на развитие растений картофеля (в среднем за 2017–2019 гг.)

Вариант опыта	Полевая всхожесть, %	Число основных стеблей в 1 кусте	Высота растений, см
Контроль (без обработки)	98,0	3,9	51,3
Хозяйственный опыт (обработка клубней Максимом, 400 мл/т)	98,5	4,6	56,7
Обработка клубней перед посадкой			
Споробактерин, 100 г/т	98,4	4,4	56,5
Трихоцин, 20 г/т	98,3	4,2	56,6
Опрыскивание растений в фазу бутонизации			
Споробактерин, 100 г/га	98,7	4,1	58,6
Трихоцин, 60 г/га	98,6	3,9	56,4
Скор, 400 мл/га	98,7	3,9	57,4
Скор, 400 мл/га*	98,7	4,0	57,4
Обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации			
ТМТД, 1,7 л/т + Споробактерин, 100 г/га	98,7	4,4	57,1
ТМТД, 1,7 л/т + Трихоцин, 60 г/га	99,0	4,1	56,6
ТМТД, 1,7 л/т + Скор 400, мл/га	98,8	4,1	56,2
НСР _{0,5}	–	0,5	1,5

* Также при появлении массовых всходов.

Таблица 2

Влияние фунгицидов на заболеваемость растений картофеля ризоктониозом (в среднем за 2017–2019 гг.)

Варианты опыта	Развитие ризоктониоза, %		Распространенность ризоктониоза, %		Поражение ризоктониозом, %	
	фаза бутонизации	перед уборкой	фаза бутонизации	перед уборкой	ростков	клубней
Контроль (без обработки)	20,9	16,8	73,8	59,8	2,0	6,1
Хозяйственный опыт (обработка клубней Максимом, 400 мл/т)	4,5	3,8	17,3	15,8	1,4	1,3
Обработка клубней перед посадкой						
Споробактерин, 100 г/т	9,2	7,2	34,9	25,6	1,3	2,5
Трихоцин, 20 г/т	5,7	5,4	22,6	20,9	1,7	3,0
Опрыскивание растений в фазу бутонизации						
Споробактерин, 100 г/га	9,1	5,5	36,1	20,6	1,1	3,2
Трихоцин, 20 г/га	10,3	6,4	39,9	24,3	1,4	2,4
Скор, 400 г/га	8,5	8,1	33,2	31,8	1,4	2,5
Скор, 400 г/га*	8,7	4,2	33,3	16,9	1,4	4,0
Обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации						
ТМТД, 1,7 л/т + Споробактерин, 100 г/га	3,2	2,8	12,8	9,6	1,3	2,5
ТМТД, 1,7 л/т + Трихоцин, 60 г/га	0,7	1,6	2,8	6,7	1,0	2,6
ТМТД, 1,7 л/т + Скор, 400 г/га	2,2	2,4	9,1	9,6	1,2	2,4

* Также при появлении массовых всходов.

При однократных обработках клубней поражение ростков ризоктониозом снизилось на 0,3–0,7 %, при опрыскивании растений – на 0,6–0,9 %, поражение клубней нового урожая не превышало 3,2 % при 6,1 % в контроле.

Совместное воздействие фунгицидов и биопрепаратов на клубни и растения более эффективно подавляло развитие *Rhizoctonia solani* и сдерживало распространенность болезни. Так, в вариантах протравливание клубней ТМТД + опрыскивание растений Споробактерином и ТМТД + Трихоцин степень развития ризоктониоза на стеблях перед уборкой

снижалась в среднем на 14,5 %, распространенность болезни на растениях – на 51,2 % по сравнению с контролем. Биологическая эффективность использования ТМТД + Споробактерин или ТМТД + Трихоцин составила соответственно 83,6 или 89,6 %.

Защитные обработки, снижая степень развития болезней, способствовали получению более высокого урожая картофеля (табл. 3). По отношению к контролю получена достоверная прибавка урожайности на всех изучаемых вариантах. При совместных обработках фунгицидами ТМТД + Скор, ТМТД + биопрепарат Споробактерин, ТМТД + Трихоцин

Таблица 3

Влияние фунгицидов на урожайность и товарные качества картофеля (среднее за 2017–2019 гг.)

Вариант опыта	Урожайность		Семенные клубни, %	Товарные клубни, %	Содержание в клубнях	
	т/га	к контролю, т/га			крах-мала, %	витамина С, мг%
Контроль (без обработки)	22,8	–	42,2	68,0	10,6	4,20
Хозяйственный опыт (обработка клубней Максимом, 400 мл/т)	25,6	+2,8	41,3	70,3	10,7	4,16
Обработка клубней перед посадкой						
Споробактерин, 100 г/т	26,7	+3,9	43,1	72,0	10,8	5,22
Трихоцин, 20 г/т	25,6	+2,8	42,5	69,1	10,8	4,57
Опрыскивание растений в фазу бутонизации						
Споробактерин, 100 г/га	26,3	+3,5	44,4	72,8	10,6	7,31
Трихоцин, 60 г/га	26,1	+3,3	43,0	72,7	10,8	5,11
Скор, 400 г/га	25,9	+3,1	39,4	67,1	10,9	4,83
Скор, 400 г/га*	26,3	+3,5	41,3	66,4	10,9	3,42
Обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации						
ТМТД, 1,7 л/т + Споробактерин, 100 г/га	28,3	+5,5	42,8	71,1	10,9	6,12
ТМТД, 1,7 л/т + Трихоцин, 60 г/га	27,3	+4,5	40,9	73,3	11,2	5,91
ТМТД, 1,7 л/т + Скор 400 г/га	27,6	+4,8	43,5	69,8	11,0	3,21
НСР _{0,5}	1,7					

* Также при появлении массовых всходов.

Таблица 4

Влияние фунгицидов и биопрепаратов на сохранность клубней картофеля (весна 2018 и 2019 гг.)

Варианты опыта	Поражение клубней болезнями, %					Здоровые клубни, %
	ризикто-ниоз	фомоз	мокрая гниль	ооспороз	всего	
Контроль (без обработки)	9,3	0,5	1,4	1,1	12,3	87,7
Хозяйственный опыт (обработка клубней Максимом, 400 мл/т)	6,6	0,9	0,4	2,8	10,7	89,3
Обработка клубней перед посадкой						
Споробактерин, 100 г/т	5,5	1,6	0,5	0,7	8,3	91,7
Трихоцин, 20 г/т	3,6	1,7	0	2,3	7,6	92,4
Опрыскивание растений в фазу бутонизации						
Споробактерин, 100 г/га	5,4	1,5	0,1	2,3	9,3	90,7
Трихоцин, 20 г/га	4,7	0,6	0,2	2,5	8,0	92,0
Скор, 400 г/га	6,1	0,3	0,2	1,6	8,2	91,8
Скор, 400 г/га*	4,4	0,5	0,5	1,9	7,3	92,7
Обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации						
ТМТД, 1,7 л/т + Споробактерин, 100 г/га	2,3	0,2	0	1,3	3,8	96,2
ТМТД, 1,7 л/т + Трихоцин, 60 г/га	2,2	0,4	0,1	1,2	3,9	96,1
ТМТД, 1,7 л/т + Скор, 400 г/га	2,8	0,3	0,2	1,1	4,4	95,6

* Также при появлении массовых всходов.

прибавки по отношению к хозяйственному опыту составили соответственно 2,1, 2,7 и 1,7 т/га. Количество семенных клубней на изучаемых вариантах было на уровне контроля, процент товарных клубней по сравнению с контролем увеличился при опрыскивании растений Споробактерином, Трихоцином и при совместных обработках с ТМТД соответственно на 4,0 %, 1,1, 3,1, 5,3 %. При обработке растений Трихоцином и Споробактерином отмечено увеличение содержания витамина С в клубнях картофеля на 0,91 и 3,11 мг%, при совместном использовании с ТМТД – на 1,71 и 1,92 мг%.

По результатам весеннего фитопатологического анализа установлена высокая сохранность клубней обработанных растений – 90,7–96,2 % (в контроле – 87,7 %, в хозяйственном опыте – 89,3 %). Эти данные отражают устойчивость не только к ризоктониозу, но и другим заболеваниям (табл. 4). Наилучшие показатели достигнуты при обработке клубней фунгицидом ТМТД совместно с опрыскиванием растений препаратами Споробактерин, Трихоцин или Скор.

В табл. 5 представлен экономический эффект применения признанных нами лучшими комплексных вариантов – ТМТД + Споробактерин и ТМТД + Трихоцин.

Таблица 5

Экономическая целесообразность комплексной обработки картофеля фунгицидом ТМТД и биопрепаратами

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Всего затрат на 1 га, тыс. руб.	Стоимость продукции с 1 га, тыс. руб.	Экономическая эффективность с 1 га, тыс. руб.
Контроль (без обработки)	22,8	–	914,8	1140,0	–
ТМТД, 1,7 л/т + Споробактерин, 100 г/га	28,3	5,5	1057,3	1415,0	131,5
ТМТД, 1,7 л/т + Трихоцин, 60 г/га	27,3	4,5	966,5	1365,0	173,3

Заключение

На основании проведенных исследований следует отметить, что в условиях Камчатского края в борьбе с ризоктониозом картофеля наиболее эффективен комплексный подход: обработка клубней фунгицидом ТМТД для уничтожения первичных очагов инфекции и в дальнейшем опрыскивание растений биопрепаратом Споробактерин или Трихоцин. В период бутонизации и перед уборкой картофеля это обеспечивает снижение развития ризоктониоза на стеблях в среднем на 18,9 и 14,6 %, распространенности болезни на 66,0 и 51,6 %, поражение ростков на 0,8 % и клубней на 3,5 % по сравнению с контрольным вариантом. Предложенный способ борьбы с ризоктониозом на картофеле обеспечил достоверную прибавку урожайности в среднем на 5,0 т/га (21,9 %) и 2,2 т/га (8,5 %) по сравнению соответственно с контролем и хозяйственным опытом. Биологическая эффективность ТМТД + Споробактерин – 83,9 %, ТМТД + Трихоцин – 89,6 %, экономический эффект с 1 га от применения данных препаратов составил 131,5 и 173,3 тыс. руб. соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вакуленко В.В. Против болезней картофеля // Картофель и овощи. 2016. № 2. С. 34.
2. Власова Я.А. Защита картофеля по программе-максимум // Картофель и овощи. 2018. № 6. С. 21–22.
3. Вошедский Н.Н., Сорокин Н.С. Антирезистентная программа в действии // Защита и карантин растений. 2003. № 5. С. 12–14.
4. Гайнагулина В.В., Макарова М.А. Химические и биологические фунгициды на защите картофеля от ризоктониоза // Дальневост. аграр. вестн. 2018. № 3. С. 7–12.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1985. 416 с.
6. Новикова И.И. Микробиологическая защита растений – основа фитосанитарной оптимизации агроэкосистем // Защита и карантин растений. 2017. № 4. С. 3–6.
7. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва им. А.Г. Лорха, Акционерное общество «Персек»: [сост. А.С. Воловик и др.]. М., 1995. 107 с.
8. Методика исследований по культуре картофеля. М.: ВНИИКХ, 1967. 263 с.
9. Методика экономической и биоэнергетической оценки в картофелеводстве. М.: НИИКХ., 2000. 27 с.
10. Плеханова Л.П., Булдаков С.А. Влияние биологических и химических препаратов на устойчивость растений и клубней картофеля к болезням и урожайность // Инновационные научные достижения в АПК Дальневосточного региона: теория и практика: сб. науч. тр. / ФАНО. СахНИИСХ. Южно-Сахалинск: Кано, 2018. С. 62–68.
11. Рябинин А.Н. Снизить пестицидную нагрузку при выращивании картофеля возможно // Защита и карантин растений. 2014. № 8. С. 37–38.
12. Ряховская Н.И., Гайнатулина В.В., Макарова М.А. Испытание химических протравителей для защиты картофеля от ризиктониоза // Вестн. рос. с.-х. науки. 2016. № 3. С. 48–49.
13. Ряховская Н.И., Гайнатулина В.В. и др. Система земледелия Камчатского края. Петропавловск-Камчатский: Камчатский НИИСХ, 2015. 200 с.

Н.Г. ЛУКАЧЕВА, А.В. КОСТЮК

Устойчивость ежовников к гербициду Цитадель в посевах риса в Приморском крае

Обоснована актуальность изучения возникновения устойчивости у сорняков к гербицидам как одной из важнейших причин возможного снижения эффективности препаратов. Установлены случаи резистентности у мятликовых в современных условиях выращивания риса. Проведены ежегодные обследования рисосеющих хозяйств Приморского края, в которых продолжительное время применялся гербицид Цитадель (д.в. пенноксулам, 25 г/л). Представлены результаты исследований 2014–2018 гг. на опытной базе Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений в условиях вегетационного домика. Доказано, что устойчивость ежовников к препарату Цитадель является перекрестной и развивается у биотипов с ранее выработанной резистентностью к гербициду Фацет. Выявлены основные причины появления резистентности: размножение устойчивых популяций; нарушение технологий применения препаратов; увеличение кратности обработок. Сложившаяся ситуация свидетельствует о том, что доминирование в агроценозах резистентных биотипов сорняков исключает возможность оптимизировать фитосанитарную обстановку с помощью только химического метода. Необходима многовариантная тактика контроля.

Ключевые слова: ежовники, гербицид, резистентность, биотип, эффективность.

Barnyard grass resistance to the herbicide Citadel in rice crops in Primorsky Krai. N.G. LUKACHEVA, A.V. KOSTYUK (Far Eastern Research Institute of Plant Protection, Kamen-Rybolov village, Primorsky Krai).

The article substantiates the relevance of studying the emergence of resistance in weeds to herbicides as one of the most important reasons for a possible decrease in the effectiveness of drugs. Cases of resistance in bluegrass in modern conditions of rice cultivation have been established. Carried out annual surveys of rice-growing farms in Primorsky Krai, which had been using herbicide Citadel (D. V. penoxsulam, 25 g/l) for a long time. The results of studies of 2014–2018 on the basis of experimental base of the Far East Research Institute of Plant Protection in the conditions of the greenhouse are provided. It is proved that the resistance of the barnyard grass to the Citadel drug is a cross and develops in biotypes with previously developed resistance to the Facet herbicide. The main reasons for the emergence of resistance are identified: the reproduction of stable populations; violation of drug application technologies; increase in the frequency of treatment. The current situation shows that the dominance of resistant biotypes of weeds in agroecosystems precludes the possibility of optimizing the phytosanitary situation using only a chemical method. Multivariate control tactics are required.

Key words: barnyard grass, herbicide, resistance, biotype, efficiency.

Дальний Восток занимает относительно небольшую долю в сегменте риса на рынке российских производителей. Несмотря на богатую историю рисосеяния на землях Амурской области, Еврейской автономной области и юга Хабаровского края, рис возделывают только в Приморском крае [10].

Площадь посева риса начиная с 2013 г. неуклонно уменьшается и в настоящее время занимает 10,1 тыс. га. Серьезным препятствием в получении высоких урожаев зерна риса

*ЛУКАЧЕВА Надежда Григорьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, КОСТЮК Александр Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений, Приморский край, с. Камень-Рыболов).

*E-mail: dalniizr@mail.ru

и поддержании экологии агроэкосистем является высокая степень засоренности рисовых полей. Поэтому защита посевов от сорной растительности – одна из наиболее актуальных задач в рисоводстве [3, 6].

Гербициды являются основным приемом борьбы с сорной растительностью в посевах, обеспечивающим условия для высокого формирования урожая. Интенсивное применение гербицидов наряду с экологическими проблемами приводит к появлению резистентных биотипов сорняков и, как следствие, к снижению эффективности химического метода их уничтожения [1].

К проблеме приобретенной резистентности сорняков к гербицидам при их традиционном применении нужно подходить крайне внимательно.

В таких странах, как США (Калифорния), Япония, Южная Корея, Таиланд, на посевах отмечены резистентные биотипы ежовника обыкновенного, устойчивые к ингибиторам ацетолактатсинтазы (ALS), карбоксилазы (ACC) и ингибиторам фотосинтеза. С такой же устойчивостью выявлен ежовник бородчатый (*Echinochloa phyllopogon*) во Франции, Южной Корее, США [11].

В России сообщения об устойчивых биотипах мятликовых сорняков, к сожалению, немногочисленны, что объясняется слабой изученностью проблемы, а не ее отсутствием [4].

На Дальнем Востоке специалистами ДВНИИЗР изучалось возникновение устойчивости ежовников к применявшимся повсеместно продолжительное время в посевах риса гербицидам на основе д.в. квинклолак, а также к препарату Сегмент (д.в. азимсульфурон, 500 г/кг). Доказано, что устойчивость ежовников к гербициду Сегмент является перекрестной и развивается у биотипов с ранее выработанной резистентностью к гербициду Фацет [5, 7].

В случае мятликовых сорняков мы имеем ограниченный набор действующих веществ с единственным механизмом действия – ингибирование ALS (*amyotrophic lateral sclerosis*) и в скором времени можем столкнуться с массовой проблемой развития устойчивости у мятликовых сорняков к применяемым гербицидам.

Цель исследований – оценка многолетнего использования гербицида Цитадель 25, МД (д.в. пеноксилам, 25 г/л), фирма-производитель – Дау АгроСаенсес, в развитии резистентности у ежовников, произрастающих в основных рисосеющих хозяйствах Приморского края.

Материалы и методика исследований

Важным элементом тактики борьбы с резистентностью является своевременное обнаружение начала ее формирования. Одним из показателей устойчивости в практике служит снижение эффективности применяемых гербицидов при соблюдении всех регламентов их использования. Специальные исследования позволяют выявить тенденции изменения численности резистентных биотипов ежовников в посевах риса.

Исследования выполняли на базе Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений в условиях вегетационного домика (2014–2018 гг.) с использованием известных методик [2, 9].

Самый доступный метод – исследование разных доз гербицидов в вегетационных условиях – биологический тест. Смена устойчивых популяций *Echinochloa: E. crusgalli* (L.) Beauv (ежовник обыкновенный), *E. occidentalis* (Wiegand) Rybd (ежовник западный или спиральный) и *E. phyllopogon* (Stapf.) Kossenko (ежовник бородчатый) были собраны в 2014–2018 гг. на участках с многолетним использованием гербицида Цитадель в контролируемых хозяйствах Приморского края, относящихся к двум почвенно-климатическим зонам: степная (Ханкайский, Хорольский и Черниговский районы) и лесостепная (Спаский и Анучинский районы) [8].

Семена чувствительных (природных, эталонных) популяций собраны с участков, где гербицид никогда ранее не применяли.

Для определения степени устойчивости видов ежовников к гербициду лугово-глебовую почву, просеянную через сито с ячейкой 5 мм, набивали в пластмассовые стаканчики емкостью 300 г. Предварительно пророщенные семена ежовников высаживали в стаканчики. Почву увлажняли до 60–70 % полевой влагоемкости. Повторность опытов 5-кратная.

Одновременно по той же схеме закладывали семена чистых (природных) популяций, которые в опытах были использованы в качестве эталонов сравнения. При достижении растениями фазы 2–3 листьев проводили их обработку гербицидом Цитадель в дозах 0,8; 1,0; 1,6 и 2,0 л/га.

Для обработки использовали лабораторный опрыскиватель ОЛ-5 конструкции ВНИИФ. На следующие сутки после нанесения растворов гербицида стаканчики заливали водой слоем 1,0–1,5 см, который поддерживали до окончания постановки опытов.

Многолетний опыт (2014–2017 гг.) по определению степени накопления устойчивости биотипов сорняков рода *Echinochloa* к гербициду Цитадель закладывали в вазонах (3 кг) и, кроме того, параллельно в пластмассовых стаканчиках емкостью 300 г. Через три недели после обработки вегетирующих растений (опыт в стаканчиках) проводили их срезку и взвешивание. Уцелевшие после обработки растения ежовников выращивали в больших вазонах до полного созревания семян, которые осенью собирали отдельно с каждого варианта и хранили для дальнейшей работы.

Степень устойчивости популяций ежовников к препарату оценивали по снижению сырой массы растений в процентах к безгербицидному варианту (контролю), а также к эталону. По данным регрессионного анализа «эффект – доза» определяли $СД_{50}$ (количество препарата, снижающее массу растений на 50 %) для обладающих и не обладающих устойчивостью видов, рассчитывали показатель резистентности ПР (отношение $СД_{50}R$ устойчивого вида к $СД_{50}S$ чувствительного вида).

Результаты и обсуждение

Приобретенная резистентность к гербицидам – та, которая проявляется под действием препаратов, когда чувствительные особи гибнут, а устойчивые, занимая освободившееся пространство, формируют резистентную популяцию. Такая резистентность возникает в ограниченном пространстве или изолированной популяции при многократном применении одних и тех же препаратов.

Основная причина появления резистентности – нарушение технологии применения СЗР: уменьшение норм расхода гербицидов ниже минимально зарегистрированных (особенно в баковых смесях, в надежде на призрачный «эффект синергизма»), некачественное внесение препаратов, несвоевременная подача и поддержание слоя воды в чеке после применения гербицидов. Таким образом, мы сами воспитываем резистентные формы ежовников некорректным использованием СЗР.

В результате мониторинговых наблюдений, проведенных во всех контролируемых хозяйствах Приморского края, установлено, что применение гербицида Цитадель практически во всех хозяйствах способствовало появлению резистентных биотипов ежовников. Единичные признаки приобретенной резистентности к гербициду появились еще в 2014 г., на четвертый год применения препарата, и в дальнейшем с каждым годом отмечалось увеличение доли устойчивых биотипов к гербициду Цитадель.

Так, средние данные за 2014–2018 гг. свидетельствуют о том, что снижение гербицидной активности препарата Цитадель нарастало более быстрыми темпами именно в тех хозяйствах, где было отмечено большое количество форм ежовников, устойчивых к ранее применявшемуся гербициду Фацет. Это связано с реализацией механизма перекрестной устойчивости сорных растений к гербицидам даже из других химических классов.

В 2018 г. показатель резистентности ежовников к гербициду Цитадель превысил уровень толерантности в 36 раз (ПР = 144) (рис. 1).

В 2014 г. самая высокая доля устойчивости биотипов к гербициду Цитадель наблюдалось в СХПК «Луговое» Хорольского района (ПР = 34,0 у биотипов *E. crusgalli*). В 2015 г. наибольший показатель резистентности (59) выявлен в ООО «АгроДэ-сун-Ханка» Ханкайского района у биотипа *E. crusgalli*.

В Хорольском районе повышение устойчивости к гербициду Цитадель прослеживалось в СХПК «Луговое». В 2016 г. показатель резистентности форм *E. crusgalli* и *E. occidentalis* составлял 15 и 18, а к 2018 г. он возрос до 908 и 909 соответственно.

Результатами опытов 2016–2018 гг. определено, что самый высокий показатель резистентности к гербициду Цитадель в среднем по всем районам наблюдался у форм *E. occidentalis* (ПР = 99), у *E. crusgalli* и *E. phyllopogon* он составил 75 и 29 соответственно (рис. 2).

Анализируя данные 2014–2018 гг., а также мониторинга резистентности, следует отметить, что рисоводы края столкнулись с огромной проблемой, а именно с развитием устойчивости ко всем гербицидам (Сегмент, Цитадель и Номини), применяемым на рисовых полях. В данном случае мы имеем ограниченный набор действующих веществ с единственным механизмом действия – ингибирование фермента ацетолактатсинтазы.

Для определения момента, с которого начинает формироваться резистентность, начиная с 2013 г. проведены соответствующие исследования с чистыми (нативными) семенами, которые никогда ранее не подвергались действию препаратов. Согласно методике их ежегодно обрабатывали гербицидом Цитадель.

Результаты исследований показали, что в течение трех лет гербицидная активность препарата Цитадель не снижалась, следовательно, накопления устойчивости не происходило.



Рис. 1. Резистентность ежовников к гербициду Цитадель в посевах риса в Приморском крае, 2014–2018 гг.



Рис. 2. Уровень устойчивости (ПР) популяций *Echinochloa* к гербициду Цитадель (ДВНИИЗР, Приморский край, среднее за 2016–2018 гг.)

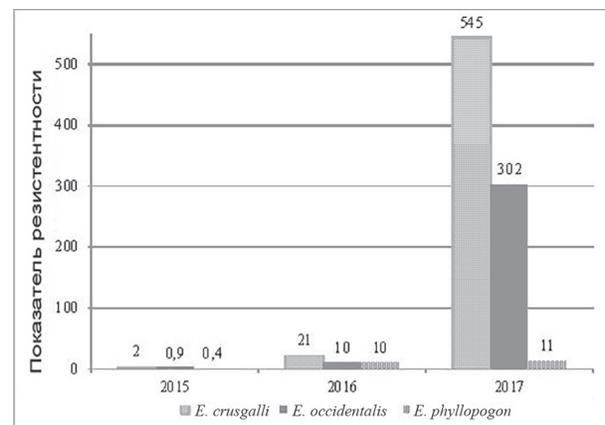


Рис. 3. Нарастание устойчивости к гербициду Цитадель биотипами *Echinochloa*, 2015–2017 гг.

Показатель резистентности (ПР) у всех форм ежовников не превышал уровень толерантности и находился в пределах 0,4–2,7.

В 2016 г. вместо «чистых» семян ежовников были взяты семена резистентных форм, которые несли в себе гены устойчивости к гербициду Фацет. Исследованиями выявлено, что все изучаемые биотипы *Echinochloa* (*crusgalli*, *occidentalis* и *phyllopogon*) имели показатель резистентности к гербициду Цитадель в 2016 г. 21, 10 и 10 соответственно, а в 2017 г. он резко увеличился и составил 545, 302 и 11 соответственно (рис. 3).

На основе результатов многолетнего опыта можно предположить наличие у всех форм ежовников перекрестной резистентности к гербициду Цитадель. Следовательно, она же имеет место быть и в рисоводческих хозяйствах, так как семена всех биотипов ежовников изначально были собраны на полях, где изучаемые формы уже несли в себе гены устойчивости к гербициду Фацет. Важно отметить, что замена одного продукта на другой без смены тактики и стратегии применения гербицидов в рисе и механизма их действия приведет только еще к большему появлению устойчивых форм ежовников, при которых выращивание риса будет невозможно в принципе.

Заключение

Таким образом, анализ обобщенных данных за 2014–2018 гг. показал, что мониторинговыми исследованиями подтверждено существование резистентных форм ежовников к гербициду Цитадель на рисовых полях Приморского края. Особого внимания заслуживает тот факт, что резистентность сорняков рода *Echinochloa* к изучаемому гербициду, обнаруженная в хозяйствах края, является перекрестной, развивающейся у биотипов, исходно устойчивых к Фацету.

Проблема приобретения устойчивости сорных растений к гербицидам не теряет своей актуальности, так как доминирование в агроценозах резистентных биотипов исключает возможность оптимизировать фитосанитарную обстановку с помощью только химического метода.

Необходима многовариантная тактика контроля:

тщательный мониторинг резистентности с учетом этапов ее формирования и доведения результатов до сведения специалистов хозяйств;

чередование обработок сорняков в севообороте гербицидами с различным механизмом действия;

обеспечение химического разнообразия и рекомендованных эффективных норм расхода при использовании препаратов;

планировка рисовых чеков, соблюдение севооборота (выращивание риса по рису не более 3 лет);

поддержание достаточного слоя воды после обработки для усиления эффективности действия препарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борона В.П., Задорожный В.С. Гербициды для интегрированных систем защиты кормовых и зернофуражных культур от сорняков на Украине // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия: материалы Второго Всерос. науч.-произв. совещ., Голицыно, 17–20 июня 2000 г. Голицыно, 2000. С. 140–142.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.
3. Ковалевская В.А. Становление и развитие научных исследований по рису на Дальнем Востоке. Дальневосточная наука – агропромышленному производству региона // Сб. науч. тр. / РАСХН, Дальневост. науч.-метод. центр Примор. НИИСХ. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 138–152.
4. Кулагин О.В. Устойчивость однолетних мятликовых сорняков к гербицидам // Защита и карантин растений. 2012. № 11. С. 12–15.

5. Лукачева Н.Г., Костюк А.В. Резистентность ежовников в посевах риса в условиях юга Дальнего Востока // Фитосанитарная безопасность агроэкосистем: материалы междунар. науч. конф., Новосибирск, 7–9 июля 2010 г. Новосибирск, 2010. С. 152–155.
6. Лукачева Н.Г., Костюк А.В. Устойчивость ежовников к гербицидам в посевах риса // RJOAS. 2016. Май. № 5 (53). С. 160–164.
7. Лукачева Н.Г., Костюк А.В. Формирование резистентности к Сегменту в популяциях *Echinochloa* // Вестн. ДВО РАН. 2019. № 3. С. 97–102.
8. Пробатова Н.С. Злаки (Сем. мятликовые) // Сосудистые растения Советского Дальнего Востока: в 8 т. / под ред. С.С. Харкевича. Л.: Наука, 1985. Т. 1. С. 89–382.
9. Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Т. Методическое руководство по изучению гербицидов применяемых в растениеводстве / РАСХН – ВНИИФ. Голицыно, 2004. 243 с.
10. Спиридонов Ю.Я. Особенности проявления резистентности сорняков к гербицидам // Вестн. защиты растений. 2001. № 1. С. 54–62.
11. Zemanek J., Mikulka J. Citi vost Laska vcevuci herbicidum // Sbor. UVTIZ – Ochr. Rostl, 1983. P. 153–160.

В.Н. МОРОХОВЕЦ, Т.В. ШТЕРБОЛОВА, Т.В. МОРОХОВЕЦ,
С.С. ВОСТРИКОВА, З.В. БАСАЙ, Н.С. СКОРИК

Эффективность последовательного применения гербицида Флекс с граминицидами в посевах сои

В Дальневосточном НИИ защиты растений в условиях деляночного эксперимента изучена биологическая и хозяйственная эффективность нового гербицида Флекс в посевах сои сорта Асука. Гербицид применялся при достижении культурой фазы развития два тройчатых листа. Исследования проведены в 2019 г. по общепринятым методикам на лугово-бурых оподзоленных почвах, типичных для Приморского края. Установлена одинаково высокая эффективность последовательного внесения препарата Флекс 1,5 л/га с ПАВ Тренд 90 0,2 л/га и граминицидов Фюзилад Форте 1,5 л/га и Центурион 0,3 л/га в смеси с Амико Стар 0,6 л/га в отношении комплекса однолетних двудольных и злаковых сорняков в течение всего периода вегетации сои. Снижение общей биомассы сорных растений в этих вариантах опыта составило 97–99 %. Высокую чувствительность к гербициду Флекс (снижение массы на 99–100 %) проявила амброзия полыннолистная, занимающая лидирующее положение среди однолетних широколистных сорняков по частоте встречаемости и плотности произрастания в регионе. Новый препарат эффективно подавлял также жерушиник болотный, марь белую и акалифу южную. Наложение граминицидов Фюзилад Форте и Центурион в смеси с Амико Стар через 3 сут после обработки посевов сои препаратом Флекс способствовало эффективному контролю однолетних злаковых сорных растений: ежовника обыкновенного, видов цетинника и шерстяника мохнатого (снижение массы на 75–100 %).

Токсическое действие препарата Флекс на двудольные многолетние виды сорняков проявлялось главным образом в торможении нарастания надземной растительной массы, которая в опытных вариантах при первом после обработки учете была ниже контроля на 55–88 %. К моменту уборки сои действие гербицидов на эту группу сорняков ослабло, в основном за счет наращивания массы щавельником курчавым. Высокая биологическая активность нового гербицида и граминицидов обеспечила сохранение значительной части урожая. В опытных вариантах урожайность сои выросла на 0,41–0,44 т/га и достигла 1,28–1,31 т/га в сравнении с контролем (0,87 т/га). Экономическая эффективность применения гербицида Флекс с последующим наложением граминицидов составила 3,64–3,96 тыс. руб./га.

Ключевые слова: соя, сорные растения, гербициды, чувствительность, эффективность, урожайность

Effectiveness of sequential herbicide application Flex with graminicides in soybean crops.
V.N. MOROKHOVETS, T.V. SHTERBOLOVA, T.V. MOROKHOVETS, S.S. VOSTRIKOVA, Z.V. BASAI,
N.S. SKORIK (Far Eastern Research Institute of Plant Protection, Primorsky Krai, Kamen-Rybolov village).

In the Far-Eastern Scientific Research Institute of Plant Protection in plot experiment studied the biological and economic efficiency of new herbicide Flex in crops of soybean varieties Asuka when the culture development phase was two trifoliolate leaf. The research was carried out in 2019 using generally accepted methods on meadow-brown podzol

*МОРОХОВЕЦ Вадим Николаевич – кандидат биологических наук, врио директора, ШТЕРБОЛОВА Татьяна Владимировна – научный сотрудник, МОРОХОВЕЦ Тамара Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ВОСТРИКОВА Светлана Сергеевна – аспирант, научный сотрудник, БАСАЙ Зоя Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, СКОРИК Нина Сергеевна – младший научный сотрудник (Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений, Приморский край, с. Камень-Рыболов). *E-mail: dalniizr@mail.ru

soils typical for the Primorsky territory. An equally high efficiency of sequential application of the Flex preparation 1.5 l/ha with surfactant Trend 90 0.2 l/ha and graminicides Fusilade Forte 1.5 l/ha and Centurion 0.3 l/ha in a mixture with Amigo Star 0.6 l/ha for a complex of annual dicotyledonous and cereal weeds during the entire growing season of soy was established. The decrease in the total biomass of weeds in these variants of the experiment was 97–99 %. High sensitivity to the Flex herbicide (weight reduction by 99–100 %) was shown by ragweed, which occupies a leading position among annual broad-leaved weeds in frequency of occurrence and density of growth in the region. The new product was also effective in suppressing marsh cress, common lambsquarter, and Asian copperleaf. The imposition of graminicides Fusilade Forte and Centurion with Amigo Star three days after treatment of soybean crops with Flex preparation contributed to the effective control of annual cereal weeds: cocksbur grass, species of bristlegress and hairy cupgrass (weight reduction by 75–100 %).

The toxic effect of the Flex preparation on dicotyledonous perennial species was mainly manifested in inhibiting the growth of aboveground plant mass, which in the experimental versions was 55–88 % lower than the control one when taken into account for the first time after treatment. By harvesting soybeans, the herbicidal effect on this group of weeds was weakened, mainly due to the mass build-up of curled dock. The high biological activity of the new herbicide and graminicides ensured the preservation of a significant part of the crop. In the experimental versions, the yield of soybean seeds increased by 0.41–0.44 t/ha compared to the control (0.87 t/ha). The economic efficiency of using the Flex herbicide with subsequent application of graminicides was 3.64–3.96 thousand rubles/ha.

Key words: soy, weeds, herbicides, sensitivity, efficiency, yield.

Соя – ценнейшая белково-масличная культура, нашедшая широкое применение в народном хозяйстве, используемая в том числе в кормопроизводстве и для получения белковых (изоляты, концентраты, мука и др.) и масляных продуктов для питания человека. По питательной ценности семян и зеленой массы она превосходит горох, чину, нут и вику. В сухой массе семян сои содержится 35–45 % белка, 17–22 % масла, 20–30 % углеводов, много витаминов, каротиноидов и других полезных веществ [8, 13, 15, 20]. С каждым годом производство сои в Российской Федерации наращается, создаются уникальные сорта с урожайностью от 3 до 4 т/га, которые способны вызревать при сумме активных температур 1750–1800 °C [19]. Спрос на сою растет, поэтому эффективное развитие соеводства является одной из задач сельского хозяйства в ДФО [5].

В России в 2019 г. соя была посеяна на рекордной площади – 3,04 млн га (в 2018 г. – 2,95 млн га), намолочено сои почти 4,5 млн т, что на 12,1 % больше аналогичного показателя в 2018 г., средняя урожайность выросла до 16,4 ц/га. В Приморском крае посевные площади под соей составили 309 тыс. га, собрано 375 тыс. т сои, урожайность находилась на уровне 12,9 ц/га (<https://news.rambler.ru/other/43255883-urozhay-soi-v-rf-dostigistoricheskogo-maksimuma> (дата обращения: 10.01.2020)).

Одним из путей увеличения урожая сои является совершенствование системы защиты растений, благодаря которой сегодня сохраняется в среднем до 28 % урожая. Потери урожая на поле в основном связаны с засоренностью посевов. По расчетным данным, потери в растениеводстве в целом от сорняков в России достигают 100 млн т [1].

Сорняки конкурируют с растениями сои в использовании питательных веществ, влаги и света, затрудняют уборку и ухудшают качество продукции [4]. По данным сотрудников Всероссийского НИИ масличных культур (г. Краснодар) [17], снижение урожая сои на 12 % (0,25 т/га) отмечается уже при наличии 5 шт. сорняков семейства мятликовые и на 11 % (0,23 т/га) при наличии 3 шт. двудольных сорняков на 1 м² посевов. Угнетающее действие сорняков сказывается на массе семян и высоте растений сои, выходе бобов с одного растения. При несвоевременном уничтожении засорителей урожайность сои снижается на 20–50 % [3, 4, 18]. Соя нуждается в защите от сорняков уже с первых дней развития, поскольку в начальный период растет медленно и не может конкурировать с сорными растениями. Установлено, что основной ущерб урожаю сорные растения наносят в период развития сои от фазы примордиальных листьев до 1–2 тройчатых листьев. Критический период вредоносности сорняков в среднем составляет 14 ± 5 дней совместной с культурой вегетации [6]. На юге Дальнего Востока нами в разные годы в посевах сои отмечалось до 108 видов сорных растений, но основных из них насчитывалось немногим более 20 [11].

В настоящее время для борьбы с сорняками широко используют химические препараты, которые обеспечивают высокую рентабельность и эффективность по сравнению

с другими методами защиты [2]. Тактика применения химических средств учитывает численность и разнообразие видового состава сорного ценоза, основывается на высокой биологической и хозяйственной эффективности и четко выраженной селективности гербицидов при максимально возможном снижении уровня их отрицательного действия на окружающую среду, предусматривает использование препаратов против разных групп сорняков, начиная с ранней стадии их развития [7, 9]. В современной практике применяются химические соединения с высокой физиологической активностью, позволяющие в десятки раз снизить дозировку гербицидов на единицу площади. Поэтому важным направлением научно-исследовательских работ остается выявление специализированного действия гербицидов не только на сорняки, но и на культурные растения с целью более рационального их использования и оценки влияния на рост и развитие сельскохозяйственных культур и формирование их урожайности [16].

В последние годы спектр гербицидов для борьбы с сорняками в Российской Федерации значительно расширился. Список гербицидов, разрешенных для послевсходового применения в посевах сои, включает 99 препаратов на основе 23 действующих веществ¹.

В 2017 и 2018 гг. в Дальневосточном НИИ защиты растений были проведены регистрационные испытания (регистрант ООО «Сингента», Москва) гербицида Флекс, ВР (д.в. фомесафен, 228 г/л), предназначенного для борьбы с однолетними и многолетними двудольными сорными растениями в посевах сои. Гербицид использовали в нормах расхода 1,25 и 1,5 л/га с ПАВ Тренд 90, Ж (д.в. этоксилят изодецилового спирта, 900 г/л) 0,2 л/га с последующим наложением граминицида Фюзилад Форте, КЭ (д.в. флуазифоп-П-бутил, 150 г/л) 1,5 л/га. Оценивались общая гербицидная активность и возможное негативное действие препаратов на растения сои. Комбинация препаратов Флекс и Фюзилад Форте при раздельном их применении оказалась достаточно эффективной и безопасной для культуры [12].

На следующем этапе в 2019 г. изучался вариант применения гербицида Флекс в максимально рекомендуемой дозе с последующим наложением потенциально более опасного для сои граминицида Центурион, КЭ (д.в. клетодим, 240 г/л) в норме 0,3 л/га с ПАВ Амиго Стар (д.в. смеси метиловых эфиров жирных кислот, 842 г/л) 0,6 л/га. Цель представленного исследования – оценить биологическую и хозяйственную эффективность препарата Флекс и его безопасность для сои в комбинации с граминицидом Центурион при раздельном послевсходовом применении в посевах сои в условиях юга Дальнего Востока.

Материалы и методика исследований

Исследования проведены в условиях деляночного эксперимента на опытном поле Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений. Гербицид Флекс с добавлением ПАВ Тренд 90 применяли при достижении соей фазы развития два тройчатых листа и высоты 9,5–15,5 см. Через 3 сут после использования гербицида Флекс опытные делянки опрыскивали граминицидами Фюзилад Форте и Центурион в смеси с ПАВ Амиго Стар для уничтожения однолетних злаковых сорняков. Гербицидную активность, хозяйственную эффективность и безопасность для культуры опытных комбинаций препаратов сравнивали с контролем (делянки, не обработанные гербицидом).

Почва опытного участка лугово-бурая оподзоленная, по механическому составу – средняя глина, содержание гумуса (ГОСТ 26213-91) – 3,8 %, подвижного фосфора и обменного калия (ГОСТ 54650-2011) – 16 и 120 мг/кг почвы соответственно, рН_{сол.} (ГОСТ 26483-85) – 5,3. Почву к посеву подготавливали согласно агротехнике, принятой в Приморском крае: весенняя вспашка на глубину 18–20 см, культивация, лущение и

¹Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2018 год. М.: Колос, 2018. 816 с.

предпосевная культивация участка². Посев сои сорта Асука провели 6 июня 2019 г. широкорядным двухстрочным способом (51 × 15 см) с помощью сеялки СЗ-3,6. Норма высева семян – 120 кг/га. Площадь опытных делянок – 27 м², повторность опыта – пятикратная, размещение вариантов – рендомизированное. В период вегетации культуры сделали одну междурядную культивацию за 11 дней до нанесения препаратов. Рабочие растворы наносили ручным штанговым опрыскивателем марки ОРШ-2 конструкции Всероссийского НИИ фитопатологии. Норма расхода рабочей жидкости 200 л/га [14].

Исследования выполняли в соответствии с методиками³, принятыми в растениеводстве [10]. Регулярно осуществляли наблюдения за ростом и развитием сорных растений и сои. Перед использованием препаратов оценили исходную засоренность: определили численность растений и фазу развития каждого вида сорняков. Через 32 и 61 сут после обработки провели количественно-весовые учеты: подсчитали количество сорняков по видам и определили их надземную сырую массу на четырех учетных площадках по 0,25 м² на каждой опытной делянке. Перед уборкой урожая с каждой делянки были взяты сноповые образцы сои с двух площадок по 0,5 м². Урожай сои убирали комбайном Сампо-500 со всей площади делянок с контролем возможных потерь. Об эффективности гербицидов судили по степени снижения засоренности культуры и урожая семян сои в сравнении с контрольной делянкой. Полученные данные учета урожая были статистически обработаны методом дисперсионного анализа⁴.

Вегетационный период 2019 г. характеризовался неравномерным выпадением осадков. За период с мая по октябрь включительно осадков выпало на 110,8 мм больше средней нормы. В мае, июне и августе их количество соответственно в 1,4, 2,0 и 1,4 раза было больше среднемноголетних значений. Избыточное увлажнение почвы наблюдалось во вторую и третью декады июня: количество осадков в этот период составило 147,0 мм при норме 49,9 мм. Переизбыток влаги в почве сопровождался пониженной температурой воздуха (на 3,1 °С ниже нормы). Июль характеризовался относительно равномерным выпадением осадков, количество осадков составило 121,4 мм при норме 137,2 мм.

В первой и второй декадах августа были обильные дожди, их количество превысило среднемноголетние показатели в 1,5 и 3,3 раза соответственно. В третьей декаде августа осадков выпало на 21,0 мм меньше. Дефицит осадков в сентябре составил 53,9 мм по сравнению со среднемноголетней нормой. Температурный режим в мае и сентябре превышал среднемноголетние показатели соответственно на 2,5 и 1,3 °С, в июле и августе температура воздуха была на уровне среднемноголетних показателей.

Таким образом, в вегетационный период 2019 г. наблюдалось сочетание разнообразных метеорологических условий, которые в разной степени воздействовали на рост и развитие сои. Обильные и продолжительные осадки в июне вызвали сильное переувлажнение почвы, что не могло не сказаться отрицательно на росте и развитии сои. В период от цветения до начала формирования бобов (июль–август) гидротермический режим был в целом благоприятным для культуры. В сентябре во время налива семян и начала созревания растения сои испытывали недостаток почвенной влаги.

²Система ведения агропромышленного производства Приморского края. Новосибирск, 2001. 364 с.; Чайка А.К. Адаптивные и прогрессивные технологии возделывания сои и кукурузы на Дальнем Востоке: метод. рекомендации. Владивосток: Дальнаука, 2009. 122 с.

³Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М.: Печатный город, 2009. 252 с.; Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко. СПб., 2013. 280 с.; ГОСТ Р 52325. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2005. 19 с.

⁴Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Результаты и обсуждение

Средняя засоренность посевов сои в опытах 2017 и 2018 гг. перед применением гербицидов составила 230–404 шт. сорных растений на 1 м². Преобладали двудольные однолетние растения – 51–62 % общего количества сорняков. На долю однолетних злаковых сорняков приходилось 32–33 %, двудольных многолетних видов – 3–5 % и коммелины обыкновенной – 3–11 %. Было установлено, что новый гербицид Флекс в нормах 1,25 и 1,5 л/га обладает высокой активностью в отношении всех представленных в опыте двудольных однолетних и многолетних видов сорных растений (снижение надземной массы на 76–99 %) и обеспечивает чистоту посевов на протяжении последующего периода вегетации сои. Снижение массы наиболее распространенных в Приморском крае и преобладающих в опытных посевах сои амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.) и акалифы южной (*Acalypha australis* L.) достигало 83–100 %. Сильное токсическое действие новый гербицид оказал также на виды сорняков, которые в момент обработки находились на ранних стадиях развития: коммелину обыкновенную (*Commelina communis* L.), марь белую (*Chenopodium album* L.) и многолетние сорные виды – осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bieb.), полынь обыкновенную (*Artemisia vulgaris* L.), щавельник курчавый (*Rumex crispus* L.). Обработка препаратом Флекс с последующим применением граминицида Фюзилад Форте обеспечивала практически полное очищение посевов сои от широколистных и злаковых сорняков и способствовала сохранению урожайности в размере от 0,72 до 1,44 т/га в сравнении с контролем (0,33 т/га) [12].

В опыте 2019 г. средняя засоренность посевов сои перед применением гербицидов составила 242 шт. сорных растений на 1 м², из которых 54 % сорняков приходилось на долю однолетних злаковых, 31 % – двудольных однолетних, 11 % – двудольных многолетних видов и 4 % – коммелины обыкновенной. В посевах преобладали типичные для юга Дальнего Востока виды сорных растений: ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.) – в среднем 124 шт./м², амброзия полыннолистная – 54 шт./м², щавельник курчавый – 25 шт./м², акалифа южная – 12 шт./м², коммелина обыкновенная – 10 шт./м², шерстняк мохнатый (*Eriochloa villosa* (Thunb. ex Murray) Kunth) – 5 шт./м², марь белая – 4 шт./м², жерушник болотный (*Rorippa palustris* (L.) Bess.) – 4 шт./м². Реже и неравномерно (1 шт./м² и менее) встречались эльсгольция ложногребенчатая (*Elsholtzia pseudocristata* Levl. et Vaniot), канатник Теофраста (*Abutilontheophrasti* Medic.), горец Бунге (*Persicaria bungeana* (Turcz.) Nakai ex Mori), горец почечуйный (*Persicaria maculosa* S.F. Gray), виды щетинника (*Setaria* Beauv. spp.), бодяк щетинистый, осот полевой, полынь обыкновенная, мята полевая (*Mentha arvensis* L.), портулак огородный (*Portulac aoleracea* L.).

При визуальных наблюдениях, проведенных через 3 сут после применения опытного препарата перед нанесением граминицидов, были зафиксированы значительные признаки повреждения сорняков. Достигнута полная гибель всходов и имеющих 1–4 настоящих листьев растений акалифы южной, амброзии полыннолистной, мари белой, эльсгольции ложногребенчатой, жерушника болотного, коммелины обыкновенной, канатника Теофраста, горца почечуйного, щавельника курчавого, а также бодяка щетинистого и осота полевого, попавших под обработку в фазе розетки. У переросших растений бодяка щетинистого, находившихся при обработке в фазе стеблевания, произошло скручивание и засыхание листьев, деформация точки роста. У осота полевого в той же фазе развития применение гербицида вызвало засыхание краев листьев, изменение их пигментации: листовые пластинки приобрели розовую окраску. На более развитых растениях амброзии полыннолистной, акалифы южной, мари белой, жерушника болотного, коммелины обыкновенной проявились хорошо заметные признаки токсического действия препарата – засыхание листьев и боковых побегов, наличие на сохранившихся листьях некрозов в виде бурых и светлых пятен, гибель точек роста. У переросших растений полыни обыкновенной выявлены деформация и пожелтение листьев в верхней точке роста, засыхание отдельных листьев на стеблях. Отмечены гибель единичных растений хвоща полевого, почернение и засыхание

боковых ветвей сохранившихся растений. На злаковых сорняках (ежовник обыкновенный, щетинники сизый и зеленый, шерстняк мохнатый) наблюдались слабовыраженные симптомы контактного действия Флекса: хлороз и (или) засыхание дистальных краев листовых пластинок, появление на них ожогов – бурых и серых пятен.

Через 3 сут после опрыскивания опытным препаратом были отмечены видимые признаки его токсического действия на культурные растения. В вариантах с применением гербицида Флекс + Тренд 90 повреждений верхней точки роста сои не наблюдалось, но на листьях отдельных растений появились ожоги в виде мелких бурых и желтых пятен, локальные повреждения (засыхание) дистальных краев листовых пластинок второго тройчатого листа, отмечалась слабая деформация разворачивающегося третьего тройчатого листа. В дальнейшем новые, сформировавшиеся после обработки листья не имели каких-либо признаков повреждения, и опытные растения сои визуально перестали отличаться от контрольных.

Характерные признаки действия граминицидов на злаковые сорняки (изменение окраски листьев, потеря ими тургора, постепенное увядание либо засыхание надземных органов растений) стали заметны через 8–10 сут после обработки препаратом Фюзилад Форте и Центурион + Амиго Стар. В обоих вариантах не было каких-либо видимых проявлений фитотоксичности граминицидов в отношении сои. Они не способствовали и усилению локальных повреждений культурных растений, отмеченных в результате применения гербицида Флекс.

При проведении учета через 32 сут после нанесения Флекса общее количество сорных растений в контроле (без обработки) в среднем составило 318,0 шт./м², их надземная биологическая масса развилась до 2335,6 г/м², в том числе масса однолетних злаковых сорняков – 1242,6, однолетних двудольных – 831,2, многолетних двудольных – 77,3 и

Таблица 1

Эффективность гербицидов при послевсходовом применении в посевах сои, 2019 г.

Вариант опыта	Гибель всех сорняков, %		Снижение засоренности, % к контролю							
			Двудольные				Однодольные			
			Однолетние		Многолетние		Однолетние (злаковые)		Коммелина обыкновенная	
	Кол-во	Масса	Кол-во	Масса	Кол-во	Масса	Кол-во	Масса	Кол-во	Масса
Учет через 32 сут после первой обработки										
Контроль (без обработки)*	318,0	2335,6	102,0	831,2	24,0	77,3	183,0	1242,6	9,0	184,5
Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га; через 3 сут – Фюзилад Форте 1,5 л/га	88	91	94	99	44	55	94	98	32	39
Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га; через 3 сут – Центурион 0,3 л/га + Амиго Стар 0,6 л/га	90	87	93	98	72	88	91	97	39	31
Учет через 61 сут после первой обработки										
Контроль (без обработки)*	286,3	2154,9	85,8	493,6	28,5	15,9	157,0	1449,6	15,0	195,8
Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га; через 3 сут – Фюзилад Форте 1,5 л/га	88	91	99	99	67	5	97	99	33	22
Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га; через 3 сут – Центурион 0,3 л/га + Амиго Стар 0,6 л/га	85	91	86	99	71	4	93	99	33	25

*В контроле количество сорняков – в шт./м², сырая масса сорняков – в г/м².

Влияние гербицидов на преобладающие виды сорных растений, 2019 г.

Вариант опыта	Снижение засоренности, % к контролю													
	Амброзия попыннолистная		Акалифа южная		Ежовник обыкновенный		Щетинник, виды		Шерстяк мохнатый		Жерушник болотный		Марь белая	
	Кол-во	Масса	Кол-во	Масса	Кол-во	Масса	Кол-во	Масса	Кол-во	Масса	Кол-во	Масса	Кол-во	Масса
Учет через 32 сут после первой обработки														
Контроль (без обработки)*														
Флексе 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га; через 3 сут –														
Фюзилад Форте 1,5 л/га														
Флексе 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га; через 3 сут –														
Центурион 0,3 л/га + Амико Стар 0,6 л/га														
Учет через 61 сут после первой обработки														
Контроль (без обработки)*														
Флексе 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га; через 3 сут –														
Фюзилад Форте 1,5 л/га														
Флексе 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га; через 3 сут –														
Центурион 0,3 л/га + Амико Стар 0,6 л/га														

* В контроле количество сорняков – в шт./м², сырая масса сорняков – в г/м².

коммелины обыкновенной – 184,5 г/м² (табл. 1). К этому сроку обе комбинации Флекса с граминцидами были в равной мере высокоэффективны, подавляя общую массу сорняков на 87–91 % по сравнению с контролем. Биомасса однолетних злаковых видов на опытных делянках была ниже контрольного значения на 97–98 %, однолетних двудольных – на 98–99 %, многолетних двудольных – на 55–88 % и коммелины обыкновенной – на 31–39 %.

В контроле в этот период учета среди широколистных однолетних видов количественно (78 % общего количества двудольных однолетников) и по массе (99 %) преобладала амброзия полыннолистная. Флекс в смеси с Тренд 90 проявил высокую эффективность в отношении амброзии полыннолистной, сократив количество растений и подавив их массу на 99 % (табл. 2). Отмечена исключительно высокая токсичность Флекса для жерушника болотного: все растения этого вида погибли. Также достаточно эффективно были подавлены марь белая (угнетение массы на 76–85 %) и акалифа южная (снижение по массе на 74–83 %).

К первому учету применение граминцидов Фюзилад Форте и Центурион + Амико Стар через 3 сут после обработки Флексом обеспечило практически полное уничтожение злаковых сорных растений. В это время в контроле 85 % общего количества и 91 % массы однолетних злаковых сорняков приходилось на ежовник обыкновенный. Отмечено отличное гербицидное действие обоих препаратов на ежовник обыкновенный и щетинники:

снижение массы этих сорняков составило 97–100 %. Но Центурион в сравнении с Фюзиладом Форте оказался более эффективным в контроле шерстяка мохнатого – наиболее устойчивого к гербицидам вида мятликовых (надземная биомасса растений снизилась на 97 и 84 % соответственно).

Многолетние двудольные виды сорняков в опыте в основном были представлены трудноискореняемым щавельником курчавым и в небольшом количестве – бодяком щетинистым, осотом полевым, полынью обыкновенной и мятой полевой. Токсическое действие препаратов на многолетние виды проявилось главным образом в торможении роста надземной массы, которая в опытных вариантах при учете через 32 сут была на 55–88 % ниже, чем в контроле.

Максимальную устойчивость к Флексу продемонстрировала коммелина обыкновенная, снижение массы которой в опытных вариантах не превышало 39 %.

Спустя 61 сут после обработки общая эффективность комбинаций гербицида Флекс + Тренд 90 с граминицидами Фюзилад Форте и Центурион + Амиго Стар сохранилась на уровне, зафиксированном при проведении первого учета. К этому времени препараты продолжали в целом хорошо контролировать однолетние двудольные и злаковые сорняки, особенно на фоне интенсивного развития биомассы ежовника обыкновенного и акалифы южной в контроле. Однако произошло заметное ослабление гербицидного действия на марь белую, акалифу южную, а также на многолетние двудольные сорняки, главным образом за счет интенсивного развития на опытных делянках щавельника курчавого.

Эффективное подавление в опытных вариантах преобладающих в посеве однолетних двудольных и злаковых сорняков до конца вегетации сои, отсутствие значительного и продолжительного токсического действия гербицидов на культурные растения способствовали повышению урожайности сои на 0,41–0,44 т/га, т.е. до 1,28–1,31 т/га при урожайности в контроле 0,87 т/га. Экономическая эффективность применения гербицидов составила 3,64–3,96 тыс. руб./га.

Результаты анализа сноповых образцов показали, что опытные растения по высоте существенно не отличались от контрольных. Урожайность сои на защищенных гербицидами делянках в результате сохранения густоты стояния растений сои в сравнении с контролем выросла в 1,47–1,5 раза. Угнетающее действие сорняков сказывалось на массе семян и выходе бобов с одного растения. Масса 1000 семян увеличилась на 7–8 г, количество бобов – на 2–3 шт. и семян на 4–6 шт. в расчете на одно растение. Масса семян сои, собранных с учетных площадок, в 2,60–2,65 раза превысила контрольную цифру (табл. 3).

Таблица 3

Структура урожая и посевные качества семян сои, 2019 г.

Вариант опыта	Число растений, шт./м ²	Высота растений, см	Масса семян сои, г/м ²	Число на 1 растение, шт.		Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Урожайность, т/га
				бобов	семян				
Контроль (без обработки)	44	52	79,7	6	14	152	97	98	0,87
Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га; через 3 сут – Фюзилад Форте 1,5 л/га	72	51	207,8	8	18	160	97	99	1,28
Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га; через 3 сут – Центурион 0,3 л/га + Амиго Стар 0,6 л/га	64	51	211,6	9	20	159	97	98	1,31
НСР ₀₅	14	5	19,9	1	2	3	2	2	0,16

Энергия прорастания и всхожесть семян сои, собранных с делянок, обработанных гербицидом Флекс + Тренд 90 с последующим наложением граминицидов Фюзилад Форте и Центурион + Амиго Стар, были на уровне контрольных значений.

Заключение

Применение гербицида Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га с последующим наложением как Фюзилада Форте 1,5 л/га, так и более потенциально опасного для культуры Центуриона 0,3 л/га с Амиго Стар 0,6 л/га при достижении соей фазы двух тройчатых листьев обеспечило надежное подавление (снижение массы на 97–99 %) комплекса однолетних широколистных и злаковых сорняков в течение всей вегетации сои. Опытный препарат был эффективен также в отношении многолетних двудольных растений, обработанных на ранних стадиях развития. В дальнейшем наблюдалось снижение влияния Флекса на эту группу сорняков. Доминирующая в ценозе двудольных сорняков амброзия полыннолистная проявила высокую чувствительность (снижение массы на 99–100 %) к новому гербициду. Хорошее токсическое действие препарат оказал на жерушник болотный, марь белую и акалифу южную. Последующее применение граминицидов Фюзилад Форте 1,5 л/га и Центурион 0,3 л/га с Амиго Стар 0,6 л/га способствовало практически полному уничтожению злаковых однолетних видов (ежовника обыкновенного, щетинников и шерстяка мохнатого) до конца вегетации культуры. Эффективный общий контроль сорных растений гербицидными препаратами и их относительная безопасность для культуры позволили получить 1,28–1,31 т семян сои в расчете на 1 га при урожайности в контроле (без обработки) 0,87 т/га.

Таким образом, последовательное применение гербицида Флекс с граминицидами в посевах сои в условиях высокой засоренности преимущественно однолетними двудольными и злаковыми сорняками является высокоэффективным, относительно безопасным для культуры приемом химической защиты и может широко использоваться в промышленном соеводстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асеева Т.А., Шукюров С.А., Паланица С.Р. Отzivчивость различных сортов сои на применение средств химизации в условиях среднего Приамурья // *Современные технологии производства и переработки сельскохозяйственных культур*. Благовещенск: ВНИИ сои, 2017. С. 25–41.
2. Васин В.Г. Технологическая оценка зерна и экономическая эффективность применения гербицидов на посевах пшеницы и ячменя // *Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та*. 2012. № 35-1. С. 53–56.
3. Веневцев В.З., Гуреева Е.В., Хромой В.К., Сихарулидзе Г.Д. Эффективность гербицидов в посевах сои в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // *Вестн. РАСХН*. 2015. № 4. С. 56–57.
4. Душко О.С., Бай Сюамэй. Влияние гербицидов на качественные характеристики семян сои и ее продуктивность в условиях Приамурья // *Вклад молодых ученых в решение задач агропромышленного комплекса Азиатско-Тихоокеанского региона*. Благовещенск: ВНИИ сои, 2016. С. 10–14.
5. Ким Л.В., Вдовенко А.В., Назарова А.А., Емельянова Е.В. Проблемы и перспективы отрасли растениеводства в Дальневосточном федеральном округе // *Дальневост. аграр. вестн.* 2019. № 3 (51). С. 19–26.
6. Кочурко В.И., Абарова Е.Э. Влияние гербицидов на урожайность сои в условиях южной части республики Беларусь // *Изв. Тимирязев. с.-х. акад.* 2019. № 1. С. 133–138.
7. Куликова Н.А., Лебедева Г.Ф. Гербициды и экологические аспекты применения. М.: Либроком, 2010. 152 с.
8. Лукомец В.М. Соя в России – действительность и возможность. Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. 102 с.
9. Лысенко Н.Н., Кузмичева Ю.В. Защита сои в Орловской области // *Защита и карантин растений*. 2017. № 7. С. 23–26.
10. Майсурия Н.А. Растениеводство. М.: Сельхозгиз, 1960. 384 с.
11. Мороховец Т.В., Мороховец В.Н., Вострикова С.С., Басай З.В., Штерболова Т.В. Оценка обилия сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур Приморского края // *Усп. соврем. науки*. 2017. № 11. С. 233–244.
12. Мороховец В.Н., Мороховец Т.В., Штерболова Т.В., Басай З.В., Баймуханова А.А. Результаты испытаний нового гербицида Флекс в посевах сои в Приморском крае // *Сиб. вестн. с.-х. науки*. 2019. Т. 49, № 2. С. 16–26. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-2-2.
13. Нагорный В.Д., Ляшко М.У. Соя: биология и агротехника. М.: Библио-Глобус, 2018. 418 с.

14. Никитин Н.В., Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Научно-практические аспекты технологии применения современных гербицидов в растениеводстве. М.: Печатный город, 2010. 200 с.
15. Петибская В.С. Соя: химический состав и использование. Майкоп: Полиграф-Юг, 2012. 432 с.
16. Синеговская В.Т. Посевы сои в Приамурье как фотосинтезирующие системы. Благовещенск: Зея, 2005. 120 с.
17. Соя. Интенсивная технология / В.А. Дегтяренко, А.Д. Сорокин, В.Ф. Баранов и др. М.: Агропромиздат, 1988. 48 с.
18. Технология возделывания сои / сост. А.К. Чайка, В.А. Тильба, В.Т. Синеговская и др. М.: Росагрохим, 2010. 46 с.
19. Устюжанин А.П. Стратегия развития соевого комплекса России // Земледелие. 2010. № 3. С. 4.
20. Шевченко П.Д., Зинченко В.Е. Растениеводство. Новочеркасск: Лик, 2012. 520 с.

М.Б. КОЧНЕВА

Продуктивный потенциал и питательная ценность сортов клевера лугового в условиях Камчатского края

Приводятся результаты комплексной оценки 13 сортов клевера лугового по урожайности зеленой массы, сухого вещества, содержания протеина, энергетической ценности корма в Камчатском научно-исследовательском институте сельского хозяйства за 2014–2018 гг. Объект исследований – раннеспелые и позднеспелые сорта клевера лугового: Кудесник, Мартум, Кировский 159, Витязь, Орфей, СибНИИК 10, Атлант, Огонек, Смоленский 29, Делец, Гефест, Светлячок, Командор. В среднем за пять лет пользования травостоем наибольшей урожайностью зеленой массы отличались сорта раннеспелого клевера: Мартум (61,8 т/га), Кудесник (55,5 т/га), позднеспелого: Делец (62,3 т/га), Светлячок (60,4 т/га), Витязь (57,8 т/га), Орфей (57,0 т/га). По сбору сухого вещества выделены раннеспелые сорта: Мартум (11,1 т/га), Командор (10,4 т/га), позднеспелые: Светлячок (12,9 т/га), Гефест (11,1 т/га), Витязь (10,7 т/га), Кировский 159 (10,4 т/га). Энергетическая оценка показала, что все изучаемые сорта имели высокий выход обменной энергии – 10,28–10,71 МДж, максимальный (11,04 МДж) – у сорта Смоленский 29. Показатели содержания сырого протеина у позднеспелых клеверов (18,6–24,5 %) превышали значения раннеспелых сортов (14,2–16,5 %). В 1 кг сухой массы раннеспелых двуукосных сортов содержалось 0,71–0,82 кормовых единиц, у позднеспелых одноукосных 0,68–0,77 кормовых единиц. Наибольшим содержанием переваримого протеина в 1 кг сухого вещества отличались сорта позднеспелого клевера Светлячок (243 к.ед.), Гефест (235 к.ед.), Кировский 159 (212 к.ед.), Делец (206 к.ед.), из раннеспелых двуукосных – сорта СибНИИК 10 (158 к.ед.), Командор (149 к.ед.), Мартум (147 к.ед.). По результатам комплексной оценки выделены перспективные раннеспелые двуукосные сорта – Мартум, Командор, СибНИИК 10 и позднеспелые одноукосные сорта – Светлячок, Гефест, Делец, Кировский 159, Витязь.

Ключевые слова: клевер луговой, сорта, продуктивность, сырой протеин, качество корма, обменная энергия.

Productive potential and nutritional value of meadow clover varieties in the Kamchatka Territory. M.B. KOCHNEVA (Kamchatka Agricultural Research Institute, Kamchatka territory, Yelizovsky District, Sosnovka village).

The results of a comprehensive assessment of 13 varieties of meadow clover on the yield of green mass, dry matter, protein content, and energy value of feed in the Kamchatka Research Institute of Agriculture for 2014–2018 are presented. The object of research is early and late maturing varieties of meadow clover: Kudesnik, Martum, Kirovsky 159, Vityaz, Orpheus, SibNIK-10, Atlant, Ogonek, Smolensky 29, Delets, Hephaestus, Svetlyachok, Komandor. On average, for the five years of using the grass stand, the highest yield of green mass was distinguished by varieties of early-maturing clover: Martum (61.8 t/ha), Kudesnik (55.5 t/ha), late-maturing: Delets (62.3 t/ha), Svetlyachok (60.4 t/ha), Vityaz (57.8 t/ha), Orpheus 57.0 t/ha). Early-maturing varieties were selected for collecting dry matter: Martum (11.1 t/ha), Komandor (10.4 t/ha), late-maturing varieties: Svetlyachok (12.9 t/ha), Hephaestus (11.1 t/ha), Vityaz (10.7 t/ha), Kirovsky 159 (10.4 t/ha). The energy assessment showed that all the studied varieties had a high yield of exchange energy of 10.28–10.71 mJ, the maximum – for the Smolensky 29 variety (11.04 mJ). Indicators of crude protein content in late-maturing clovers (18.6–24.5 %) exceeded the values of early-maturing varieties (14.2–16.5 %). In 1 kilogram of dry weight of early-maturing two-cornered varieties, 0.71–0.82 forage units were contained, in late-maturing single-cornered varieties, 0.68–0.77 forage units. The highest content of digestible protein in 1 kg of dry matter differed varieties of late-maturing clover: Svetlyachok (243 k. units), Hephaestus (235 k. units), Kirovsky 159 (212 k. units), Delets (206 k. units), from early-maturing two-cornered varieties: SibNIK-10 (158 k. units), Komandor

КОЧНЕВА Марина Борисовна – старший научный сотрудник (Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Камчатский край, Елизовский район, пос. Сосновка). E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

(149 k. units), Martum (147 k. units). According to the results of a comprehensive assessment, promising early-maturing two-cornered varieties were identified: Martum, Komandor, SibNIIK-10 and late-maturing single-cornered varieties: Svetlyachok, Hephaestus, Delets, Kirovsky 159, Vityaz.

Key words: meadow clover, varieties, productivity, crude protein, feed quality, exchange energy.

Многолетние травы представляют собой универсальный источник сырья для производства всех видов грубых и сочных кормов, а также важный элемент системы воспроизводства почвенного плодородия [1]. Внедрение в сельскохозяйственное производство новых высокоурожайных сортов многолетних трав, адаптированных к местным природно-климатическим условиям, – один из наиболее эффективных способов увеличения производства высококачественных кормов [1, 9–13]. Для стабилизации кормопроизводства и биологизации земледелия следует расширять ассортимент и площади посевов многолетних бобовых трав. По сравнению с другими кормовыми культурами, они низкозатратны, наиболее полно используют биоклиматические ресурсы, положительно влияют на структуру и плодородие почвы [2–4]. Важность клевера лугового для кормопроизводства и земледелия, по сравнению с другими многолетними бобовыми травами, определяется его ценными биологическими особенностями. Эта культура обладает высокой потенциальной продуктивностью и качеством растительного сырья, особую значимость которого определяет высокое содержание протеина, богатого лизином и другими незаменимыми аминокислотами. Способность к активной симбиотической фиксации атмосферного азота (до 180–200 кг/га за вегетацию) позволяет в одновидовых и смешанных посевах с участием клевера лугового исключить применение азотных удобрений и снижает потребность в них последующих культур севооборота. По данным НИИ кормов имени В.Р. Вильямса, клевер луговой на фоне фосфорно-калийных удобрений без внесения азота в сумме за два года пользования обеспечил получение 221 ц/га сухой массы, в которой содержалось 541 кг азота, в том числе 403 кг симбиотического. Для получения такой же продуктивности злаковых трав потребуется внести 480 кг минерального азота. С учетом последнего клевера экономия минерального азота по сравнению со злаковыми травами в звене севооборота составляет 600 кг/га [7, 8].

Цель исследования – определить продуктивные сорта клевера лугового с высокими показателями питательной ценности корма и выделить пригодные для возделывания в экстремальных условиях Крайнего Севера.

Методика исследований

Исследования проводили в Камчатском НИИ сельского хозяйства с 2014 по 2018 г. В коллекционном изучении находилось 13 сортов клевера лугового отечественной селекции различных групп спелости, из которых 5 – раннеспелые двукошные, 8 – позднеспелые однокошные: Кудесник, Мартум, Кировский 159, Витязь, Орфей (НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого), Атлант, СибНИИК 10, Огонек (СибНИИ кормов), Гефест, Светлячок (НИИ Северного Зауралья), Смоленский 29, Делец (Смоленская СХОС), Командор (Приморский НИИСХ). Размещение делянок последовательное, площадь делянки 2 м². Семена высевались в первой декаде июня, беспокровно, рядовым способом при ширине междурядий 15 см. Норма посева клевера (при 100%-й всхожести) – 15 кг/га. Использование клевера в однокошном режиме. Почва опытного участка – охристая вулканическая, легкая по механическому составу. Агробиохимические показатели: рН сол. – 5,0, содержание подвижного фосфора – 5 мг/100 г, обменного калия – 13,5 мг/100 г почвы, гидролитическая кислотность – 3,8, содержание кальция – 6 мг/экв на 100 г почвы. Возделывание клевера лугового проводилось в соответствии с принятой для Камчатского края агротехникой. Предшественник – картофель. В период вегетации велись фенологические наблюдения, определялись биометрические показатели травостоя, оценивалась зимостойкость, отбирались пробы на биохимический анализ в период уборки урожая зеленой

массы, определялось содержание сырого протеина, урожай зеленой массы учитывался в фазу массового цветения клевера путем скашивания и взвешивания массы со всей делянки. Учеты и наблюдения осуществляли согласно общепринятой методике [6].

Погодные условия в 2014–2018 гг. различались по тепло- и влагообеспеченности. Достаточно благоприятными для роста и развития клевера были 2014, 2016, 2017 гг., когда температурные показатели превышали многолетнюю норму соответственно на 328, 243 и 49 °С, за исключением 2015 и 2018 гг., когда сумма активных температур выше 10 °С была на уровне или ниже нормы (1092, 1094 и 1002 °С соответственно). Атмосферные осадки в годы исследований распределялись неравномерно. В 2014 г. их количество (%) превысило многолетнюю норму на 76,5, в 2015 г. – на 136,1, в 2016 г. – на 133,2, в 2017 г. – на 118, в 2018 г. – на 121,8. Погодные условия вегетационного периода 2018 г. были самыми неблагоприятными для роста и развития клевера лугового.

Результаты исследований

Данные фенологических наблюдений в среднем за пять лет показали, что период вегетации от весеннего отрастания до массового цветения у раннеспелых клеверов соответствовал 68–77 дням, позднеспелых – 72–82 дням. Раньше всех из раннеспелых двуукосных клеверов (на 68–73-й день) зацвели сорта Кудесник, Мартум, Командор; более поздно (на 75–77-й день) – сорта СибНИИК 10 и Смоленский 29. Из позднеспелых одноукосных клеверов ранний срок цветения (на 72–74-й день) наблюдался у сортов Орфей и Огонек.

Исследованиями выявлено, что в течение четырех лет пользования травостоем урожайность у сортов клевера была стабильно высокой, за исключением 2018 г. (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность зеленой массы сортов клевера лугового, т/га

Сорта	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
Раннеспелые двуукосные						
Командор	53,0	64,0	42,0	75,0	25,0	51,8
Кудесник	55,0	72,5	65,0	50,0	35,0	55,5
Мартум	70,0	79,0	55,0	60,0	45,0	61,8
СибНИИК 10	61,0	64,0	40,5	42,5	25,0	46,6
Смоленский 29	69,0	64,0	56,0	42,5	35,0	53,3
Позднеспелые одноукосные						
Атлант	48,0	66,5	52,0	52,5	30,0	49,8
Витязь	52,0	66,5	70,6	60,0	40,0	57,8
Гефест	55,0	66,5	50,0	45,0	28,0	48,9
Делец	61,0	69,0	73,0	61,5	47,0	62,3
Кировский 159	57,0	66,5	46,0	50,0	35,0	50,9
Орфей	65,0	74,0	56,0	55,0	35,0	57,0
Огонек	70,0	66,5	52,0	45,0	35,0	53,7
Светлячок	72,0	79,0	41,0	75,0	35,0	60,4

Максимальную урожайность зеленой массы в среднем за пять лет сформировали раннеспелые двуукосные сорта Мартум (61,8 т/га), Кудесник (55,5 т/га), Смоленский 29 (53,3 т/га). Из позднеспелых одноукосных сортов наибольшая урожайность отмечалась у сортов Делец (62,3 т/га), Светлячок (60,4 т/га), Витязь (57,8 т/га), Орфей (57,0 т/га). Самые низкопродуктивные сорта за все годы исследований – из раннеспелых двуукосных клеверов СибНИИК 10 (46,6 т/га), из одноукосных позднеспелых – Атлант (49,8 т/га) и Гефест (48,9 т/га).

Сбор сухого вещества у раннеспелых сортов клевера был в пределах 9,0–10,4 т/га, у позднеспелых – 8,9–12,9 т/га. Наиболее высокие и устойчивые по годам исследований

сборы сухого вещества обеспечили сорта раннеспелого двуукосного клевера Командор (10,4 т/га) и Мартум (11,1 т/га), из позднеспелых одноукосных клеверов – Светлячок (12,9 т/га), Делец и Гефест (11,1 т/га), Витязь (10,7 т/га), Кировский 159 (10,4 т/га). Содержание сухого вещества у раннеспелых сортов клевера лугового находилось в пределах 14,9–20,4 %, у позднеспелых – 17,3–21,8 % (табл. 2).

Наиболее высокорослыми из всех изучаемых сортов были позднеспелые – Делец (103 см), Кировский 159 (103 см), Витязь (101 см), Светлячок (100 см), Гефест (98 см), из раннеспелых двуукосных клеверов – Смоленский 29 (95 см), Мартум (87 см), СибНИИК 10 (87 см), Командор (86 см), Кудесник (86 см).

Таблица 2

Продуктивность и питательная ценность сортов клевера лугового

Сорта	Урожайность сухого вещества в среднем за 5 лет, т/га	Содержание абсолютно сухого вещества, %	Содержание протеина		В 1 кг абсолютно сухого вещества	
			сырого, %	переваримого в 1 к.ед., г	кормовых единиц, г	обменной энергии, МДж
Раннеспелые двуукосные						
Командор	10,4	20,4	15,1	149	0,71	10,28
Кудесник	9,5	17,4	14,2	129	0,77	10,70
Мартум	11,1	18,0	16,0	147	0,76	10,62
СибНИИК 10	9,0	19,4	16,5	158	0,73	10,42
Смоленский 29	9,8	14,9	16,3	139	0,82	11,04
Позднеспелые одноукосные						
Атлант	8,9	17,9	21,6	199	0,76	10,63
Витязь	10,7	18,6	20,7	196	0,74	10,53
Гефест	11,1	21,8	22,8	235	0,68	10,09
Делец	11,1	17,3	22,7	206	0,77	10,71
Кировский 159	10,4	20,0	21,8	212	0,72	10,34
Орфей	9,8	17,4	18,9	172	0,77	10,70
Огонек	9,9	18,5	18,6	174	0,75	10,55
Светлячок	12,9	20,8	24,5	243	0,71	10,23

Одним из важных показателей полноценности корма является содержание в растениях сырого протеина. Качественные зеленые корма должны содержать не менее 13–16 % сырого протеина и 9–10 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества [5]. Все сорта позднеспелого клевера отличались довольно высоким содержанием сырого протеина (18,6–24,5 %). Наибольшее его содержание отмечалось у сортов Светлячок (24,5 %), Гефест (22,8 %), Делец (22,7 %). В раннеспелых сортах клевера содержалось меньше сырого протеина, чем в позднеспелых, – 14,2–16,5 % (в пределах нормы). Наименьшим содержанием сырого протеина характеризовались раннеспелый сорт Кудесник (14,2 %) и позднеспелый сорт Огонек (18,5 %). Для получения высокой продуктивности животных на 1 кормовую единицу рациона должно приходиться 105–110 г переваримого протеина [9]. У раннеспелых сортов клевера на 1 кормовую единицу приходилось по 129–158 г переваримого протеина, у позднеспелых сортов этот показатель был гораздо выше – 172–243 г.

Все изучаемые сорта клевера лугового, как ранне-, так и позднеспелые, имели высокую питательную ценность. В 1 кг сухой массы раннеспелых двуукосных клеверов содержалось кормовых единиц 0,71–0,82, у позднеспелых одноукосных – 0,68–0,77 и, соответственно, 10,28–11,04 МДж и 10,09–10,71 МДж обменной энергии. Максимальный выход обменной энергии получен у сортов клевера Смоленский 29 (11,04 МДж), Делец (10,71 МДж), Кудесник и Орфей (10,70 МДж), Атлант (10,63 МДж), Мартум (10,62 МДж).

Заключение

Результаты комплексной оценки 13 сортов клевера лугового по параметрам продуктивности, качественным показателям и энергетической оценке корма позволили выделить перспективные раннеспелые двуукосные сорта (Мартум, Командор, СибНИИК 10) и позднеспелые одноукосные сорта (Светлячок, Гефест, Делец, Кировский 159, Витязь) как пригодные для возделывания в условиях Камчатского края.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпенко Е.Г., Кадоркина В.Ф. Результаты селекции однолетних и многолетних трав в НИИ аграрных проблем Хакасии // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 4. С. 27–29.
2. Коновалова Н.Ю. Эффективные технологические приемы формирования семенных посевов многолетних бобовых трав в условиях Европейского Севера РФ // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 1. С. 36–38.
3. Косолапов В.М., Пилипко С.В., Костенко С.И. Новые сорта кормовых культур – залог успешного развития кормопроизводства // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 4. С. 35–37.
4. Кочнева М.Б., Дахно О.А. Адаптивный потенциал интродуцированных сортов клевера лугового в Камчатском крае // Дальневост. аграр. вестн. 2019. № 3(51). С. 45–50.
5. Макаров В.И., Маркина А.Г. Питательная ценность бобово-злакового травостоя // Кормопроизводство. 2006. № 11. С. 16–18.
6. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами Москва: ВНИИК им. Вильямса, 1997. 156 с.
7. Новоселов Ю.К., Шпаков А.С., Новоселов М.Ю., Рудоман В.В. Роль бобовых культур в совершенствовании полевого травосеяния России // Кормопроизводство. 2010. № 7. С. 15–19.
8. Новоселов М.Ю., Дробышева Л.В., Матвеева О.С., Зятчина Г.П., Старшинова О.А., Однородова А.А., Засименко Е.М. Современные подходы в селекции клевера лугового для кормопроизводства России // Земледелие. 2014. № 2. С. 43–46.
9. Рекашус Э.С. Продуктивность и устойчивость к болезням различных сортов клевера лугового первого года жизни // Научное обеспечение аграрного производства в современных условиях: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 35-летию ФГОУ ВПО «Смоленская ГСХА». Смоленск: ФГОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2010. С. 264–266.
10. Стружжина Т.М. Многолетние кормовые травы на Камчатке. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015. 182 с.
11. Теличко О.Н., Емельянов А.Н. Возделывание однолетних трав на зеленый корм в Приморском крае: сб. науч. трудов. Владивосток: Дальнаука, 2010. 157 с.
12. Чувилина В.А. Результаты оценки селекционных номеров клевера лугового в контрольном питомнике: сб. науч. статей по материалам Региональной науч.-практ. конф. Южно-Сахалинск, 2018. С. 107–115.
13. Шамсутдинов З.Ш., Писковацкий Ю.М., Новоселов М.Ю. и др. Достижения, приоритетные направления и задачи селекции и семеноводства кормовых культур // Кормопроизводство. 2016. № 8. С. 27–34.

В.Ю. КОРДАБОВСКИЙ

Сорт картофеля нового поколения Зоя

Современные конкурентоспособные сорта картофеля должны иметь лучшее сочетание биоморфологических и хозяйственно ценных признаков, быть максимально адаптированными к эколого-географическому пространству, для которого они создаются. Основная цель нашей селекционной работы заключается в получении экологически пластичных, приспособленных к специфическим условиям Магаданской области новых генотипов картофеля с унаследованными и закрепленными гибридным потомством ценными хозяйственными признаками: скороспелостью, высокой урожайностью и потребительскими качествами получаемой продукции, устойчивостью к фитофторозу. Правильный выбор генетических источников для селекции с учетом характера наследования в условиях севера Дальнего Востока позволяет получать генотипы с уникальным набором генов, формирующих признаки, необходимые для создания сорта. Один из таких сортов нового поколения – среднеранний сорт Зоя, созданный на базе ФГБНУ Магаданский НИИСХ совместно с ФГБНУ ВНИИКС им. А.Г. Лорха.

Ключевые слова: картофель, селекция, ценные признаки, генотипы, сорт.

The new generation potato variety Zoya. V.Y. KORDABOVSKY (Magadan Research Agricultural Institute, Magadan).

Modern competitive potato varieties should include the best combination of biomorphological and economically valuable characteristics, and be maximally adapted to the ecological and geographical space for which they are created. The main goal of our selection work is to obtain environmentally plastic, adapted to the specific conditions of the Magadan Region, new genotypes of potatoes with inherited and fixed hybrid offspring valuable economic characteristics: ripeness, high yield and consumer qualities of the resulting products, resistance to late blight. The correct choice of genetic sources for selection, taking into account the nature of inheritance in the North of the Far East, allows you to get genotypes with a unique set of genes that form the characteristics necessary for creating a variety. One such varieties of new generation - mid-season variety Zoya, created on the basis of Magadan Research Agricultural Institute with FSBIS A.G. Lorch Potato Research Institute.

Key words: potato, selection, valuable traits, genotypes, variety.

Поиск, мобилизация и правильный подбор компонентов скрещивания с высоким генетическим потенциалом позитивных биоморфологических и хозяйственно ценных признаков, успешно наследуемых клубневым потомством, позволяет создать современный конкурентоспособный сорт картофеля, отвечающий требованиям потребительского рынка.

На наш взгляд, проводимая в конкретном регионе селекционная работа должна отличаться специфическим зональным характером и экологической целесообразностью. Эколого-генетический подход в селекции картофеля позволяет получить генотипы, устойчивые к стрессовым факторам территории возделывания культуры, более полно изучить и понять закономерности наследования выделенными генотипами ценных признаков в последующих клубневых поколениях [3].

Сорта картофеля нового поколения сочетают в себе более 50 признаков, определяющих скороспелость и продуктивность культуры, структуру и качество клубней, резистентность к распространенным заболеваниям и множество других показателей [1, 8, 9].

В работах ряда авторов подчеркивается, что сорта, созданные в определенных экологических условиях, эффективнее наследуют ценные признаки и устойчивость к средовым флуктуациям [2, 4–7].

В Магаданском научно-исследовательском институте сельского хозяйства селекция картофеля с учетом взаимодействия генотипа и среды произрастания растения ведется по трем основным направлениям: раннеспелость, высокая продуктивность и устойчивость к фитофторозу. По мере продвижения селекционного процесса дается оценка стабильности и адаптивности изучаемых генотипов к региональным агроклиматическим условиям. Отбор потомства новых генотипов картофеля по совокупности наследования хозяйственно ценных признаков и экологической пластичности позволяет выделить ряд перспективных гибридных популяций для конкурсного испытания.

Эффективность использования объектов скрещивания во многом зависит от успешного подбора исходных родительских форм. Правильный выбор генетических источников для гибридизации с учетом характера наследования позволяет отобрать потомство новых генотипов картофеля с уникальным сочетанием генов, формирующих качественный набор хозяйственно ценных и биоморфологических признаков.

Но самый надежный критерий эффективности отбора в популяции – создание сорта. В нашем случае подтверждение эффективности скрещивания родительских форм – новый сорт картофеля Зоя.

Характеристика сорта Зоя. Происхождение – Памяти Осиповой × 946-3. Группа спелости – среднеранний, столового назначения. По заключению ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» от 14 октября 2019 г. сорт Зоя явно отличается от любого другого общеизвестного сорта, соответствует требованиям однородности и стабильности (см. таблицу).

Описание селекционного достижения

№ п/п	Признак	Степень выраженности	Индекс
1	<i>Световой росток:</i> размер	Средний	5
2	форма	Сферическая	1
3	интенсивность антоциановой окраски основания	От средней до сильной	6
4	доля синевы в антоциановой окраске основания	Средняя	2
5	опушенность основания	-«-	5
6	размер верхушки относительно основания	Маленький	3
7	тип роста верхушки	Открытая	5
8	интенсивность антоциановой окраски верхушки	От слабой до средней	4
9	опушенность верхушки	Слабая	3
10	число корневых бугорков	Много	7
11	длина боковых ростков	Короткие	3
12	<i>Растение:</i> тип облиственности	Листовой	3
13	габитус	Полупрямостоячее	5
14	<i>Стебель:</i> антоциановая окраска	Слабая	3
15	<i>Лист:</i> контурный размер	Средний	5
16	открытость (силуэт)	Промежуточный	3
17	число вторичных листочков	От «среднее количество» до «много»	6
18	интенсивность зеленой окраски	Темная	7
19	антоциановая окраска средней жилки верхней стороны	Слабая	3
20	<i>Вторая пара боковых листочков:</i> размер:	Маленькие	3

№ п/п	Признак	Степень выраженности	Индекс
21	ширина по отношению к длине	Средней ширины	5
22	<i>Верхушечный и боковой листочек:</i> частота срастаемости	Низкая	3
23	волнистость края	Средняя	5
24	глубина жилок	Мелкие	3
25	глянцевитость верхней стороны	Средняя	5
26	наличие опушения пластинки верхушечной розетки	Имеется	9
27	<i>Цветок:</i> антоциановая окраска бутона	Средняя	5
28	<i>Растение:</i> высота	Низкое	3
29	частота (количество цветков) средняя	Мало	3
30	<i>Соцветие:</i> размер	Маленькое	3
31	антоциановая окраска цветоножки	Средняя	5
32	<i>Венчик цветка:</i> размер	Средний	5
33	интенсивность антоциановой окраски внутренней стороны	От средней до сильной	6
34	доля синевы в антоциановой окраске внутренней стороны	Средняя	2
35	размер антоциановой окраски внутренней стороны	Большой	7
36	<i>Растение:</i> время созревания	От раннего до среднего	4
37	<i>Клубень:</i> форма:	Овально-округлый	2
38	глубина глазков	Средняя	5
39	окраска кожуры	Желтая	2
40	окраска основания глазка	Желтая	2
41	окраска мякоти	Светло-желтая	3
42	антоциановая окраска кожуры в реакции на свет	Сильная	7

По результатам Государственного испытания 2018–2019 гг. на сортоучастках Хабаровского, Приморского, Красноярского краев, Читинской и Иркутской областей, Республики Бурятия сорт Зоя показал более высокую продуктивность по сравнению с сортами-стандартами и рекомендован к районированию в Дальневосточном и Восточно-Сибирском регионах.

Ценность сорта Зоя:

стабильная товарная урожайность клубней (38,0–43,0 т/га);
 высокая экологическая пластичность и адаптированность к колебаниям температурно-го режима, кратковременному переувлажнению почвы и засухе;
 высокая фитопатороустойчивость ботвы и клубней (7–9 баллов);
 устойчивость к золотистой цистообразующей и бледной нематоде;
 высокая товарность (93,0–95,0 %) и лежкоспособность (95,0–97,0 %) клубней;
 компактные гнезда (по 7–14 клубней средней массой 80–110 г);
 успешно возделывается на различных почвах Дальнего Востока и Восточной Сибири;
 длительный период покоя, пригоден для долгого хранения;
 высокое для севера Дальнего Востока содержание крахмала (13,0–15,0 %);
 вкусовые качества от хороших до отличных.

Сочетание комплекса хозяйственно ценных признаков с экологической пластичностью и стабильной продуктивностью, независимо от флуктуации погодных факторов, определяет перспективу использования нового сорта Зоя в сельскохозяйственной отрасли Дальнего Востока и Восточной Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киру С.Д., Жигадло Т.Э. Оценка исходного материала для селекции ранних сортов картофеля в северных условиях // Методы и технологии в селекции растений и растениеводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2015. С. 241–245.
2. Кожемякин В.С. Состояние отрасли картофелеводства в Южно-Уральском регионе РФ // Вопросы картофелеводства: науч. труды ВНИИКХ. М., 1998. С. 74–78.
3. Кордабовский В.Ю. Климатическое и биологическое обоснование селекции картофеля в Магаданской области // Теор. и прикл. проблемы АПК. 2017. № 4 (33). С. 32–35.
4. Охлопкова П.П. Исследования по картофелю в условиях Якутии // Сб. науч. тр. Россельхозакадемии. Дальневост. регион. центр. Камч. НИИСХ. Владивосток: Дальнаука, 2010. С. 57–60.
5. Пискун Г.И. Характер проявления свойств адаптивности и стабильности у гибридного потомства картофеля в зависимости от исходных форм // Материалы Междунар. юбилейной науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Института картофелеводства НАН Беларуси. Минск: Мерлит, 2003. Ч. 1. С. 132–137.
6. Сафонова О.В. Изучение изменчивости хозяйственно ценных признаков картофеля при сортоиспытании в различных экологических условиях Горного Алтая: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новосибирск, 2005. 195 с.
7. Симаков Е.А., Яшина И.М., Склярова Н.П. Эффективность селекционного отбора при оценке гибридных популяций картофеля в различных эколого-географических условиях // Материалы Междунар. юбилейной науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Института картофелеводства НАН Беларуси. Минск: Мерлит, 2003. Ч. 1. С. 92–100.
8. Шабанов А.Э., Анисимов Б.В., Киселев А.И. и др. Сравнительная оценка продуктивности и показателей качества сортов картофеля российской и зарубежной селекции // Картофельводство: материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Развитие новых технологий селекции и создание отечественного конкурентоспособного семенного фонда картофеля». М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2016. С. 117–125.
9. Яшина И.М. Значение сорта в современных технологиях производства картофеля // Актуальные проблемы современной индустрии производства картофеля. Чебоксары: КУП ЧР «Агро-Инновации», 2010. С. 41–45.

М.Н. ПАК, Р.В. ИВАНОВ, У.В. ХОМПОДОЕВА

Оценка жирнокислотного состава кормовых трав тебеневочных пастбищ Центральной и Северо-Восточной Якутии

Представлены результаты исследования питательных веществ и жирнокислотного состава сеяных и естественных травостоев, хвощовых и безхвощовых (разнотравных) пастбищ Якутии. Установлено, что в составе липидов овса посевного доминируют ненасыщенные жирные кислоты (56,59 %), у отавы естественного травостоя этот показатель почти 2 раза меньше (31,15 %). Хвощ пестрый также содержит значительное количество полиненасыщенных жирных кислот, особенно линолевой и арахидоновой. Хвощовое пастбище превосходит разнотравное по содержанию в растительности протеина, жира, золы и БЭВ, за исключением клетчатки. Полученные нами результаты свидетельствуют о необходимости широкого использования посевов овса и хвощовых пастбищ для наживровки табунных лошадей якутской породы.

Ключевые слова: зимне-зеленая масса овса, отава естественного травостоя, урожайность, хвощ пестрый, пастбищная растительность, жирные кислоты, линолевая, линоленовая, арахидоновая кислоты, якутская лошадь.

Evaluation of fatty acid composition of forage grasses of winter-grazing pastures in Central and Northeast Yakutia. M.N. PAK, R.V. IVANOV, U.V. HOMPODOEVA (Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov, Yakutsk).

The article presents the results of the study of nutrients and fatty acid composition of seeded and natural grasslands, horsetail and horsetail-free pastures in Yakutia. It was found that unsaturated fatty acids dominate in the composition of oat lipids, the total content of which was 56.59 %, while the natural grass stand oats have almost 2 times less (31.15 %). Variegated horsetail contains a significant amount of polyunsaturated fatty acids, especially linoleic and arachidonic. Horsetail pasture is superior to mixed grass pasture in terms of protein, fat, ash and nitrogen-free extractive fraction, except fiber. The results that we obtained indicate the need for widespread use of oat crops and horsetail pastures in breeding herd horses of the Yakut breed.

Key words: winter-green mass of oats, after-grass of natural grass, yield, variegated horsetail, pasture vegetation, fatty acids, linoleic, linoleic, arachidonic acids, Yakut horse.

Введение

Якутия – регион с весьма суровым резко континентальным климатом, здесь находится полюс холода Азии. Абсолютная минимальная температура воздуха опускается до $-69,8$ °С, а максимальная превышает $+30$ °С. Лето тут короткое (50–70 дней), осенние температурные переходы через $+5$ и 0 °С наблюдаются 7 и 22 сентября соответственно, зима длинная (7,5–8 мес.).

Суровый климат Якутии не помеха чрезвычайно быстрому развитию растительности, она исключительно приспособлена к местным природным условиям: биохимические

*ПАК Мария Николаевна – научный сотрудник, ИВАНОВ Реворий Васильевич – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией, ХОМПОДОЕВА Уйгулана Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, Якутск). *E-mail: conevods@mail.ru

процессы в растениях протекают бурно, интенсивно накапливаются ценные питательные вещества [4]. В литературе встречается много данных, свидетельствующих о богатстве питательными веществами и высокой перевариваемости животными растений Крайнего Севера. Так, известно, что кормовые растения Заполярья в некоторые периоды роста накапливают в листьях значительно большее количество сырого протеина, чем те же виды на юге. Также имеется ряд данных, показывающих более высокое накопление протеина и жира при низком содержании сырой клетчатки в растениях северной тундровой зоны, чем в растениях средней полосы России [8].

Отава и большинство осенневегетирующих травянистых растений, подвергаясь закаливанию, сохраняются до глубокой осени зелеными и в таком состоянии уходят под снег. В условиях криолитозоны в зимнее время сведены к минимуму такие неблагоприятные явления, как выпревание и выпаривание растений, что связано с отсутствием в этот период возвратных потеплений. Поэтому в Якутии широко распространены зимне-зеленые травянистые растения – зимний тебеневочный корм для многих травоядных животных [11].

В регуляции энергетики северных травоядных животных, включая якутскую лошадь, по-видимому, ключевое значение имеет биохимическая ценность их кормовой базы – осенневегетирующих и зимне-зеленых растений, уходящих под снег в зеленом состоянии (зеленый криокорм) и накапливающих к этому времени максимальное количество энергоемких и биологически активных веществ [10].

Среди таких веществ весьма важную роль в приспособлении организмов к низким температурам играют липиды. По результатам исследований К.А. Петрова известно, что в процессе адаптации к гипотермии травянистых растений в условиях осенних пониженных температур криолитозоны Якутии содержание всех классов полярных липидов, входящих в состав клеток, значительно увеличивается: так формируются ценные по биохимическому составу корма, подвергающиеся консервации естественным холодом и способствующие перезимовке северных видов животных, включая породу табунных лошадей Якутии [12]. На большое значение липидов кормовых трав для животных, в том числе сельскохозяйственных, обращает внимание А.В. Архипов, указывающий, что набором определенных кормов и кормовых добавок можно регулировать липидный и жирнокислотный состав рационов и изменять их влияние на продуктивность и обмен веществ в организме моногастричных животных [2]. Многие исследования свидетельствуют о влиянии полиеновых жирных кислот на устойчивость к холоду. В работе Р. Маали с соавторами разбирается механизм этого: А12-десатураза стимулирует биосинтез мембранных липидов и повышает уровень ненасыщенных жирных кислот, что может повышать холодостойкость [7]. В работе [14] утверждается, что рост содержания ненасыщенных жирных кислот в липидах мембран действительно приводит к увеличению устойчивости к холоду, однако это не единственный вариант ответа на понижение температуры.

Кормовые растения северо-востока Якутии представлены 70 видами, в основном многолетними травами [1]. Наибольшее значение имеют арктофила рыжеватая, вейники, осоки, пушицы, хвощи и некоторые другие.

Кормовые травы Центральной Якутии значительно более разнообразны. Широко распространены из злаков: кострец безостый, бекмания восточная, вейник Лангсдорфа, бескильница тонкоцветковая, лисохвост тростниковый, мятлик луговой, овсяница якутская, пырей ползучий и якутский, ячмень луговой; из осок: преимущественно о. Шмидта, вилюйская, водяная; из бобовых: мышинный горошек, чина болотная, клевер люпиновидный; разнотравье слагают полыни якутская и пушистая, тысячелистник обыкновенный, подмаренник настоящий [1].

Целью настоящей работы стало изучение питательной ценности и жирнокислотного состава некоторых трав тебеневочных пастбищ Центральной и Северо-Восточной Якутии.

Материал и методика исследований

Для зоотехнической оценки питательной ценности однолетних замороженных на корню трав в 2010 г. в ООО «Красная звезда» Мегино-Кагаласского улуса (Центральная Якутия) был проведен посев овса по общепринятой технологии посевов однолетних культур в специально построенном загоне площадью 1,5 га. Также был огорожен часток в 1,5 га с естественным травостоем для контроля

Урожайность тебеневочного корма определена по методике полевого опыта [3]. Потребная площадь пастбы рассчитана по общепринятому методу. Зоотехнические опыты организованы методом групп-периодов на 3 головах меринов якутской породы лошадей.

Для проведения исследований в Верхоянском улусе (Северо-Восточной Якутия) нами выбраны два участка пастбищ в окрестностях р. Туостях, где обычно пасутся табуны лошадей янского типа якутской породы. На первом пастбище преобладала хвощово-разнотравная растительность, на другом – злаково-разнотравная. Объектом исследований являлись образцы пастбищных трав, хвощ пестрый (*Equisetum variegatum* Schleich. ex Web.). Пробы трав собирали в непосредственной близости от тебенующих животных по общепринятой методике рандоминации в 4-кратной повторности.

Пробы растительного материала массой 100 г брали с участка с площадью 1 м² в зимнее время. Биохимические анализы состава растений, в том числе содержания основных питательных веществ, проведены в лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции и биохимических анализов ЯНИИСХ спектральным анализатором ближней инфракрасной спектроскопии NIR SCANNER model 4250 производства США (подробно о методах см. [9]).

Работа с жирными кислотами (ЖК) липидов кормовых трав была проведена в ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН. Липиды из образцов выделяли смесью хлороформ : метанол (2 : 1) по методу Фолча из расчета 20 частей экстрагирующей смеси на 1 часть ткани. Метод позволяет извлекать 90–95 % всех клеточных липидов. Их чистоту проверяли методом тонкослойной хроматографии [6, 13]. Состав жирных кислот липидов кормовых трав определяли на газовом хроматографе HP 6890 фирмы Hewlett Packard производства США с плазменно-ионизационным детектором и капиллярными колонками из плавленного кварца размером 30 × 0,25 мм с неподвижными фазами различной полярности Silar ЮС и SE-30, соответственно инжектор – 200 и 250 °С, детектор – 220 и 250 °С; термостат колонки – в температурной программе от 150 до 200 °С. Идентификацию ЖК проводили путем сравнения со стандартами. Содержание индивидуальных ЖК выражали в процентах от их общего количества [6, 13].

Статистическая обработка данных проведена с использованием программного пакета Excel for Windows XP 2002, они представлены как $M \pm m$, где M – среднее арифметическое, m – ошибка среднего. Степень достоверности выявленных различий определялась по t -критерию Стьюдента.

Результаты эксперимента и их обсуждение

Замороженная естественным холодом зеленая масса овса посевного (*Avena sativa* L.) при тебеневке находилась в фазе выхода в трубку, отава естественного травостоя – в фазе кущения, с малым количеством перезревших огрубевших растений, т.е. в обоих случаях растения проходили примерно один и тот же цикл вегетации. Посевы овса были светло-зеленого цвета, верхушки растений побурели, отава естественного травостоя бледно-зеленый цвет сохранила только у корня растений. Результаты проведенного нами биохимического сравнения см. в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что урожайность овса посевного во много раз превышает урожайность отавы естественного травостоя. Кроме того, в нем больше в 5 раз каротина, в 1,7 –

Таблица 1
Урожайность и химический состав посевов овса посевного в загонах для проведения опытов и отавы естественного травостоя (Центральная Якутия, февраль)

Показатели	Отава	Овес (зимне-зеленая масса)
Урожайность, ц/га	5,1 ± 0,09	161,1 ± 0,11
Сухое вещество, %	42,3 ± 0,53	63,7 ± 0,13
Содержание в абсолютно сухом веществе, %:		
протеин	9,0 ± 0,14	15,5 ± 0,77
жир	1,5 ± 0,08	2,2 ± 0,18
клетчатка	35,4 ± 0,13	35,5 ± 0,04
безазотистые экстрактивные вещества	49,1 ± 0,66	38,7 ± 0,43
зола	4,9 ± 0,34	8,1 ± 0,23
фосфор	0,20 ± 0,07	0,26 ± 0,04
кальций	2,34 ± 0,76	1,18 ± 0,35
Каротин, мг/кг	28,4 ± 0,76	133,0 ± 0,44

Таблица 2
Жирнокислотный состав (%) овса посевного и отавы естественного травостоя (Центральная Якутия, февраль)

Кислота	Отава	Овес
Насыщенные		
Миристиновая C14:0	0,3 ± 0,01	2,23 ± 1,10
Пальмитиновая C16:0	14,0 ± 0,07	6,41 ± 0,13
Стеариновая C18:0	11,7 ± 0,03	1,43 ± 0,12
Сумма НЖК	32,5 ± 0,17	28,42 ± 0,40
Мононенасыщенные		
Олеиновая C18:1n9c	11,8 ± 0,04	6,09 ± 0,37
Эруковая C22:1n9t	–	6,69 ± 0,41
Сумма МНЖК	15,5 ± 0,17	15,88 ± 0,18
Полиненасыщенные		
Линолевая C18:2 w6	11,2 ± 0,17	18,84 ± 0,32
γ-Линоленовая C18:3 w6	2,75 ± 0,03	3,68 ± 0,43
α-Линоленовая C18:3 w3	0,44 ± 0,03	0,82 ± 0,19
Сумма ПНЖК	15,65 ± 0,18	40,71 ± 0,11

Примечание. Прочерк – не идентифицировано.

В целом по содержанию основных полиненасыщенных жирных кислот отава естественного травостоя уступает овсу посевному.

Другая часть нашего исследования относится к Верхоянскому району (Северо-Восточная Якутия). Здесь мы выясняли роль в том числе хвощовых пастбищ (табл. 3) для

протеина, в 1,5 – сырого жира, в 1,65 раза золы, на 23 % фосфора. Уровень сырой клетчатки практически одинаков в обоих вариантах. Безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) на 21,2 % больше в отаве.

Как было сказано выше, адаптация растений к продолжительному низкотемпературному стрессу тесно связана с основными источниками энергии – липидами и полиеновыми жирными кислотами, главным образом обеспечивающими высокую питательную ценность замороженной естественным холодом растительности криолитозоны [5, 12]. В табл. 2 показан жирнокислотный состав овса посевного на корню и отавы естественного травостоя.

По данным табл. 2, в составе липидов изученного сеяного травостоя доминируют ненасыщенные жирные кислоты (суммарное содержание 56,59 %), у отавы этот показатель почти в 2 раза меньше (31,15 %). В обоих случаях большая доля от общего содержания жирных кислот приходилась на ненасыщенные олеиновую и линолевою. У отавы естественного травостоя олеиновой кислоты больше в 2 раза, чем у овса посевного, а линолевой, наоборот, в 1,7 раза меньше. Обращают на себя внимание малые количества γ- и α-линоленовых кислот, что можно объяснить спецификой метаболизма исследованных растений.

Таблица 3
Химический состав (%) кормовых растений Верхоянского района, окрестности р. Туостаах (ноябрь)

Группа кормовых трав	Гигровлага	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Зола	БЭВ
I (хвощовая)	9,79 ± 0,02	8,11 ± 0,17	2,72 ± 0,10*	29,45 ± 0,06	9,00 ± 0,02*	40,93 ± 0,10*
II (разнотравная)	7,44 ± 0,03	6,58 ± 0,17	0,98 ± 0,02	45,05 ± 0,08*	7,08 ± 0,10	32,87 ± 0,22

*P > 0,999.

Жирнокислотный состав хвощей пестрого (*Equisetum variegatum*) и камышового (*E. scirpoides*), % от суммы жирных кислот (Северо-Восточная Якутия, ноябрь)

Кислота	Хвощ пестрый	Хвощ камышовый
Капроновая	1,95	3,4
Каприновая	3,21	3,38
Лауриновая	1,1	1,7
Тридекановая	1,28	1,0
Миристиновая	1,71	1,3
Пальмитиновая	18,4	20,2
Пальмитолеиновая	1,07	0,9
Гептадеценная	2,6	1,9
Стеариновая	5,55	6,36
Олеиновая	14,8	11,8
Линолевая	21,2	13,37
Арахидиновая	3,1	3,8
цис-Эйкозатриеновая ω -6	2,0	–
цис-Эйкозатриеновая ω -3	–	0,78
Арахидоновая	3,25	–
цис-Докозодиеновая	1,3	1,1
Сумма НЖК	37,98	42,47
Сумма МНЖК	19,13	15,32
Сумма ПНЖК	28,45	16,00
Неидентифицированные C_6-C_{20}	14,44	26,2

Примечание. Прочерк – не идентифицировано.

зимнего нагула лошадей. Известно, что хвощ пестрый по своим кормовым качествам приближается к пшеничным отрубям, это доказано химическим анализом [4].

Стоит отметить, что растительные образцы I группы (табл. 3) по питательной ценности достоверно превосходят растительные образцы II группы, в частности по сырому жиру на 64 %, золе на 21,3 % и БЭВ на 19,7 %.

О том, сказываются ли видо-вые различия хвощей на кормовых свойствах зеленой массы, позволяют судить результаты исследования качественного и количественного состава жирных кислот (содержание которых выше 1,0 %) двух растений семейства хвощовые (табл. 4).

Таким образом, жирнокислотный состав растений обоих видов хвощей представлен биологически активными жирными кислотами, в основном линолевой, олеиновой, арахидоновой и арахидиновой. Содержание пальмитиновой и стеариновой кислот почти одинаково, но линолевой и арахидоновой кислот в хвоще пестром содержится значительно больше, что следует учитывать при наживке табунных лошадей.

Хвощовый корм в условиях тебеневки обладает способностью восстанавливать силу и упитанность истощенных лошадей за короткий промежуток времени (30–45 дней). Интересно отметить, что сало лошадей, кормившихся на хвощовом лугу, имеет желто-оранжевый оттенок. К.М. Петров объясняет это накоплением в нем вторичных каротиноидов, предположительно из зеаксантина, синтез которых обусловлен адаптацией осенневегетирующего растения к понижающимся температурам [10].

Заключение

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что в Центральной Якутии из двух исследованных пастбищ по питательной ценности кормов, в частности по содержанию сырого протеина, сырого жира, золы и каротина, зимне-зеленая масса овса превосходит отаву естественного травостоя, при этом в первом случае отмечен более высокий уровень полиненасыщенных жирных кислот. Больше по сравнению с естественным травостоем (в 2 раза) содержание ПНЖК в зимне-зеленой массе овса делает его более ценным кормом.

Из двух исследованных пастбищ северо-востока Якутии хвощовое по питательной ценности превосходит разнотравное, особенно по содержанию сырого жира, золы и БЭВ. У хвоща пестрого в составе липидов высокий уровень полиненасыщенных жирных кислот, особенно линолевой и арахидоновой, что ценно для наживки табунных лошадей.

Полученные нами результаты свидетельствуют о необходимости широкого использования овсяных посевов и хвощовых пастбищ при разведении лошадей якутской породы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов А.Ф. Воспроизводство и кормление якутских лошадей / Якут. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. Якутск: Кн. изд-во, 1977. 96 с.
2. Архипов А.В. Липиды зеленых кормов и травяной муки // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2016. № 4. С. 20–30.
3. Доспехов Б.Д. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
4. Егоров А.Д., Потапов В.Я., Романов П.А. Зонально-биохимические особенности кормовых растений Якутии и некоторые проблемы развития животноводства. Якутск: Кн. изд-во, 1962. 51 с.
5. Ильин А.Н., Иванов Р.В., Осипов В.Г. Использование в табунном коневодстве Центральной Якутии сеяных травостоев из однолетних и многолетних культур // Состояние и научные основы развития земледелия в Республике Саха (Якутия): сб. статей науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Д.П. Корнилова / отв. ред. М.П. Неустров. Якутск, 2010. С. 89–95.
6. Лисицын А.Б., Иванкин А.Н., Неклюдов А.Д. Методы практической биотехнологии. Анализ компонентов и микропримесей в мясных и других пищевых продуктах. М.: ВНИИМП, 2002. 408 с.
7. Маали Р., Шимшилашвили Х.Р., Пчёлкин В.П., Цыдендамбаев В.Д., Носов А.М., Лось Д.А., Голденкова-Павлова И.В. Сравнительное изучение экспрессии нативного гибридного гена ацил-липидной $\Delta 9$ -десатуразы в бактерии *Escherichia coli* // Генетика. 2007. Т. 43, № 2. С. 176–182.
8. Макарец Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных. Калуга: Изд-во Н.Ф. Бочкаревой, 2007. 608 с.
9. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос, 1976. 303 с.
10. Петров К.А. Криорезистентность растений: эколого-физиологические и биохимические аспекты. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. 276 с.
11. Петров К.А., Перк А.А., Чепалов В.А., Охлопкова Ж.М. Особенности жирнокислотного состава некоторых растений Якутии в период формирования криорезистентности // Вестн. СВФУ. 2011. Т. 8, № 2. С. 26–30.
12. Петров К.А., Перк А.А., Чепалов В.А., Софронова В.Е., Ильин А.Н., Иванов Р.В. Эколого-физиологические и биохимические основы формирования зеленого криокорма в Якутии // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, № 6. С. 1129–1138.
13. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / Рос. акад. мед. наук. Ин-т питания; под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. М.: Брандес : Медицина, 1998. 341 с.
14. Prasad R., Beard W.A., Wilson S.H. Studies of gapped DNA substrate binding by mammalian DNA polymerase beta. Dependence on 5'-phosphate group // J. Biol. Chem. 1994. Vol. 269. P. 18096–18101.

С.Е. НИЗКИЙ, Г.А. КОДИРОВА, Г.В. КУБАНКОВА

Особенности калибровочных уравнений для ИК-сканеров при определении аминокислотного состава белков сои

Из 20 аминокислот, входящих в состав растительных белков, 17 лучше всего определяются с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. Но эта технология затратна по времени, в том числе из-за подготовки проб, что делает ее малоприменимой при проведении массовых анализов, например при оценке селекционного материала. В этом случае наиболее приемлемы технологии, основанные на сканировании в ближнем инфракрасном диапазоне излучения. Несмотря на то что ИК-сканеры способны по одному калибровочному уравнению выявлять большое количество компонентов, необходима постоянная коррекция при определении состава аминокислот и приведении его в процентное соотношение. В статье рассматриваются варианты создания калибровочных уравнений для расчета аминокислотного состава белков сои с помощью компьютерных программ (Nir 42, ISI), обеспечивающих работу ИК-сканеров типа NIR-4250 или FOSS NIRSystem 5000. Установлено, что при создании калибровочных уравнений содержание каждой аминокислоты наиболее корректно выражать в абсолютных единицах (г на 100 г белка), а не относительных (%).

Ключевые слова: ИК-сканер, хроматография, компьютерные программы, калибровочные уравнения, аминокислоты, соя.

Features of calibration equations for IR scanners in determining the amino acid composition of soy proteins. S.E. NIZKII, G.A. KODIROVA, G.V. KUBANKOVA (All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk).

17 of the 20 amino acids, included in the composition of plant proteins, are most effectively determined using liquid chromatography. The technology of high-performance liquid chromatography is to a certain extent costly in time, among other things because of sample preparation that makes it unsuitable for mass analysis, for example, when evaluating a breeding material. In this case, the technology based on scanning in the near infrared radiation band are the most acceptable. Despite the fact that IR scanners are able to determine a sufficiently large number of components on the basis of one calibration equation, a constant correction is required when determining the composition of amino acids and reducing it to a percentage ratio. The options for creating calibration equations for determining the amino acid composition of soybean proteins for computer programs (Nir 42, ISI), which provide the operation of IR scanners, such as NIR-4250 or FOSS NIRSystem 5000 are considered in the article. It was found that when creating calibration equations, it is most correct to set for each amino acid its mass content (g per 100 g of protein), and not the relative portion (in %).

Key words: IR scanner, chromatography, computer programs, calibration equations, amino acids, soybean.

Введение

Соя – сельскохозяйственная культура, богатая белком, поэтому важным показателем качества ее семян является содержание в них аминокислот, особенно незаменимых, которые не вырабатываются в организме человека и поступают только с пищей.

*НИЗКИЙ Сергей Евгеньевич – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник, КОДИРОВА Галина Александровна – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, КУБАНКОВА Галина Викторовна – старший научный сотрудник (Всероссийский научно-исследовательский институт сои, Благовещенск).
*E mail: agrofak06@mail.ru

В селекционных питомниках ВНИИ сои (Благовещенск) испытывается более тысячи всевозможных образцов (сортов, гибридов, линий и т.д.), оценка которых осуществляется по разным признакам и показателям, в том числе по аминокислотному составу [9, 14].

Для определения содержания аминокислот в белках растительного происхождения используют разные методы, например высокоэффективную жидкостную хроматографию. Современные жидкостные хроматографы пришли на смену автоматическим анализаторам аминокислот, но это не привело к существенному ускорению анализа. Хроматографическое разделение может идти несколько часов, также трудоемка подготовка проб. Не менее длительны и другие физико-химические методы – капиллярный зонный электрофорез и тонкослойная хроматография [6, 10]. Все это ограничивает возможности проведения массовых анализов, например при исследовании коллекций сортов и гибридов в селекционном процессе. С целью экономии времени при массовых экспресс-анализах часто применяют инфракрасные (ИК) сканеры, они успешно определяют общее количество белка, жира и другие хозяйственно ценные биохимические показатели сельскохозяйственных растений [2, 11].

Целью наших исследований является оценка калибровочных уравнений для компьютерных программ, обеспечивающих работу ИК-сканеров, при определении аминокислотного состава белков в растительной продукции.

Методы исследований

В ВНИИ сои для определения аминокислотного состава белков в семенах и надземной массе сои и пшеницы первоначально использовали метод жидкостной хроматографии [9]. Пробоподготовка заключалась в полном расщеплении белков гидролизом обезжиренной муки 6 н соляной кислотой в автоклаве при 105 °С в течение 12 ч. Аминокислоты разделяли на колонке с сульфополистирольным катионитом. Далее, используя фотометрические датчики и нингидриновую реакцию, идентифицировали 17 аминокислот. Время полного разделения на хроматографе занимало более 3,5 ч [6].

В настоящее время в научной литературе описано более 200 аминокислот, найденных в природе, и только 20 из них являются протеиногенными, т.е. составными частями белков [4]. К сожалению, не все эти аминокислоты удается разделить с помощью жидкостной хроматографии. Например, триптофан разрушается при гидролизе [5], а аспарагин не образует окраски в реакции с нингидрином. Глутамин – аминокислота, входящая в двадцатку протеиногенных, – синтезируется из глутаминовой кислоты в организме [1] и обычно отдельно не анализируется. Четыре аминокислоты на колонках с сульфополистиролом, как правило, плохо разделяются и выходят попарно (метионин + цистеин и аланин + глицин) [7]. Таким образом, при хроматографическом разделении удается идентифицировать всего 15 пиков, которые соответствуют 17 аминокислотам.

Количественные расчеты ведутся путем определения площади пиков аминокислот на хроматограмме. В результате обработки хроматограммы вручную или, как правило, с помощью компьютерных программ устанавливается процентное соотношение аминокислот в белке. Содержание каждой аминокислоты выражается в ее доле (%) к суммарному количеству всех, вышедших из колонки (100 %), содержание аминокислот с совпадающими пиками учитывается в равных долях. Этого обычно достаточно, чтобы охарактеризовать белок. Хроматографическое разделение дает дополнительную возможность – установить абсолютное содержание аминокислот (г на 100 г белка), что, однако, сопряжено с проведением более длительных процедур, связанных с построением градуировочных графиков по стандартам отдельных аминокислот. Разумеется, длительность как пробоподготовки, так и самого хроматографического разделения накладывает ограничение на количество анализируемых образцов.

В настоящее время широкое распространение получили инфракрасные сканеры, которые обеспечивают высокую скорость выполнения анализа, причем при достаточно

простой пробоподготовке [3, 12]. Например, для анализа биохимического состава семян иногда не предусматривается даже размол образцов.

Суть метода ИК-сканирования заключается в измерении интенсивности диффузно отраженного света от образца на заранее выбранных длинах волн [3, 13]. Спектр отражения в ближней ИК-области размолотого зерна сои, полученный на ИК-сканере FOSS NIRSystem 5000, приведен на рисунке. Каждому пику спектра соответствует тот или иной химический компонент (жир, белок, углеводы, аминокислоты и т.д.). Компьютерные программы, обеспечивающие работу ИК-сканеров, анализируют спектры образца, сравнивая их с эталонными спектрами, созданными на основе данных, полученных химическими методами, и путем сложных математических расчетов определяют содержание того или иного компонента [17]. Эталонные спектры хранятся в базе данных компьютерных программ в виде калибровочных уравнений. Сканеры NIR 4250 (фирма Pacific Scientific, США) и FOSS NIRSystem 5000 (фирма FOSS Analytical A/S, Дания) позволяют с помощью одного калибровочного уравнения проанализировать в одной пробе более 10 веществ одновременно [15, 16], что делает возможным анализировать с их помощью аминокислотный состав белков в растительных образцах. Для создания калибровочных уравнений подбирали 30 образцов семян сои, отличающихся по содержанию белка друг от друга с коэффициентом вариации не менее 10 %. Аминокислотный состав белка в образцах был определен на жидкостном хроматографе (автоматический анализатор аминокислот фирмы LKB, Швеция) как в относительных (%), так и абсолютных (г на 100 г белка) единицах. В последнем случае использовали метод добавки: в ранее проанализированные пробы добавляли известное количество той или иной химически чистой аминокислоты, и ее содержание определяли по пропорциональности прироста площади пика на хроматограмме. Затем оценивали два вида калибровочных уравнений для ИК-сканера: уравнение 1, основанное на данных о процентном соотношении отдельных аминокислот, и уравнение 2, построенное по абсолютным количествам каждой из них.

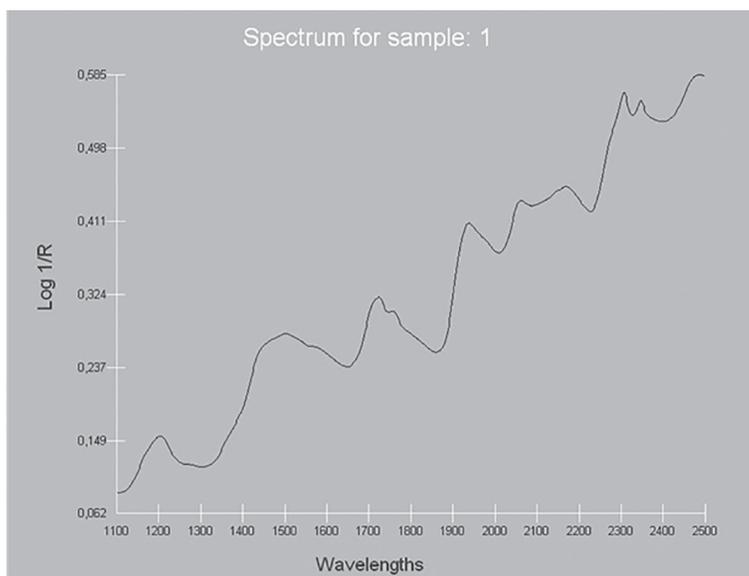
Результаты и обсуждение

Одновременный анализ 17 аминокислот по одному калибровочному уравнению на ИК-сканере создает определенные трудности при обработке результатов, особенно если необходимо корректировать данные. Поэтому для удобства калибровочные уравнения были разделены на две группы – для девяти незаменимых (аргинин, валин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин и фенилаланин) и для восьми заменимых (аланин + глицин, аспарагиновая кислота, глютаминовая кислота, цистеин, пролин, серин и тирозин) аминокислот.

Использование калибровочного уравнения, построенного по результатам хроматографического анализа, выраженным в процентном соотношении, показало несоответствие полученных данных критерию «единого целого» (см. таблицу). Другими словами, компьютерная программа выдает результат без учета того, что сумма аминокислот должна составлять 100 %. Для разных проб это может быть и меньше, и больше 100 %. Такой результат не является точным и требует определенных коррекций [8], что компьютерные программы ISI и Nir-42 в принципе предусматривают. Но возникают сомнения, содержание каких аминокислот и в какую сторону необходимо корректировать.

В таблице, где приведены данные по аминокислотному составу белков зерна сои, это несоответствие проявляется для проб 3 и 4: суммы равны 102,26 и 95,02 % соответственно, тогда как для пробы 1 сумма строго соответствует 100 %.

Расчет абсолютного содержания аминокислот по хроматограммам показывает, что в 100 г белка соевого зерна их чуть больше 90 г, что (без учета трех не анализируемых нами аминокислот, а также некоторых других компонентов) вполне справедливо [4, 10]. Соотношения количеств аминокислот, вычисленных разными методами – при расчете хроматограмм или анализе на ИК-сканере, тождественны.



Спектр отражения в ближней ИК-области размолотых семян сои (по оси абсцисс – обратная величина коэффициента отражения, по оси ординат – длина волны, нм)

Результаты определения аминокислотного состава белков семян сои на жидкостном хроматографе LKB и ИК-сканере FOSS NIRSystem 5000 по разным калибровочным уравнениям

Аминокислота		Жидкостной хроматограф		ИК-сканер		
				уравнение 1		уравнение 2
		%	г/100 г белка	%		г/100 г белка
		проба 1	проба 2	проба 3	проба 4	проба 5
Незаменимые	Аргинин	8,83	8,76	8,92	9,02	8,68
	Валин	5,61	6,14	6,31	6,28	6,12
	Гистидин	8,82	5,60	10,90	6,10	4,33
	Изолейцин	6,12	4,48	6,12	4,31	4,24
	Лейцин	7,70	8,12	8,77	8,07	7,90
	Лизин	6,32	6,13	6,62	6,51	5,97
	Метионин	0,50	0,48	0,70	1,00	0,45
	Треонин	3,81	3,28	3,64	3,86	3,27
	Фенилаланин	4,75	4,00	4,71	4,34	4,05
	Σ	52,46	46,99	56,69	49,49	45,01
Заменяемые	Аланин + глицин	4,86	4,14	4,92	4,48	4,29
	Аспарагиновая	11,21	10,54	10,71	11,19	10,68
	Глютаминовая	14,73	13,71	14,75	14,15	13,68
	Цистеин	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	Пролин	6,40	5,64	5,82	5,96	5,74
	Серин	5,74	5,17	5,24	5,43	5,11
	Тирозин	4,10	3,68	3,63	3,82	3,42
	Σ	47,54	43,38	45,57	45,53	43,42
Все аминокислоты		100,00	90,37	102,26	95,02	88,43

Аналогичные и в целом корректные данные получены и при использовании калибровочного уравнения 2 на ИК-сканере. Так, в пробе 5 установлено, что в 100 г белка зерна сои содержится 88,4 г аминокислот.

Любой из способов подсчета содержания незаменимой аминокислоты лизин (6,32 % от общего количества аминокислот – хроматографический анализ, 5,97 г в 100 г белка – данные ИК-сканера) характеризует белки сои как высоколизиновый продукт, повышающий значение культуры в кормовых смесях для сельскохозяйственных животных*.

Закключение

При определении аминокислотного состава на ИК-сканере с помощью калибровочного уравнения, основанного на данных о процентном соотношении аминокислот, возможно получить их сумму, отличную от 100 %, что не является корректным. Калибровочное уравнение, где применялись данные по абсолютному содержанию аминокислот, дает в результате чуть более 90 г проанализированных аминокислот на 100 г белка зерна сои. Второй подход, по-видимому, более верен, ведь учитывались только 17 из 20 аминокислот, он соответствует литературным данным. Соотношение содержания между отдельными аминокислотами тождественно в обоих случаях, что позволяет проводить оценку полноценности того или иного белка любым из методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева С.В. Глутаминовая кислота и глутамин // Аминокислоты глазами химиков, фармацевтов, биологов. Т. 1. Харьков: Щедра садиба плюс, 2014. С. 27–83.
2. Баюнов А.П., Смарицын С.Н. Использование модельных систем для получения градуировок в методе ближней инфракрасной спектроскопии // Вестн. Казан. технол. ун-та. 2011. Т. 11. С. 23–29.
3. Ефименко С.Г., Ефименко С.К., Кучеренко Л.А., Нагалева Я.А. Экспресс-оценка содержания основных жирных кислот в масле семян рапса с помощью ИК-спектроскопии // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. 2015. Вып. 4 (164). С. 35–40.
4. Кретович В.Л. Биохимия растений. М.: Высш. школа, 1980. 445 с.
5. Крищенко В.П., Ушакова Т.Ф. Аминокислотный состав зерна ячменя, ржи и пшеницы при разных условиях минерального питания // Изв. ТСХА. 1986. Вып. 5. С. 73–79.
6. Мельников И.О. Разработка микрометодов анализа аминокислот, коротких пептидов и олигонуклеотидов с использованием ОФ ВЭЖХ и капиллярного электрофореза: автореф. дис. ... канд. хим. наук. М., 2006. 24 с.
7. Руденко А.О., Карцова Л.А., Снарский С.И. Определение важнейших аминокислот в сложных объектах биологического происхождения методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с получением фенилтиогидантоинов аминокислот // Сорбционные и хроматографические процессы. 2010. Т. 10, вып. 2. С. 223–230.
8. Секанов Ю.П., Степанов М.А. Научные основы и опыт применения средств неразрушающего контроля качества продукции и технологических процессов в растениеводстве // Вестн. ВНИИМЖ. 2016. № 4 (24). С. 110–115.
9. Синеговская В.Т., Клеткина О.О. История развития аграрной науки в Приамурье. Благовещенск: Одеон, 2018. 198 с.
10. Handbook of Chemistry and Physics (1st student ed.) / Ed.-in-chief R.C. Weast. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1988. 1800 p.
11. Mouazen A.M., Saeyes W., Xing J., De Baerdemaeker J., Ramon H. Near infrared spectroscopy for agricultural materials: an instrument comparison // J. Near Infrared Spec. 2005. Vol. 13, iss. 2. P. 87–98.
12. Naoto Shimizu, Junji Katsura, Takashi Yanagisawa et al. Evaluating techniques for rice grain quality using near infrared transmission spectroscopy // J. Near Infrared Spec. 1998. Vol. 6, iss. A. P. A111–A116.
13. Osborn B.G., Fearn T. Near infrared spectroscopy in food analysis. New York, USA: Longman Scientific and Technical, 1986. 200 p.
14. Sinegovskaya V.T. Condition and prospects of scientific support of soybean production // Дальневост. аграр. вестн. 2016. № 4 (40). С. 8–12.
15. Watson C.A., Carville D., Dikeman E., Daigger G., Booth G.D. Evaluation of two infrared instruments for determination protein content of hard red winter wheat // Cereal Chem. 1976. Vol. 53, iss. 2. P. 214–222.
16. Williams P.C., Corderio H.M. Effect of calibration practice on correction of errors induced in near-infrared protein testing of hard red spring wheat by growing location and season // J. Agric. Sci. Vol. 1985. Vol. 104. P. 113–123.
17. Williams P.C., Norris K. Near-infrared technology in the agricultural and food industry. St. Paul, Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, 1987. 330 p.

* ГОСТ Р 56913-2016. Лизин кормовой. Общие технические условия. Дата введения: 01.01.2017 г. – <http://docs.cntd.ru/document/1200134026> (дата обращения: 11.02.2020 г.).

Т.В. КРУЧИНКИНА

Влияние продолжительности скармливания йодсодержащего препарата глубокостельным коровам на иммунобиохимический статус новорожденных телят

Амурская область принадлежит к биогеохимической провинции с низким содержанием йода. Введение глубокостельным коровам йодсодержащего препарата «Ванзейод» в профилактической дозе в течение 60 дней сопровождалось изменениями в клеточной системе иммунитета полученных от них телят, а именно: оказало стимулирующее влияние на фагоцитарную активность нейтрофилов, их агрессивность и поглотительную способность. У телят опытной группы показатели гуморального звена защиты были выше, чем в контроле, что подтверждалось более высоким содержанием иммуноглобулинов (на 13 %), циркулирующих иммунных комплексов (на 60,7 %), титра нормальных антител (на 68,4 %) и повышением активности лизоцима на 22,6 %.

Применение йодсодержащего препарата в зоне йодной недостаточности нормализует обменные процессы и усиливает иммунобиохимическую защиту организма животных, что позволяет повысить продуктивность коров и сохранность новорожденных телят.

Ключевые слова: йодная недостаточность, глубокостельные коровы, телята, кровь, профилактический йодсодержащий препарат.

Effect of the duration of feeding iodine-containing preparation to pregnant cows on the immunobiochemical status of newborn calves. T.V. KRUCHINKINA (Far East Zonal Scientific Research Institute, Blagoveshchensk).

The Amur Region belongs to a biogeochemical province with low iodine content. The introduction of the iodine-containing drug "Vangzeyod" to pregnant cows in a preventive dose for 60 days was accompanied by changes in the cellular system of immunity of calves received from them, namely: had a stimulating effect on the phagocytic activity of neutrophils, their aggressiveness and absorption capacity. In the experimental group of calves, the indicators of humoral protection were higher than in the control group, that was confirmed by a higher content of immunoglobulins (by 13 %), circulating immune complexes (by 60.7 %), the titer of normal antibodies (by 68.4 %), and an increased activity of lysozyme by 22.6 %.

The use of an iodine-containing drug in the zone of iodine deficiency normalizes metabolic processes and strengthens the immunobiochemical protection of the animal body, which allows increasing the productivity of cows and the safety of newborn calves.

Key words: iodine deficiency, pregnant cows, calves, blood, preventive iodine-containing preparation.

Введение

Содержание минеральных веществ в организме животных определяется природными факторами, геохимическими и физическими особенностями среды [11, 12].

КРУЧИНКИНА Татьяна Викторовна – кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник (Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, Благовещенск).
E-mail: dalznivilabbiohim@mail.ru

В связи с особенностями рельефа и почвообразующей породы Амурская область принадлежит к биогеохимической провинции с низким содержанием йода [7, 10]. Дефицит этого элемента в почве, воде и воздухе сопровождается поражением щитовидной железы как у человека, так и у сельскохозяйственных животных, причем такое состояние характерно не только для Амурской области, но и для Приморского края [1]. Таким образом, проблема эндемического зоба у сельскохозяйственных животных является актуальной, поскольку в их рационах, как правило, присутствуют местные корма.

Гипофункциональное состояние щитовидной железы у сельскохозяйственных животных сопровождается отсутствием в большинстве случаев выраженных клинических проявлений. Возможно, что животные, недополучавшие в течение многих поколений йода в кормах, приспособились к этим неблагоприятным условиям. Очевидно, при длительном нарушении функции щитовидной железы в организме вырабатываются компенсаторные механизмы, благодаря которым происходит нормализация необходимых обменных процессов [2].

В Приамурье эндемический зоб проявляется во второй форме, т.е. явно выраженного зоба в области шеи нет, но наблюдаются следующие характерные клинические признаки. У коров снижается молочная и мясная продуктивность. Волосяной покров тусклый, взъерошенный, местами – алопеции, наличие «челок» до 10 см, «грив», своеобразной курчавости. Кожа сухая, с пониженной эластичностью. Выявлена деминерализация последних хвостовых позвонков до 20 см, шаткость зубов и рогов, неправильное отрастание копытцевого рога, сгорбленность спины, отмечаются аборт. Телята от таких коров рождаются слабыми, с низкой живой массой. Волосяной покров редкий, взъерошенный, плохо удерживается в волосяных луковицах. В период новорожденности 30 % телят переболевают диспепсией. В возрасте 1,5–2 мес. наблюдается чрезмерный рост грубой и длинной шерсти в области лобных костей. В области крестца есть участки алопеций. Кожа на шее складчатая, отечная, а к 3–5 мес. отечность исчезает. У телят при йодной недостаточности развивается иммунодефицитное состояние, в этих случаях телята не способны реагировать полноценным иммунным ответом на вакцинацию [3].

У некоторых стельных животных в условиях йодной недостаточности щитовидная железа не способна синтезировать необходимое количество гормонов, а вместе с этим и обеспечить связанное со стельностью физиологически необходимое усиление функции. В связи с этим мы разработали и определили оптимальную дозу профилактического йодсодержащего препарата для глубокостельных коров и таким образом – для профилактики йодной недостаточности у новорожденных телят, так как начало индивидуального развития организма, протекающее внутриутробно, зависит от здоровья и уровня обмена веществ у матери.

Цель работы: изучение скармливания йодсодержащего препарата «Вангцейод» на основе природных цеолитов глубокостельным коровам как профилактики йодной недостаточности у новорожденных телят.

Материал и методы исследования

В последнее время в животноводстве и ветеринарии широко применяют природные цеолиты, которые обладают буферными, ионообменными и сорбционными свойствами, являются источником многих макро- и микроэлементов. Цеолиты способны пролонгировать действие лекарственных средств, тем самым повышая их активность и стабильность [4, 9, 13]. Для разработки йодсодержащего препарата мы использовали природные цеолиты Вангинского месторождения Амурской области. Цеолиты нагружали йодидом калия, в качестве стабилизатора использовали гель картофельного крахмала*.

* Йодсодержащий препарат «Вангцейод»: пат. 2614069 РФ / Кручинкина Т.В., Гаврилов Ю.А. Оpubл. 22.03.2017, Биол. № 9.

Для выяснения влияния профилактических доз йодсодержащего препарата на иммунобиохимический статус животных были сформированы по принципу аналогов две опытные и одна контрольная группы глубокостельных коров. В первой опытной группе препарат давали в течение 30 дней, во второй – в течение 60 дней, коровы контрольной группы его не получали. За телятами клиническое наблюдение вели в течение 10 дней после рождения. У них для определения естественной резистентности, иммунного статуса и уровня обменных процессов брали кровь из яремной вены через 10 дней после рождения.

Естественную резистентность оценивали по фагоцитарной активности [6] и активности лизоцима сыворотки крови [5], изменения в иммунном статусе – по количеству циркулирующих иммунных комплексов, титру нормальных антител и уровню иммуноглобулинов (цинк-сульфатный тест). О состоянии обменных процессов судили по содержанию общего белка (биуретовая реакция), мочевины, белковых фракций (турбидиметрический метод [8]); углеводного обмена – по содержанию глюкозы; жирового обмена – по содержанию общих липидов (реакция с сульфофосфованилиновым реактивом), холестерина; минерального обмена – по содержанию макроэлементов: кальция, неорганического фосфора, магния и калия (определяли при помощи диагностических наборов ВИТАЛ на биохимических анализаторах StatFax 3300 и StatFax 1904-R). Продукты перекисного окисления липидов определяли по реакции с тиобарбитуровой кислотой. Активность ферментов переаминирования – по уровню аминотрансфераз (АсАТ, АлАТ).

Количество эритроцитов и лейкоцитов подсчитывали в камере Горяева. Лейкоцитарную формулу крови определяли методом дифференциального подсчета лейкоцитов в мазках, окрашенных по Паппенгейму. Содержание гемоглобина в крови вычисляли унифицированным колориметрическим цианидным методом с использованием диагностических наборов фирмы ОАО «Витал» на биохимическом анализаторе StatFax 3300.

Экспериментальные данные подвергли математической обработке при помощи программы Microsoft Excel, вычислили средние арифметические (M) и их ошибки (m). Достоверность различий полученных результатов устанавливали с помощью t -критерия Стьюдента. Разницу показателей считали достоверной при $P \leq 0,05$.

Результаты и обсуждения

У всех новорожденных телят был хорошо выражен сосательный рефлекс, они активно принимали корм. У телят, полученных от коров из опытных групп, отсутствовали видимые изменения со стороны щитовидной железы. Расстройства пищеварительного тракта (понос) в течение 10-дневного периода наблюдения были выявлены исключительно у телят контрольной группы. Различия биохимических и морфологических показателей крови телят контрольной и опытных групп показаны в табл. 1.

Согласно данным табл. 1, содержание общего белка в сыворотке крови телят I и II опытных групп было выше по сравнению с контролем на 5,12 и 8,82 г/л соответственно. Изменения во фракционном составе сыворотки крови зафиксированы как в опытных, так и в контрольной группах. Альбумин-глобулиновое соотношение было оптимально у телят опытных групп. Содержание общих липидов и холестерина в сыворотке крови телят опытных групп по сравнению с контролем было достоверно выше. Уровень кальция в сыворотке крови телят I опытной группы был ниже физиологической нормы, а во II соответствовал ей. Содержание фосфора у телят контрольной и опытных групп достоверных различий не имело. Содержание магния в сыворотке крови телят контрольной группы было ниже физиологической нормы, а у телят опытных групп – в пределах нормативных показателей. В I и II опытных группах установлено снижение активности аспартатаминотрансферазы в сыворотке крови на 13,7 и 23,4 %, а аланинаминотрансферазы на 0,6 и 16,5 % по сравнению с контрольной группой соответственно, оба показателя были в пределах физиологической нормы.

Таблица 1

Биохимические и гематологические показатели крови телят (n = 5)

Показатель	Контроль	I группа	II группа
Общий белок, г/л	49,0 ± 1,43	54,12 ± 1,01	57,82 ± 1,17
Альбумины, %	61,29 ± 1,69	63,30 ± 2,56	60,08 ± 3,04
λ-глобулины, %	7,42 ± 0,85	7,80 ± 1,33	9,59 ± 1,49
β-глобулины, %	20,85 ± 2,94	19,22 ± 4,49	21,86 ± 3,75
γ-глобулины, %	8,74 ± 1,93	10,12 ± 1,30	11,92 ± 1,29
А/Г	1,6 ± 0,11	1,8 ± 0,20	1,6 ± 0,16
Мочевина, мм/л	1,94 ± 0,31	2,18 ± 0,46	1,80 ± 0,21
Глюкоза, мм/л	3,02 ± 0,40	2,52 ± 0,48	2,32 ± 0,42
Холестерин, мм/л	1,06 ± 0,11	2,16 ± 0,41	2,36 ± 0,29
Общие липиды, г/л	1,65 ± 0,19	3,06 ± 0,21**	2,49 ± 0,18*
Триглицериды, мм/л	0,21 ± 0,05	0,32 ± 0,08	0,13 ± 0,02
АСТ, ед./л	62,88 ± 4,14	54,24 ± 7,48	48,18 ± 3,47*
АЛТ, ед./л	11,69 ± 1,23	11,76 ± 1,69	9,76 ± 0,36
Кальций, мм/л	2,04 ± 0,28	1,68 ± 0,38	2,09 ± 0,05
Фосфор, мм/л	1,56 ± 0,57	2,32 ± 0,43	2,38 ± 0,36
Магний, мм/л	0,72 ± 0,10	0,97 ± 0,03	0,92 ± 0,09
Калий, мм/л	4,76 ± 0,26	5,88 ± 0,48	5,18 ± 0,57
Щелочная фосфатаза, ед./л	439,54 ± 35,73	673,9 ± 88,62**	572,46 ± 30,23*
МДА, мкм/л	2,88 ± 0,83	2,76 ± 0,65	1,18 ± 0,39
Эритроциты, 10 ¹² /л	7,34 ± 0,69	6,21 ± 0,83	5,73 ± 1,17
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	5,35 ± 1,82	5,95 ± 1,29	6,30 ± 0,92
Гемоглобин, г/л	88,78 ± 9,53	109,78 ± 8,99	99,91 ± 8,50

* P < 0,05, ** P < 0,01.

Таблица 2

Показатели гуморального звена защиты у телят (n = 5)

Показатель	Контроль	I группа	II группа
Фагоцитарная активность, %	72,0 ± 4,38	88,8 ± 2,94*	89,6 ± 2,99*
Фагоцитарный индекс, ед.	12,54 ± 2,06	15,03 ± 1,56	12,37 ± 0,59
Фагоцитарное число, ед	9,26 ± 1,86	13,22 ± 1,04	11,57 ± 0,27
Лизоцим, %	6,36 ± 1,00	6,7 ± 0,73	7,8 ± 0,46
Имуноглобулины, г/л	17,09 ± 1,01	15,38 ± 0,99	36,56 ± 1,77**
ТНАТ	1 : 30,4 ± 9,6	1 : 44,8 ± 7,84	1 : 51,2 ± 7,84
ЩИКи	25,9 ± 3,69	31,88 ± 2,99	41,62 ± 9,01

* P < 0,05, ** P < 0,001.

Скармливание препарата коровам в профилактической дозе в течение 30 и 60 дней сопровождалось изменениями иммунологических показателей крови у полученных от них телят (табл. 2).

Как следует из табл. 2, у телят опытных групп фагоцитарная активность нейтрофилов повысилась на 23,3 и 24,4 % (P < 0,05) по сравнению с контрольной группой. Также в I группе произошло усиление агрессивности нейтрофилов, что подтвердилось увеличением фагоцитарного индекса в 1,2 раза и фагоцитарного числа в 1,4 раза по сравнению с контролем. Активность лизоцима в сыворотке крови телят I опытной группы увеличилась на 5,3 %, II группы – на 22,6 % по сравнению с контролем.

Содержание иммуноглобулинов в сыворотке крови телят II опытной группы достоверно увеличилось по сравнению с контролем на 13,9 %, что указывает на повышение иммунобиологического статуса животных.

Титр нормальных антител у телят I и II опытных групп по сравнению с контролем увеличился на 47,4 и 68,4 % соответственно. Отмечалось увеличение количества

циркулирующих иммунных комплексов в опытных группах в 1,2 и 1,6 раза по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует об активизации иммунной системы телят.

Таким образом, скармливание коровам опытных групп йодсодержащего препарата в профилактической дозе оказывает положительное влияние на иммунобиохимический статус телят.

Заключение

Скармливание глубококостельным коровам йодсодержащего препарата в профилактической дозе в течение 60 дней сопровождалось изменениями в клеточной системе иммунитета полученных от них телят, оказало стимулирующее влияние на фагоцитарную активность нейтрофилов, их агрессивность и поглотительную способность. У телят II опытной группы показатели гуморального звена защиты были выше, чем в контроле, что подтверждается более высоким содержанием иммуноглобулинов (на 13 %), циркулирующих иммунных комплексов (в 1,6 раза), титра нормальных антител (на 68,4 %) и повышением активности лизоцима (на 22,6 %).

Примененный йодсодержащий препарат обеспечивает нормализацию обменных процессов у глубококостельных коров, повышение естественной резистентности и иммунологической реактивности у телят, полученных от них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрюков Б.Г. Эколого-гигиеническая оценка распространения йоддефицитных заболеваний на территории Приморского края // Бюл. СО РАМН. 2010. Т. 30, № 1. С. 36–42.
2. Аухатова С.Н. Содержание йода и активность йодпероксидазы в митохондриях тироцитов животных в йоддефицитном регионе // Вопр. соврем. науки и практики. 2008. Т. 1, № 1. С. 80–83.
3. Гаврилов Ю.А., Кручинкина Т.В. Влияние йодной недостаточности на показатели естественной резистентности молодняка КРС Амурской области // Ветеринария и кормление. 2013. № 2. С. 26–27.
4. Гамидов М.Г., Быстрова Е.Г. Перспективы применения местных минеральных ресурсов в животноводстве Дальнего Востока // Успехи наук о жизни. 2009. № 1. С. 153–161.
5. Дорофейчук В.Г. Определение лизоцима нефелометрическим методом // Лабораторное дело. 1968. № 1. С. 28–30.
6. Емельяненко П.А. Методические указания по тестированию естественной резистентности телят / ВАСХНИЛ, отд-ние ветеринарии, Моск. вет. акад. им. К.И. Скрябина. М., 1980. 64 с.
7. Залобовская Е.Ю. Влияние скармливания нормируемых микроэлементов в минеральной и органической формах на рост, развитие и обмен веществ молодняка крупного рогатого скота // Ветеринария сегодня. 2018. № 1. С. 26–28.
8. Кондрахин И.П., Курилов Н.В., Малахов А.Г. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии. М.: Агропромиздат, 1985. 287 с.
9. Любин Н.А., Ахметова В.В. Цеолиты Сиуч-Юшанского месторождения в улучшении физиологических функций и повышении продуктивных качеств молочных коров. Ульяновск: УлГАУ, 2018. 170 с.
10. Малкова Н.Н., Остякова М.Е., Щербинина С.А., Голайдо Н.С. Морфологический состав крови коров на фоне применения селенсодержащего и тканевого препаратов в условиях Амурской области // Изв. нижеволж. агроунив. комплекса: наука и высшее проф. образование. 2019. № 3. С. 283–290.
11. Мартынов А.Н., Якименко Н.Н., Шумаков В.В., Хозина В.М., Клетикова Л.В. Изменение физиолого-биохимических процессов в организме животного при нарушении метаболизма // Соврем. пробл. науки и образования. 2015. № 2, ч. 1. – <http://www.science-education.ru/122-21296> (дата обращения: 17.06.2020).
12. Федоров Г.А., Клетикова Л.В., Якименко Н.Н., Пономарев В.А. Распределение микроэлементов в тканях и органах крупного рогатого скота // Содружество. 2016. № 10. С. 17–20.
13. Шапиев Б.И., Алиев А.А., Шапиева К.Б., Канбулатова З.Ш., Халиков А.С. Использование природных цеолитов Дагестана в медицине и ветеринарии // Экол. медицина. 2018. Т. 1, № 1. С. 87–92.

Г.И. ДАЯНОВА, И.К. ЕГОРОВА, Л.Д. ПРОТОПОПОВА,
Н.Н. НИКИТИНА, А.Н. КРЫЛОВА

Государственная поддержка воспроизводственных процессов в сельском хозяйстве Республики Саха (Якутия)

Выделены группы сельскохозяйственных организаций Республики Саха (Якутия) по типам воспроизводства, обоснована необходимость дифференцированной государственной поддержки этих организаций. Рассмотрены основные направления государственной поддержки сельского хозяйства республики по элементам воспроизводственных процессов.

Ключевые слова: сельскохозяйственные организации, типы воспроизводства, Республика Саха (Якутия), государственная поддержка, субсидии.

State support of reproduction processes in agriculture of the Republic of Sakha (Yakutia). G.I. DAYANOVA, I.K. EGOROVA, L.D. PROTOPOVA, N.N. NIKITINA, A.N. KRYLOVA (The Yakut Scientific Centre, SB RAS. Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov, Yakutsk).

The article presents the results of the grouping of agricultural organizations of the Republic of Sakha (Yakutia) by type of reproduction, the need for differentiated state support of these organizations is substantiated. The main directions of state support for agriculture of the Republic of Sakha (Yakutia) on the elements of reproduction processes are considered.

Key words: agricultural organizations, types of reproduction, Republic of Sakha (Yakutia), state support, subsidies.

Введение

В настоящее время вопрос воспроизводства в сельском хозяйстве имеет особое значение, так как развитие отрасли должно основываться на стабильном и непрерывном обеспечении ее ресурсами, эффективном использовании земли. Производство продуктов питания имеет социальное значение, поэтому цены на сельскохозяйственную продукцию должны быть относительно низкими, что является неблагоприятным фактором для восстановления и развития агропромышленного производства [5]. Сельское хозяйство за счет реализации своей продукции не может получать доход, достаточный для возмещения издержек производства, сохранения земель, социального развития села, не может вести расширенное воспроизводство по обстоятельствам, во многом не зависящим от усилий товаропроизводителей, поэтому отрасль нуждается в государственной поддержке [1].

*ДАЯНОВА Галина Ивановна – кандидат экономических наук, доцент, заведующая отделом, ЕГОРОВА Ирина Кимовна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, ПРОТОПОПОВА Любовь Даниловна – научный сотрудник, НИКИТИНА Надежда Николаевна – младший научный сотрудник, КРЫЛОВА Акулина Николаевна – младший научный сотрудник (Якутский научный центр СО РАН. Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, Якутск), *E-mail: dajanova@mail.ru

Государство, создавая определенную финансово-экономическую среду [11], регулирует воспроизводственный процесс путем оптимального формирования фондов денежных средств на различных стадиях и этапах производства, распределения, обмена и потребления. Механизмы государственной поддержки должны обеспечивать увязку субсидирования с условиями воспроизводства и должны способствовать их выравниванию. К сожалению, в настоящее время наблюдается неоправданная концентрация бюджетных средств в группе передовых хозяйств.

Представляет интерес спектр мнений ученых по поводу того, каким должен быть воспроизводственный процесс в сельском хозяйстве. И.А. Минаков с соавторами воспроизводством называют непрерывный и постоянно возобновляемый процесс производства материальных благ. Они полагают, что для расширенного воспроизводства в АПК необходимы прежде всего отлаженный экономический механизм, паритет цен в товарном обмене между сельским хозяйством и другими отраслями народного хозяйства [13].

И.Н. Буздалов отмечает, что ценовые и общие стоимостные диспропорции в АПК и экономике в целом привели к разрушительным последствиям в сельском хозяйстве: подорвали материально-техническую базу и стали причиной неустойчивого или даже кризисного финансового положения большинства сельскохозяйственных товаропроизводителей, способствовали образованию их колоссальной кредитной задолженности, деградации социально-трудовой сферы и, как следствие, высокому уровню бедности в сельской местности [2].

Г.В. Марков воспроизводство применительно к сельскому хозяйству трактует как производство сельскохозяйственной продукции и получение дохода, находящиеся в непрерывном движении и возобновлении [12].

По мнению Н.А. Светлаковой и О.И. Хайруллиной, воспроизводственные процессы в сельском хозяйстве представляют собой сложно организованную систему отношений субъектов финансово-хозяйственной деятельности на непрерывных взаимосвязанных стадиях производства, распределения, обмена и потребления, где в качестве объекта воздействия выступают биологические активы [15].

Л.И. Черникова воспроизводственные процессы в сельском хозяйстве рассматривает как подсистему общественного воспроизводства, формирующую благоприятные условия для развития экономики отрасли путем интеграции единичных воспроизводственных процессов на уровне сельскохозяйственных организаций. Отраслевая интеграция воспроизводственного процесса организаций сельскохозяйственного назначения осуществляется через определенный жизненный цикл, который в воспроизводственном процессе представляет собой некоторый вид замкнутой системы: производство – распределение – обмен – потребление [19].

Различают три типа воспроизводства [4, 6, 10]:

суженное, при котором размеры производства уменьшаются;

простое, при котором объемы производства остаются неизменными;

расширенное, когда количество производимой продукции растет от цикла к циклу.

Главным условием воспроизводства (простого и расширенного) является возмещение потребленных средств производства. Для этого образуется фонд возмещения, который представляет собой часть стоимости валовой продукции, созданной прошлым трудом и перенесенной на произведенный продукт. Другая часть стоимости валовой продукции – валовый доход [13]. За счет валового дохода формируются фонд потребления (личного и общественного) и фонд накопления. Валовый доход делится на две части: фонд личного потребления (для оплаты труда и отчислений на социальные нужды) и чистый доход (для оплаты налогов, формирования фонда общественного потребления и фонда накопления).

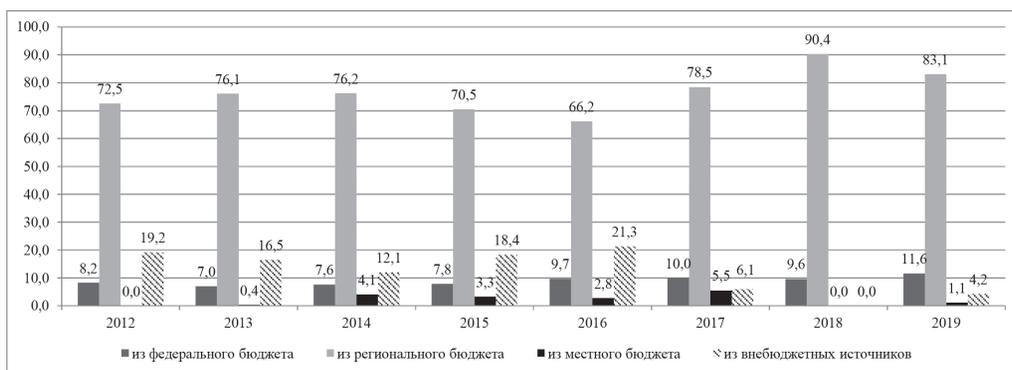
Таким образом, в результате распределения валовой продукции сельского хозяйства образуется три фонда воспроизводства: фонд возмещения, фонд потребления и фонд накопления.

Формирование фондов воспроизводства в натуральной форме имеет отраслевые особенности. Значительная их часть в сельском хозяйстве образуется из продукции собственного производства. Это касается всех фондов: возмещения, потребления и накопления. Израсходованные семена и корма возмещаются за счет части собранного урожая. Увеличение семенных и фуражных фондов (фонд накопления) также происходит в основном за счет своей продукции. Замена выбракованного скота (фонд возмещения) и расширение поголовья (фонд накопления) осуществляются, как правило, за счет выращенного в хозяйстве молодняка. Наконец, определенная часть продукции предприятия используется в качестве натуроплаты (фонд потребления) [13].

На стадии распределения сельскохозяйственной продукции из валового производства выделяется значительная часть (семена, корма и др.), которая минует стадии обмена и конечного потребления и используется в новом воспроизводственном цикле. Эта часть продукции образует натуральные фонды возмещения. Для воспроизводства все составные части фондов возмещения в натуральной форме должны быть примерно одинаковыми по годам, если воспроизводство простое, или должны увеличиваться в случае расширенного воспроизводства. Но в годы с неблагоприятными условиями из-за сокращения выхода продукции (в первую очередь в растениеводстве при снижении урожайности) формировать их сложнее, так как требуется уменьшить товарную часть. В этом случае, чтобы получить средства даже для простого воспроизводства продукции, цены на товарную часть необходимо значительно повысить. В процессе обмена, т.е. на стадии реализации продукции, неравномерность предложения при сравнительно равномерном или равномерно растущем спросе приводит к изменению цен на рынке. В неблагоприятных условиях при снижении объемов производства продукции цены на нее растут, что способствует привлечению на рынок дополнительной продукции за счет запасов и импорта. Воспроизводство в сельском хозяйстве связано с потреблением части созданной продукции в самой отрасли (это ресурс для возобновления следующего цикла производства). Однако основная часть используемых в сельском хозяйстве ресурсов производится в других отраслях, прежде всего в отраслях промышленности. Для приобретения этих ресурсов нужны денежные средства, которые хозяйствующие субъекты получают от реализации собственной продукции или в виде дотаций от государства [3].

Проблемы воспроизводственных процессов в сельском хозяйстве регионов Дальнего Востока, в частности Якутии, в современных условиях аграрной политики России остаются малоизученными. Нерешенность системных проблем в государственном регулировании препятствует преодолению диспропорций между ростом объемов государственной поддержки и уровнем валовой продукции сельского хозяйства. Цель нашего исследования – разработка рекомендаций по совершенствованию государственной поддержки воспроизводства в сельскохозяйственных организациях Республики Саха (Якутия). Для достижения этой цели был проведен анализ современного состояния сельского хозяйства республики, структуры и объемов государственной поддержки отрасли, определены типы воспроизводства сельскохозяйственных организаций региона, изучены проблемы обеспечения рациональных условий воспроизводства у сельскохозяйственных товаропроизводителей.

В ходе исследования использованы методы системного анализа, классификации и группировок, в частности метод группировки хозяйств по типам воспроизводства на основе рекомендаций ученых Всероссийского научно-исследовательского института организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве (ВНИОПТУСХ) и Всероссийского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства (ВНИИЭСХ) [14, 20]. Согласно этим рекомендациям, тип воспроизводства в сельскохозяйственных организациях определяется по уровню окупаемости затрат (рентабельности). В зависимости от уровня рентабельности тип воспроизводства может быть суженным, простым и расширенным.



Структура государственной поддержки сельского хозяйства Республики Саха (Якутия) по источникам финансирования в 2012–2019 гг., %

В работе использовались материалы Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации и ее территориального органа по Республике Саха (Якутия), Министерства сельского хозяйства Якутии, данные годовых бухгалтерских отчетов сельскохозяйственных организаций республики.

Результаты и обсуждение

Республика Саха (Якутия) – один из крупных регионов по производству сельскохозяйственной продукции в Дальневосточном федеральном округе (ДФО). По объему валовой продукции сельского хозяйства республика занимает третье место в ДФО, на ее долю приходится 13 % всего объема валовой продукции сельского хозяйства округа.

В 2019 г. сельское хозяйство Якутии произвело продукции на сумму в 26,1 млрд руб. (табл. 1). Всеми предприятиями республики поставлено 36,9 тыс. т мяса (в живом весе), 161,7 тыс. т молока, 10,6 тыс. т зерна, 81,5 тыс. т картофеля, 27,2 тыс. т овощей и 134,6 млн. шт. яиц.

В связи с ограниченностью ассортимента и недостаточностью объема местной сельскохозяйственной продукции значительная часть республиканского продовольственного

Таблица 1

Динамика расходов государственного бюджета Республики Саха (Якутия) на сельское хозяйство в 2012–2019 гг.

Годы	Валовая продукция сельского хозяйства			Расходы государственного бюджета			Произведено продукции на 1 руб. бюджетных средств, руб.
	В текущих ценах, млн руб.	В сопоставимых ценах 2012 г.		В текущих ценах, млн руб.	В сопоставимых ценах 2012 г.		
		млн руб.	%		млн руб.	%	
2012	19 700,2	19 700,2	100	7 444,5	7 444,5	100	2,65
2013	20 867,3	19 404,7	98,5	7 967,1	7 484,4	100,5	2,59
2014	21 847,3	19 249,5	97,7	7 586,0	6 812,1	91,5	2,83
2015	20 722,7	18 710,5	95,0	8 889,6	7 873,2	105,8	2,38
2016	21 930	18 935,0	96,1	9 272,0	8 798,6	118,2	2,15
2017	24 972,3	19 522,0	99,1	9 213,4	8 986,9	120,7	2,17
2018	25 781,1	19 541,5	99,2	9 519,9	9 296,8	124,9	2,10
2019	26 100,0	19 639,2	99,7	9 727,1	9 443,8	126,9	2,08

фонда формируется за счет завоза продовольственных товаров из других регионов страны и импорта. Ежегодный ввоз основных видов сельскохозяйственной продукции составляет: овощей – 42–43 тыс. т, картофеля – 47–52 тыс. т, молока – 108–117 тыс. т, мяса – 62–63 тыс. т [8]. В 2019 г. уровень самообеспечения в республике достиг: по мясу – 26,5 %, молоку – 58,8 %, яйцу – 57,8 %, картофелю – 64,4 %, овощам – 45,5 % [16].

Сельское хозяйство региона получает значительную государственную поддержку (9–11 млрд руб. в год). В 2012–2019 гг. основную нагрузку по финансированию отрасли нес региональный бюджет, его доля в этот период выросла с 72,5 до 83,1 % (см. рисунок). В 2019 г. на реализацию мероприятий государственной программы Республики Саха (Якутия) «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2012–2020 годы» направлено бюджетных средств на сумму 11,702 млрд руб., в том числе из федерального бюджета – 1,354 млрд руб., из бюджета Республики Саха (Якутия) – 9,727 млрд руб. [9].

За период действия госпрограммы расходы республиканского бюджета на сельское хозяйство увеличились с 7,4 до 9,7 млрд руб. в год, т.е. в сопоставимых ценах годовой объем господдержки вырос на 26,9 % [9]. В то же время валовая продукция сельского хозяйства в сопоставимых ценах снизилась по сравнению с 2012 г. на 0,3 % (табл. 1). В 2019 г. эффективность *государственной поддержки* оценивалась на уровне 2,08 руб. произведенной продукции на 1 руб. республиканских бюджетных вложений.

В республике на начало 2019 г. насчитывалось 562 сельскохозяйственные организации, около 3,8 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств (К(Ф)Х) и более 90 тыс. личных подсобных хозяйств (ЛПХ). По данным за 2018 г., в структуре объема продукции сельского хозяйства на долю сельскохозяйственных организаций приходилось 27,4 %, К(Ф)Х – 27,4 %, ЛПХ – 45,2 %. Доля прибыльных сельскохозяйственных организаций составляла 78,3 %. При этом необходимо отметить, что без субсидий деятельность хозяйств

Таблица 2

Результаты группировки сельскохозяйственных организаций Республики Саха (Якутия) по типам воспроизводства (по данным за 2015–2018 гг.)

Годы	Показатель	Типы воспроизводства					Всего
		Суженное (до 15 %)	В том числе с рентабельностью		Простое (15–30 %)	Расширенное (выше 30 %)	
			до 0 %	0–15 %			
2015	Кол-во хозяйств	114	48	66	24	11	149
	В % к итогу	76,5	32,2	44,3	16,1	7,4	100
	Средний уровень рентабельности производства, %	-314,1	-670,4	2,4	20,8	48,2	2,5
2016	Кол-во хозяйств	107	35	72	23	10	140
	В % к итогу	76,4	25	51,4	16,4	7,1	100
	Средний уровень рентабельности производства, %	-2,1	-14,9	3,6	20,3	51,2	0,3
2017	Кол-во хозяйств	105	37	68	16	12	133
	В % к итогу	78,9	27,8	51,1	12	9	100
	Средний уровень рентабельности производства, %	-4,1	-21,3	3	19,8	60,8	-1,8
2018	Кол-во хозяйств	106	32	74	10	9	125
	В % к итогу	84,8	25,6	59,2	8	7,2	100
	Средний уровень рентабельности производства, %	-4,3	-26,3	2,8	18,8	52,4	-2,9

в последние годы была бы убыточной. Сальдированный финансовый результат деятельности сельскохозяйственных организаций в 2015–2017 гг. был положительным, а в 2018 г. резко ухудшился: вместо прибыли в 457,1 млн руб. в предшествующем году получен убыток в размере 130,5 млн руб. Основной причиной убытков стало увеличение затрат на оплату труда (МРОТ вырос на 43 %). Сельскохозяйственные организации в основном имеют статус малых предприятий: на одном предприятии работает в среднем 9 сотрудников.

Учитывая современное состояние сельскохозяйственных организаций республики, нынешние экономические условия (уровень инфляции, ставки кредитов), мы провели группировку хозяйств по следующим критериям: к расширенному типу воспроизводства отнесли хозяйства с рентабельностью выше 30 %, к простому – от 15 до 30 % и суженному – до 15 %, выделены также дополнительные группы – с рентабельностью до 0 % и от 0 до 15 % (табл. 2).

В группировку в разные годы были включены от 125 до 149 сельскохозяйственных организаций, отчитывающихся перед Министерством сельского хозяйства Республики Саха (Якутия). Исследуемые хозяйства относились к скотоводческой, коневодческой, земледельческой, свиноводческой, птицеводческой специализациям в соответствии с Системой ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на 2016–2020 гг. [17]. Хозяйства, специализирующиеся только на северном домашнем оленеводстве и промыслах, не рассматривались.

Исследуемым хозяйствам выделялось 1,5–1,8 млрд руб. субсидий, или в среднем 12–13 млн руб. в год на одну организацию. Среднегодовая численность работников в расчете на одну организацию составляла около 25 чел.

По результатам финансовой отчетности за 2015–2018 гг. выявлено, что доля группы предприятий суженного типа воспроизводства составляла от 76 до 85 %, в том числе отрицательную рентабельность имели 25–32 % организаций. Средний уровень убыточности в этой группе составил от -26 до -15 %. К расширенному типу отнесено от 7,1 до 9 % изучаемых хозяйств, к простому типу – 8–16 %. Организации с суженным типом воспроизводства

Таблица 3

Экономическая эффективность использования субсидий в сельскохозяйственных организациях Республики Саха (Якутия) с разными типами воспроизводства (по данным за 2018 г.)

Показатель	Типы воспроизводства					Итого
	Суженное (до 15 %)	В том числе с рентабельностью		Простое (15–30 %)	Расширенное (выше 30 %)	
		до 0 %	0–15 %			
Кол-во организаций	106	32	74	10	9	125
Субсидии на 1 организацию, тыс. руб.	14 717	11 888	15 940	5 252	5 007	13 261
Выручка на 1 организацию, тыс. руб.	28 356	14 362	34 408	12 447	5 025	25 404
Выручка на 1 руб. субсидий, руб.	1,93	1,21	2,16	2,37	1,00	1,92
Субсидии на 1 руб. выручки, руб.	0,52	0,83	0,46	0,42	1,00	0,52
Прибыль до налогообложения, тыс. руб.	-215 291,0	-319 375,0	104 084,0	30 099,0	32 652,0	-367 831,0
Производственные затраты, тыс. руб.	4 039 042,0	742 655,0	3 296 387,16	129 813,0	39 853,0	8 247 750,16
Производственные затраты на 1 руб. прибыли (убытка) до налогообложения, руб.	-18,8	-2,3	31,7	4,3	1,2	-22,4
Рентабельность (убыточность) по прибыли до налогообложения, %	-4,3	-26,3	2,8	18,8	52,4	-2,9

(рентабельностью от 0 до 15 %) занимают значительную долю – 44–59 % от их общего числа.

Анализ экономической эффективности использования субсидий в группах хозяйств с разными типами воспроизводства за 2018 г. выявил, что самую низкую окупаемость субсидий имели сельскохозяйственные организации с расширенным типом воспроизводства: на 1 руб. субсидий ими произведено товарной продукции на 1 руб. (табл. 3). В основном это были мелкие хозяйства с высоким уровнем господдержки. В группах с простым и суженным типом воспроизводства с рентабельностью 0–15 % на 1 руб. выручки приходилось соответственно 0,42 и 0,46 руб. субсидий. То есть в этих группах предприятий бюджетные средства использовались более эффективно: на 1 руб. субсидий получена выручка в сумме 2,37 и 2,16 руб. соответственно, что в 4–5 раз больше, чем в хозяйствах с расширенным типом воспроизводства.

Проведенные нами исследования позволяют сделать вывод о том, что сельскому хозяйству республики в целом присущ суженный тип воспроизводства, когда наблюдается инерционное развитие сельскохозяйственных организаций с постепенным уменьшением капитала, когда стоимость воспроизведенного продукта не возмещает стоимости израсходованных основных и оборотных средств и не удается поддерживать рабочую силу в надлежащем состоянии. По нашему мнению, важно осуществлять государственную поддержку сельскохозяйственных товаропроизводителей с суженным типом воспроизводства, если она направлена на увеличение объемов производства и финансовое оздоровление предприятий. Это могут быть различного рода мероприятия, такие как реорганизация хозяйствующих субъектов, реструктуризация их кредиторской задолженности, диверсификация производства, увеличение оборотных средств, повышение квалификации работников, укрепление материально-технической и кормовой базы, совершенствование организации труда, использование принципов рационального размера хозяйств, сельскохозяйственных угодий, численности поголовья скота, обеспечивающих безубыточное производство, оптимизацию структурных подразделений и численности работников.

Систему региональной государственной поддержки сельского хозяйства Якутии необходимо выстраивать с точки зрения создания организационно-экономических условий развития воспроизводственных процессов. В целом направления региональной поддержки и программные мероприятия по развитию сельского хозяйства республики можно сгруппировать следующим образом [7]:

- 1) воспроизводство земельных ресурсов:
 - мероприятия по повышению плодородия почв,
 - приобретение мелиоративной техники и оборудования;
- 2) воспроизводство трудовых ресурсов:
 - поддержка центров подготовки кадров (в том числе для табунного коневодства),
 - мероприятия по устойчивому развитию сельских территорий,
 - обеспечение общих условий функционирования АПК (кадры);
- 3) воспроизводство основных средств:
 - восстановление поголовья сельскохозяйственных животных в северных улусах,
 - сохранение поголовья лошадей местных пород, северных домашних оленей, клеточных зверей,
 - увеличение поголовья КРС мясных и молочных пород,
 - повышение продуктивности КРС и лошадей,
 - модернизация и обновление машинно-тракторного парка,
 - стимулирование инвестиционной деятельности,
 - развитие материально-технической базы потребительских кооперативов,
 - создание условий для устойчивой зимовки скота,
 - компенсация ущерба, причиненного в результате чрезвычайных ситуаций природного характера,
 - обновление материально-технической базы северного домашнего оленеводства;

- 4) воспроизводство оборотных средств и развитие производственных отношений:
- увеличение (сохранение оптимального уровня) объемов производства продукции животноводства, северного домашнего оленеводства, промысла пушнины и дикого северного оленя,
 - финансовое оздоровление скотоводческих хозяйств,
 - страхование в области животноводства,
 - поддержка свиноводческих хозяйств,
 - поддержка птицеводства на промышленной основе,
 - мероприятия по увеличению объемов производства продукции малых форм хозяйствования,
 - выполнение отдельных государственных полномочий по поддержке скотоводства и свиноводства,
 - поддержка личных подсобных хозяйств (скотоводство, табунное коневодство);
- 5) распределение, обмен и потребление:
- мероприятия по увеличению валовых сборов сельскохозяйственных культур и производства кормов,
 - мероприятия по гарантированному сбыту продукции сельскохозяйственных потребительских кооперативов,
 - развитие системы заготовки, переработки и реализации продукции скотоводства (выполнение отдельных государственных полномочий по обеспечению производства).

Нами выполнен анализ объемов государственной поддержки сельского хозяйства в 2018–2019 гг. в рамках действующей государственной программы Республики Саха (Якутия) «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2012–2020 годы» по блокам: земля, труд, основной капитал, оборотный капитал и сфера распределения, обмена и потребления (табл. 4). Установлено, что объемы господдержки распределены неравномерно: на воспроизводство основных и оборотных средств в 2019 г. направлено 25,2 и 21,4 % бюджетных средств, в сферу распределения, обмена и потребления – 33,6 %, на воспроизводство земельных ресурсов – 5,2 %, трудовых ресурсов – 14,8 %. По нашему мнению, необходимо увеличить государственную поддержку воспроизводства основных и оборотных средств, чтобы в общем объеме финансовой поддержки на эти блоки приходилось до 73 и 13 % соответственно, и уменьшить долю вложений в сферу распределения, обмена и потребления до 4–6 %.

Таблица 4

Предлагаемая структура объемов государственной поддержки сельского хозяйства Республики Саха (Якутия) по воспроизводственному подходу из всех источников финансирования, в %

Элементы воспроизводственных процессов	Факт		Предлагаемая структура				
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Всего	100	100	100	100	100	100	100
Блок 1 «Земля» (воспроизводство земельных ресурсов)	5,2	5,2	5,4	5,5	6,5	7,5	7,3
Блок 2 «Труд» (воспроизводство трудовых ресурсов)	16,2	14,8	6,2	6,3	6,8	6,7	6,7
Блок 3 «Основной капитал» (воспроизводство основных средств)	21,3	25,2	68,6	73,2	71,4	70,5	70,2
Блок 4 «Оборотный капитал» (воспроизводство оборотных средств и развитие производственных отношений)	23,1	21,4	13,4	11,1	11,2	10,9	10,8
Блок 5 «Сфера распределения, обмена и потребления»	34,2	33,6	6,4	3,8	4,1	4,4	5

Распределение мероприятий по элементам воспроизводственных процессов позволяет оценивать систему государственной поддержки сельского хозяйства с точки зрения обеспечения непрерывного восстановления факторов производства. При разработке задач подпрограмм и отдельных мероприятий необходимо брать за основу не только конечный результат (а именно целевые показатели), но и стимулирование процесса производства, что обусловлено концепцией поддержания динамичного и последовательного развития воспроизводственного процесса в сельском хозяйстве [18].

Заключение

При разработке мер государственной поддержки воспроизводственных процессов в сельском хозяйстве необходимо учитывать современное состояние российского законодательства, земельных отношений, ценообразования, организационно-правовые формы хозяйствования и их структуру в регионе, размеры хозяйств, размещение и специализацию сельскохозяйственного производства и т.п.

Анализ группировки хозяйств показал зависимость воспроизводства от уровня господдержки и в то же время неординарную (дифференцированную) отдачу от использования полученных субсидий. Сельскохозяйственным товаропроизводителям необходимо планировать свою финансово-хозяйственную деятельность, а государству – разрабатывать систему мероприятий, направленных на воспроизводство в сельском хозяйстве, определять объемы субсидий не только с точки зрения достижения целевых показателей, но и с позиций формирования организационно-экономических условий развития воспроизводственных процессов. Для создания полного замкнутого цикла воспроизводства готовой продукции в Республике Саха (Якутия) следует увеличить государственную поддержку мелких сельскохозяйственных предприятий. Выделяемые из бюджета средства должны быть дифференцированы в зависимости от типов воспроизводства и размещения сельскохозяйственных товаропроизводителей, что будет способствовать развитию аграрного сектора экономики и сельских территорий республики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барышников Н.Г., Черданцева Е.А. Воспроизводство в сельском хозяйстве: приоритеты и перспективы. Пенза: ПГСХА, 2012. 158 с.
2. Буздалов И.Н. Аграрный протекционизм как эффективный инструмент государственной политики // Аграр. вестн. Урала. 2007. № 6. С. 97–100.
3. Векленко Е.В. Устойчивость воспроизводственного процесса в сельском хозяйстве и необходимость ее повышения // Вестн. Курской гос. с.-х. акад. 2014. № 8. – <https://www.cyberleninka.ru/article/n/ustoychivost-vosproizvodstvennogo-protsessa-v-selskom-hozyaystve-i-neobhodimost-ee-povysheniya> (дата обращения: 25.04.2019).
4. Волкова Н.А. Экономика сельского хозяйства и перерабатывающих предприятий / под ред. Н.А. Волковой. М.: Колос, 2005. 240 с.
5. Глухова Т.В., Реброва Т.П. Социально-экономические аспекты продовольственного обеспечения региона // Мир науки и образования. 2015. № 2. – <https://www.cyberleninka.ru/article/v/sotsialno-ekonomicheskie-aspekty-prodovolstvennogo-obespecheniya-regiona> (дата обращения: 27.05.2019).
6. Горфинкель В.Я. Экономика предприятий: учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. / под ред. проф. В.Я. Горфинкеля. М.: Юнити-Дана, 2009. 767 с.
7. Государственная поддержка агропромышленного комплекса Республики Саха (Якутия) в 2019 году / Министерство сельского хозяйства Республики Саха (Якутия). Якутск: Центр информ.-консулт. обеспечения сельского хоз-ва, 2019. 78 с.
8. Даянова Г.И., Егорова И.К., Протопопова Л.Д., Никитина Н.Н., Крылова А.Н., Баишева А.Ф. Методика формирования баланса продовольственных ресурсов Республики Саха (Якутия) с учетом региональных особенностей: метод. пособие. Якутск: Изд. дом «Дьюлу», 2019. 335 с.
9. Итоги реализации государственной программы Республики Саха (Якутия) «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2012–2020 гг.» за

2018 год и задачи на 2019 год / Министерство сельского хозяйства Республики Саха (Якутия). Якутск: Центр информ.-консульт. обеспечения сельского хоз-ва, 2019. 61 с.

10. Кундиус В.А. Экономика АПК: учеб. пособие. Барнаул: АГАУ, 2007. 669 с.

11. Кучин С.А. Повышение эффективности регионального аграрного воспроизводства на основе совершенствования государственного регулирования и рационального использования финансовых ресурсов // Финансы АПК. 2012. № 44 (524). – <https://www.cyberleninka.ru/article/v/povyshenie-effektivnosti-regionalnogo-agrarnogo-vosproizvodstva-na-osnove-sovershenstvovaniya-gosudarstvennogo-regulirovaniya-i> (дата обращения: 15.05.2019).

12. Маркова Г.В. Экономические условия воспроизводства инвестиционного потенциала и продукции в сельском хозяйстве. М.: Восход-А, 2013. 308 с.

13. Минаков И.А., Куликов Н.И., Соколов О.В. и др. Экономика отраслей АПК: учебник для вузов. М.: КолосС, 2004. 464 с.

14. Родионова О.А. Воспроизводство и обменно-распределительные отношения в сельскохозяйственных организациях // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2010. № 1 (2). С. 24–27.

15. Светлакова Н.А., Хайруллина О.И. Перспективы регулирования воспроизводственных процессов в животноводстве в условиях ВТО // Перм. аграр. вестн. 2013. № 4. С. 70–75.

16. Сельское хозяйство в Республике Саха (Якутия) за 2005, 2010, 2015–2018 гг.: стат. сб. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия). Якутск, 2019. 211 с.

17. Степанов А.И., Иванова Л.С., Павлова С.А. и др. Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2016–2020 годы: метод. пособие. Кемерово: Технопринт, 2017. 416 с.

18. Хайруллина О.И. Экономические инструменты регулирования воспроизводственных процессов в сельском хозяйстве: региональный аспект // Вестн. НГАУ. 2014. № 2 (31). С. 200–207.

19. Черникова, Л.И. Характеристика воспроизводственного процесса в сельском хозяйстве Ставропольского края // Науч. журн. Кубан. гос. аграр. ун-та. 2013. № 86. С. 522–536.

20. Экономическое регулирование воспроизводственных отношений в агропромышленных формированиях: науч.-метод. пособие. М.: Восход-А, 2008. 108 с.

По не зависящей от редакции журнала «Вестник ДВО РАН» причине в статье А.А. Легкодимова с соавт. (№ 3, 2020 г.) были допущены ошибки.

На с. 59 вместо «Шаповалова Мария Валерьевна» должно быть «Шаповалова Марина Валериевна»; на с. 61 на врезке к рис. 1 вместо «нмоль/км сут» – «моль/км сут».

А.Н. КАЧУР

Морские охраняемые районы Северо-Западной Пацифики: современное состояние, планы управления и стратегии развития

Дана оценка состояния морских охраняемых районов (МОР) в водах дальневосточных морей России, предложены меры по их количественной и качественной оптимизации, приведены ссылки на российские нормативные материалы, регулирующие создание и функционирование МОР, а также международные, определяющие направления развития региональной системы МОР в Северо-Западной Пацифике.

Ключевые слова: морские охраняемые районы, Северо-Западная Пацифика, Дальний Восток России, геоэкологические проблемы, природный менеджмент.

Marine protected areas of the North-West Pacific (current status, management plans and development strategies). A.N. KACHUR (Pacific Institute of Geography, FEB RAS, Vladivostok).

Evaluation of the marine protected areas (MPA) in the seas of the Russian Far-East is given, measures on their quantitative and qualitative optimization are offered and Russian standard materials regulating the creation and functioning of MPA, as well as the international standard materials which determine directions for the development of MPA regional system in the North-West Pacific are referenced.

Key words: marine protected areas, North-West Pacific, Russian Far East, geoecological problems, nature management.

Мировой океан занимает 2/3 поверхности нашей планеты. В нем обитают животные из 73 классов, тогда как на суше – только из 33. Биологические ресурсы морей и океанов играют большую роль в жизни человечества: в настоящее время ежегодный вылов рыбы и морепродуктов достигает 100 млн т, но не всегда добыча ведется рационально, в результате чего некоторые массовые виды становятся редкими и даже попадают в Красную книгу. Наряду с ограничением промысла отдельных видов, а также усилением контроля за состоянием прибрежных вод важнейшую роль в сохранении природы морей и океанов играет создание морских и прибрежноморских особо охраняемых природных территорий и акваторий (морских охраняемых районов – МОР) – заповедников и заказников, природных парков и памятников природы.

Основными функциями МОР являются поддержание и увеличение биоразнообразия, сохранение морских экосистем, а именно их способность возвращаться в свое естественное состояние или поддерживать его. Эффективные МОР могут обеспечить долгосрочную жизнеспособность и генетическое разнообразие морских видов и систем. Такие преимущества являются результатом защиты редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, сохранения мест обитания, а также предотвращения деятельности, наносящей ущерб морской среде.

КАЧУР Анатолий Николаевич – кандидат географических наук, руководитель международных проектов (Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток). E-mail: kachur@tigdvo.ru

Система морских и прибрежноморских ООПТ в виде МОР является стержневой при формировании комплексного, интегрированного управления морскими пространствами. Развитые страны мира уже приступили к реализации, как минимум в пилотном режиме, планов в сфере морского территориального планирования. На первых порах этот подход наиболее эффективно применялся в менеджменте морских особо охраняемых зон.

Морской охраняемый район определяется как любой район моря, специально предназначенный для защиты и поддержания биологического разнообразия природных и связанных с ними культурных ресурсов. Морские особо охраняемые территории или акватории часто рассматриваются как модельные объекты для отработки эффективных, комплексных и адаптивных программ управления природопользованием.

МОР являются глобально важными инструментами управления ресурсами, предназначены для:

- 1) получения информации за деятельностью человека при использовании моря;
- 2) восстановления эксплуатируемых морских популяций;
- 3) сохранения или восстановления мест обитания, биоразнообразия и пищевых сетей;
- 4) оптимизации экосистемных услуг, таких как производство «чистых», или «органических», продуктов питания, очистка воды, развлекательные мероприятия.

Таким образом, основными задачами МОР должны быть поддержание естественных процессов самовосстановления морских экосистем, изучение состояния и особенностей их функционирования, мониторинг и прогноз процессов их естественного восстановления и реакции на внешние воздействия разного характера и интенсивности, в том числе антропогенные, предотвращение и уменьшение новых антропогенных воздействий.

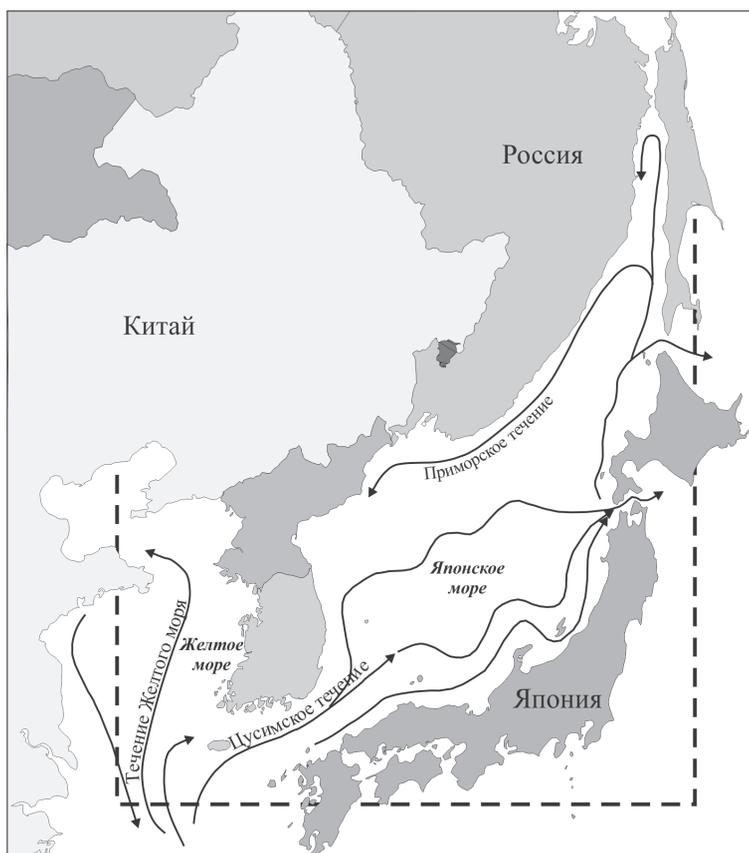


Рис. 1. Регион Плана действия по охране, управлению и развитию морской и прибрежной окружающей среды региона северо-западной части Тихого океана (NOWPAP UNEP)

Основные виды МОР можно подразделить по статусу: национальные, международные (трансграничные), биосферные; среди них могут быть материковые, прибрежноморские, островные, морские МОР, присоединенные к сухопутным ООПТ морские акватории.

Создание мировой сети морских охраняемых природных акваторий – один из ключевых элементов Рабочей программы международной Конвенции ООН о биологическом разнообразии. Сегодня в мире таких акваторий более 3000, их цели аналогичны стоящим перед заповедниками, национальными парками и иными резерватами, расположенными на суше: поддержание экологических процессов для существования всех видов организмов, в том числе человека, обеспечение устойчивого использования природных ресурсов, охрана биологического разнообразия.

Очевидно, что развитие сети МОР актуально и для северо-востока Азии – региона с развитыми рыболовством и аквакультурой в целом. В данной работе рассматривается система МОР только для региона Плана действия ЮНЕП (UNEP; сейчас используется новое название – UN Environment) по охране, управлению и развитию морской и прибрежной окружающей среды региона северо-западной части Тихого океана (NOWPAP) (рис. 1), действующего с 1991 г. под эгидой Программы ООН по окружающей среде (UNEP)¹. В Планах действий принимают участие Республика Корея, Китай, Япония и Россия, а также ряд международных организаций, в частности Международная морская организация, МОК/ЮНЕСКО и др.

В соответствии с документами UNEP², касающимися NOWPAP, приоритетные проекты Плана действий направлены на решение следующих проблем (в дополнение к уже выполняемым проектам³):

1) сохранение биоразнообразия в регионе, в том числе посредством создания и оптимизации охраняемых акваторий (оптимизация понимается как изменение режима существующих, так и создание новых ООПТ);

2) адаптация экосистем региона к последствиям изменения климата (штормовые нагоны, наводнения, и т.п.);

3) уменьшение воздействия на морскую среду береговых источников загрязнения;

4) применение на практике экосистемного подхода к формированию устойчивого природопользования, в том числе в рамках комплексного управления прибрежной зоной;

5) предотвращение загрязнения морских и прибрежноморских акваторий микропластиком (работы по оценке начались в 2016 г.).

С момента создания первого МОР в регионе NOWPAP (1916 г.) был достигнут огромный прогресс в определении экологически важных областей в качестве МОР. Создано 87 МОР общей площадью 4 090 046 га (табл. 1), большинство из них существует

¹ Action plan for the protection, management and development of the marine and coastal environment of the Northwest Pacific Region. NOWPAP publ. N 1. UNEP. 1997. – <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/25786> (дата обращения: 25.02.2020).

² Agenda 21. Chap. 17. United Nations Conference on Environment & Development. Rio de Janeiro, Brazil, 3–14 June, 1992. – <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&nr=23&type=400&menu=35> (дата обращения: 25.02.2020);

An Ocean Blueprint for the 21st Century. Final Report / U.S. Commission on Ocean Policy. Washington, DC, 2004. – https://govinfo.library.unt.edu/oceancommission/documents/full_color_rpt/000_ocean_full_report.pdf (дата обращения: 02.07.2020);

Protocol to the Barcelona Convention on Integrated Coastal Zone Management. – <http://ec.europa.eu/environment/iczm/barcelona.htm> (дата обращения: 31.01.2020);

Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. United Nations, 1987. 247 p. – www.un-documents.net/our-common-future (дата обращения: 25.02.2020);

UNEP Medium-term Strategy 2010–2013, Monaco, 20–22 February 2008. – <https://digitallibrary.un.org/record/664974> (дата обращения: 02.07.2020).

³ NOWPAP medium-term strategy, 2012–2017. 2011. – <http://hdl.handle.net/20.500.11822/27219> (дата обращения: 31.01.2020);

NOWPAP medium-term strategy, 2018–2023. 2017. – <http://hdl.handle.net/20.500.11822/27258> (дата обращения: 31.01.2020).

непродолжительное время, 10–15 лет. Данные по МОР национального уровня для региона NOWPAP представлены также на рис. 2. В целом учрежденные охраняемые районы в регионе сконцентрированы преимущественно на суше, а не в морских акваториях.

Таблица 1

Количество и площадь (га) морских охраняемых районов в странах NOWPAP

Страна	Всего	Ранг			Специализация		
		Национальный	Провинциальный	Муниципальный / окружной	Природные экосистемы	Дикие животные и растения	Природное наследие
КНР	20	9	5	6	15	17	17
	1 367 206	1 150 525	194 149	22532	1 355 210	1 343 716	1 359 955
Япония	31	17	14	0	31	31	20
	408 737	143 945	264 792	0	408 737	408 737	386 282
Республика Корея	22	22	0	0	22	20	13
	357 333	357 333	0	0	357 333	353710	333 718
Россия*	14	7	7	0	14	14	7
	1 956 770	1 121 850	834 920	0	1 956 770	1956770	756 000
Регион в целом	87	55	26	6	82	82	57
	4 090 046	2 773 653	1 293 861	22 532	4 078 050	4 062 933	2 835 955

* См. рис. 2.

Примечание. Для каждой страны и региона в целом в верхней строке приведено количество, в нижней – площадь МОР.

При составлении таблицы использованы материалы Национального координационного центра NOWPAP DINRAC⁴, Всемирной базы данных по охраняемым районам⁵, Базы данных Рамсарских угодий⁶.

В 2016 г. была создана Сеть морских охраняемых районов Северо-Восточной Азии (NEAMPAN) Субрегиональной программы природоохранного сотрудничества Северо-Восточной Азии (NEASPEC) как способ улучшения управления различными МОР в Северо-Восточной Азии. Эта субрегиональная сеть МОР выступает в качестве ключевой субрегиональной платформы для обмена информацией, совместной оценки и мониторинга, а также партнерства с другими региональными и глобальными сетями МОР или морских охраняемых территорий (МРА – Marine Protected Area). Международный союз охраны природы (IUCN) определяет морские охраняемые природные территории как любые территории, находящиеся в приливной или подводной зоне, вместе с покрывающими их водами и относящимися к ней флорой, фауной, обладающими историческими и культурными особенностями⁷. На данном этапе сеть включает только по несколько МОР от стран, входящих в NEASPEC, и работает в режиме отработки методов и сравнения особенностей управления национальными сетями МОР в разных странах субрегиона.

Существуют институциональные различия в структуре управления МОР, имеются проблемы, касающиеся реального количества МОР в Северо-Восточной Азии. Морские экосистемы носят трансграничный характер, и сеть МОР является эффективным инструментом совершенствования управления различными МОР на межнациональном уровне региона. Она окажет содействие более эффективной охране биоразнообразия в морских и

⁴ Regional Overview and National Reports on Marine and Coastal Nature Reserves in the Northwest Pacific Region (2007). – <https://www.unenvironment.org/nowpap/resources/report/regional-overview-and-national-reports-marine-and-coastal-nature-reserves> (дата обращения: 02.07.2020);

Summary on Marine and Coastal Protected Areas in NOWPAP Region (NOWPAP DINRAC, March 2010). – <https://www.cbd.int/doc/meetings/mar/ebsa-np-01/other/ebsa-np-01-submission-china-03-en.pdf> (дата обращения: 06.07.2020).

⁵ <https://www.iucn.org/commissions/world-commission-protected-areas/resources> (дата обращения: 31.01.2020).

⁶ <https://www.ramsar.org/sites-countries/ramsar-sites-around-the-world> (дата обращения: 06.07.2020).

⁷ Guidelines for Marine Protected Areas / ed. Graeme Kelleher. Best Practice Protected Area Guidelines Series N 3. IUCN, 1999. – <https://www.iucn.org/content/guidelines-marine-protected-areas> (дата обращения: 06.07.2020).

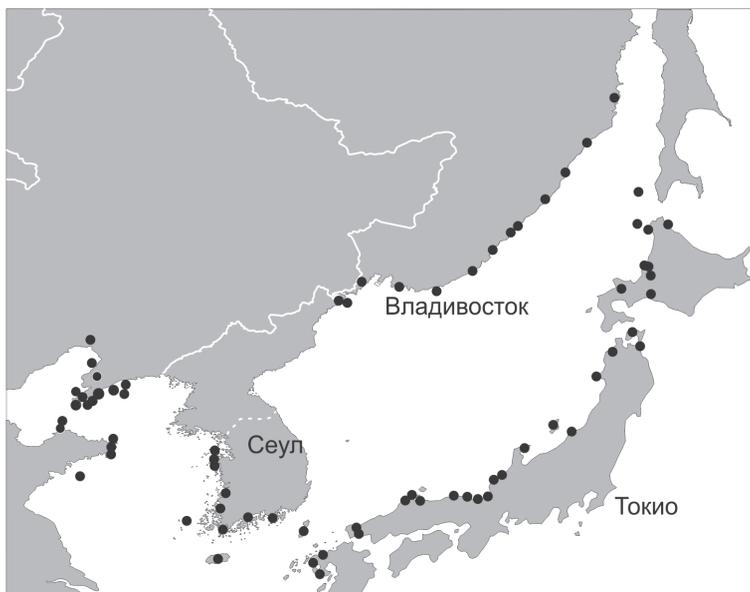


Рис. 2. Сеть морских охраняемых районов в Северо-Западной Пацифике⁸

прибрежных районах, позволит осуществлять обмен опытом и информацией, подготовить общие правила для более эффективного управления и т.п.⁸

Различные международные соглашения, такие как Конвенция о биологическом разнообразии, так же, как и итоговый документ Конференции ООН по устойчивому развитию (Рио + 20) в Рио-де-Жанейро, Бразилия, июнь 2012 г., поддерживают формирование сетей МОР.

Сохранение биоты Мирового океана как основы стабильности глобальной экосистемы и важнейшего источника возобновляемых ресурсов в соответствии со «Стратегией ЮНЕП для морских и прибрежных районов» относится к важнейшим задачам всемирной природоохранной деятельности и всецело отвечает приоритетам национальной экологической политики Российской Федерации как морской державы⁹.

В России морскими и прибрежными охраняемыми считаются районы в приливной или морской зоне вместе с покрывающими их водами и связанных с ними флорой и фауной. Эти территории/акватории имеют исторические и культурные особенности, а их экосистемы находятся под полной или частичной защитой закона или других нормативных актов. Природные заповедники, национальные парки, заказники, памятники природы и иные охраняемые районы морской и прибрежной акватории Российской Федерации выполняют важнейшие природоохранные и социально-экономические функции, связанные с сохранением биологического разнообразия морской среды в региональном, национальном и глобальном масштабе.

Согласно Конституции Российской Федерации внутренние морские водные ресурсы, территориальные воды, исключительные экономические зоны и континентальный шельф находятся под федеральной юрисдикцией. Вследствие этого морские ООПТ должны обладать федеральным статусом. Тем не менее на практике охранный режим нескольких региональных ООПТ распространяется также и на морские акватории. Таковы, в частности, природные заказники регионального уровня, являющиеся рамсарскими объектами, а

⁸ Regional Overview and National Reports ...

⁹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.02.2014 г. № 212-р «Об утверждении Стратегии сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов в Российской Федерации на период до 2030 года». – <http://base.garant.ru/70596992/> (дата обращения 05.07.2020).

также местные охраняемые территории, охватывающие морские лагуны или полузакрытые бухты. Кроме МОР, охраняемые акватории имеются в составе рамсарских водно-болотных угодий или включают морские лагуны или полузакрытые бухты, имеющие особое природоохранное значение в составе не морских ООПТ.

ЮНЕП включает в Стратегию для морских и прибрежных районов направления, связанные с организацией и функционированием МОР, поддержку комплексного управления и восстановления морских и прибрежных местообитаний и их экосистемных услуг, а также повышение эффективности управления прибрежными и морскими экосистемами посредством организации партнерств и сотрудничества на национальном и региональном уровнях.

В современных условиях структурная и функциональная сложность охраны морских и прибрежных экосистем делает весьма актуальной проблематику формирования более эффективной системы управления и развития МОР России. При этом успешный международный опыт деятельности по усилению потенциала МОР будет полезен для развития национальной системы ООПТ.

Дальний Восток Российской Федерации в целом и его юг в первую очередь не имеют равных среди всех регионов России по многообразию видов фауны и флоры, в том числе и в прибрежноморских зонах (табл. 2). Здесь располагаются уникальные природные объекты, многие из которых имеют международную или федеральную значимость. Вместе с тем инвентаризация занесенных в Красные книги видов растений прибрежных и островных экосистем, проведенная в МОР, выявила, что более половины из известных в регионе краснокнижных видов не охвачены охраной в сети МОР. Важно сохранить, в том числе с помощью механизмов МОР, баланс между экономическим развитием и сохранением уникальной природы на Дальнем Востоке РФ, это особенно актуально, поскольку экономика региона имеет ярко выраженную природно-ресурсную направленность^{10, 11}.

В пределах субокеанической и океанической части российского Дальнего Востока, охватывающей побережье Охотского и Японского морей, плотность ООПТ относительно высока, а система этих территорий представлена сложными природоохранными комплексами. Эти районы характеризуются в среднем весьма умеренной освоенностью (первичные ландшафты диффузно чередуются с вторичными), позволяющей относительно безболезненно организовывать здесь новые ООПТ.

36 морских ООПТ (МОР) федерального значения всей России занимают свыше 327 тыс. км², при этом площадь охраняемых акваторий составляет 169,8 тыс. км², или 51,8 % от всей площади данных ООПТ (без учета береговой части). Буферная зона вокруг МОР, включающая морские акватории, занимает около 67,5 тыс. км², но организована для менее чем одной трети (30,5 %) территорий/акваторий. Место МОР в системе ООПТ Дальнего Востока и Якутии см. рис. 3.

Согласно «Концепции развития системы особо охраняемых природных

Таблица 2

Видовое богатство (число видов) основных групп организмов некоторых прибрежных морских экосистем России¹¹

Море	Донные беспозвоночные	Рыбы и круглоротые	Водоросли
Японское	2000	603	379
Охотское	2100	276	299
Берингово	1500	297	138
Балтийское	20	50	50
Баренцево	1800	182	194
Черное	791	166	236
Карское	186	82	134

¹⁰ Жирмунский А.В. Особо охраняемые природные территории и акватории Дальнего Востока // Вестн. ДВО РАН. 1999. № 1. С. 47–59.

¹¹ См.: Стратегия и План действий по сохранению биологического разнообразия Российской Федерации / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. М., 2014. 256 с. – <https://docplayer.ru/38350370-Strategiya-i-plan-deystviy-po-sohraneniyu-biologicheskogo-raznobraziya-rossiyskoy-federacii.html> (дата обращения: 25.02.2020).

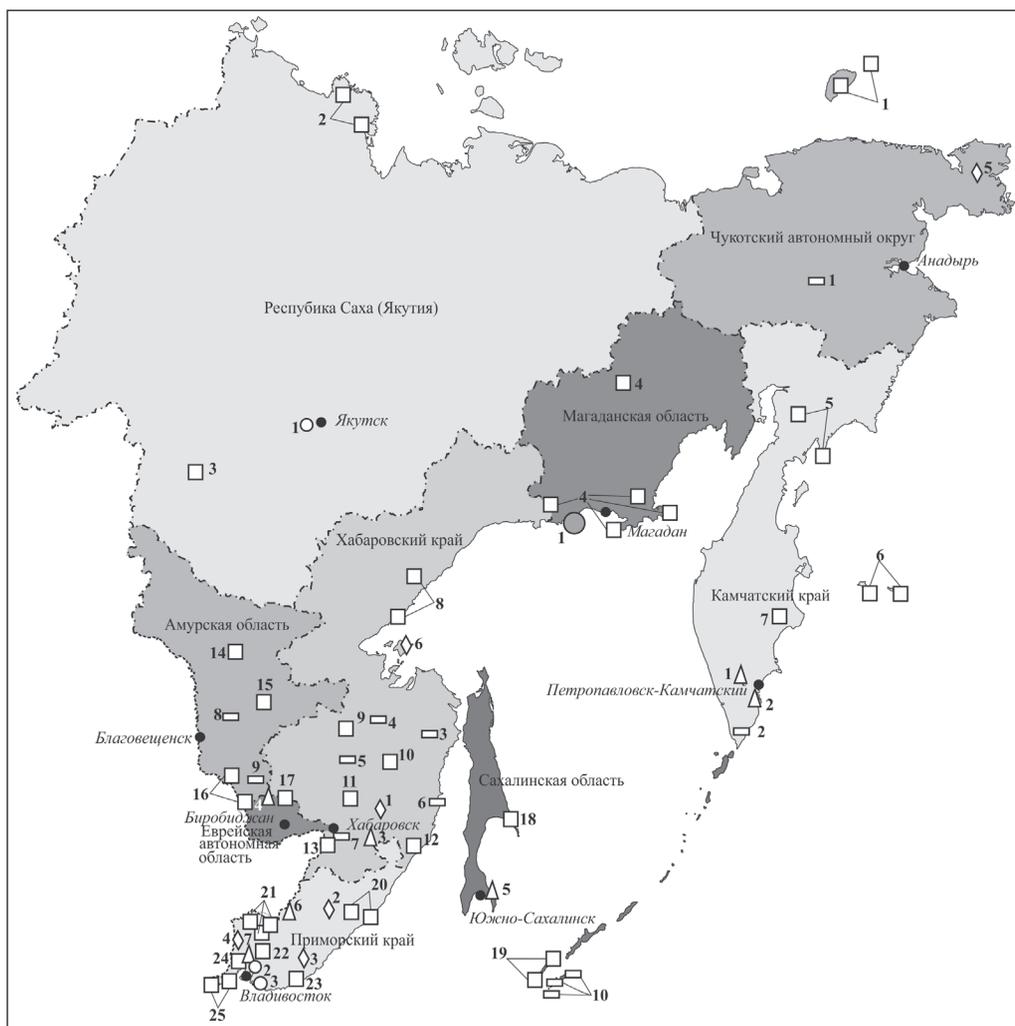


Рис. 3. Система ООПТ федерального уровня Дальнего Востока РФ и Якутии, включая морские охраняемые районы

Условные обозначения:

Государственные природные заповедники (обозначены квадратом):

1 – о-в Врангеля, 2 – Усть-Ленский, 3 – Олекминский, 4 – Магаданский, 5 – Корякский, 6 – Командорский, 7 – Кроноцкий, 8 – Джугджурский, 9 – Буреинский, 10 – Комсомольский, 11 – Болоньский, 12 – Ботчинский, 13 – Большехехцирский, 14 – Зейский, 15 – Норский, 16 – Хинганский, 17 – Бастак, 18 – Поронайский, 19 – Курильский, 20 – Сихотэ-Алинский, 21 – Ханкайский, 22 – Уссурийский, 23 – Лазовский, 24 – Кедровая Падь, 25 – Дальневосточный морской;

национальные парки (ромб):

1 – Анойский, 2 – Удэгейская легенда, 3 – Зов тигра, 4 – Земля леопарда, 5 – Берингия, 6 – Шантарские острова; округа горно-санитарной охраны природных лечебных ресурсов (треугольник):

1 – Малкинский, 2 – Паратункинский, 3 – Мухенский, 4 – Кульдурский, 5 – Синегорский, 6 – Шмаковский, 7 – Курортной зоны г. Владивостока на побережье Амурского залива;

дендропарки и ботанические сады (светлый кружок):

1 – Якутский ботанический сад, 2 – Горно-таежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН, 3 – Ботанический сад-институт ДВО РАН;

памятники природы (серый кружок):

1 – о-в Талан;

государственные природные заказники (прямоугольник):

1 – Лебединый, 2 – Южно-Камчатский, 3 – Удиль, 4 – Ольджиканский, 5 – Баджалский, 6 – Тумнинский, 7 – Хехцир, 8 – Орловский, 9 – Хингано-Архаринский, 10 – Малые Курилы

территорий федерального значения на период до 2020 года» МПР РФ планируются создание еще семи заповедников и национальных парков, включая морские, расширение территорий трех заповедников и организация буферных зон вокруг заповедников и национальных парков. Таким образом, предполагается, что система МОР федерального значения продолжит расширяться.

На побережье дальневосточных морей России в 3 из 23 физико-географических провинций МОР отсутствуют, МОР федерального значения расположены в 11 провинциях, регионального и местного значения – в 16¹². Степень репрезентативности провинций в МОР федерального и регионального значения в регионе в целом достигает 87 %.

Отмечено недостаточное количество МОР федерального значения в Беринговоморской, Охотской и Сахалино-Японской географических странах. Специалисты России рекомендуют в акваториях дальневосточных морей довести количество МОР федерального значения до 26¹³, уделив особое внимание побережью о-ва Сахалин, где существенно возросла антропогенная нагрузка. Акватории и территории, на которые специалисты предлагают прежде всего обратить внимание, представлены на рис. 4.¹⁴



Рис. 4. Предлагаемые для организации МОР экологически и биологически значимые районы в находящихся под юрисдикцией России водах северо-западной части Тихого океана¹⁴. 1 – прибрежные воды восточной Чукотки, 2 – шельф и подводный склон Командорских островов, 3 – шельф и подводный склон южной Чукотки, 4 – прибрежные воды юго-восточной Камчатки, 5 – шельф западной Камчатки, 6 – Ямские острова и западная часть зал. Шелихова, 7 – центральная часть Охотского моря, 8 – шельф в районе Шантарских островов, 9 – шельф восточного Сахалина, 10 – шельф в районе центральных и южных Курильских островов, 11 – шельф в районе Малых Курильских островов, 12 – шельф в районе о-ва Монерон, 13 – зал. Петра Великого

¹² Особо охраняемые природные территории России: современное состояние и перспективы развития / авт.-сост. В.Г. Кревер, М.С. Стишов, И.А. Онуфрениа / WWF России. М.: Орбис Пиктус, 2009. 456 с. – https://wwf.ru/upload/iblock/cd9/oopt_sovrem_sost_web.pdf (дата обращения: 02.07.2020).

¹³ Там же.

¹⁴ Report of the North Pacific Regional Workshop to facilitate the description of ecologically or biologically significant marine areas. Moscow, 25 February to 1 March, 2013, p. 36–93. – <https://www.cbd.int/doc/meetings/mar/ebsa-np-01/official/ebsa-np-01-04-en.pdf> (дата обращения: 06.07.2020).

Исследования в области глобального состояния сетей МОР демонстрируют различные преимущества региональных сетей для сохранения биоразнообразия, общего и усовершенствованного управления МОР, в том числе использования информации и технологий, эффективного использования ресурсов¹⁵.

Рассматривая направления развития систем МОР в российской части Северо-Западной Пацифики, необходимо отметить необходимость дальнейшего развития международного сотрудничества в сфере организации и функционирования МОР, в том числе трансграничных, а также использования международного опыта в области их управления.

¹⁵ Прибрежно-морское природопользование: теория, индикаторы, региональные особенности / И.С. Арзамасцев, П.Я. Бакланов, С.М. Говорушко, А.Н. Качур и др. Владивосток: Дальнаука, 2010. 308 с.

*Подписка на журнал «Вестник Дальневосточного отделения РАН»
принимается всеми отделениями «Роспечати» с любого номера.
Индекс 70193.*

*Полнотекстовые варианты статей можно найти в Интернете:
<http://elibrary.ru/issues.asp?id=2774>*

Ответственный за номер А.Г. Клыков
Номер подготовили к печати В.С. Жердев,
С.А. Машкин, Л.А. Русова, В.Е. Старовойтова, Т.А. Третьякова
Компьютерный набор Г.А. Веренцовой
Компьютерная верстка И.В. Миромановой
Корректор Л.И. Горбулина
Переводчик Е.В. Фёдорова

Адрес редакции:
690091 Владивосток,
ул. Светланская, 50, к. 51,
тел. (423)222-25-88
E-mail: vestnikdvo@hq.febras.ru
<http://www.vestnikdvo.ru>

Издатели:

ФГБУ Дальневосточное отделение РАН
690091 Владивосток, ул. Светланская, 50.
Тел. +7(423)222-25-28
ФГБУНО Центральная научная библиотека ДВО РАН
690022 Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159.
Тел. +7(423)231-78-38

ИП Сердюк Оксана Александровна
690065 Владивосток, ул. Стрельникова, 12-87.
Тел. +79147102232. E-mail: oksanaserdiuk62@gmail.com

Отпечатано в ООО «ПСИ95»
г. Владивосток, ул. Русская, 65, корпус 10

Выход в свет 31.08.2020 г.
Формат 70 × 108/16
Печать офсетная
Усл. печ. л. 14,00
Уч.-изд. л. 12,9
Тираж 300 экз. Заказ
Цена свободная

Свидетельство Роскомнадзора о регистрации ПИ № ФС77-75560 от 12.04.2019 г.