

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

3 (217). 2021

СОДЕРЖАНИЕ

К 45-летию создания Приморского научно-исследовательского института сельского хозяйства

Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства: развитие и достижения. <i>О.В. МОХАНЬ</i>	5
А.Г. КЛЫКОВ, Г.А. МУРУГОВА, П.М. БОГДАН, О.А. ТИМОШИНОВА, И.В. КОНОВАЛОВА, Н.А. КРЮЧКОВА. Перспективные направления и результаты селекции зерновых и крупяных культур в Приморском крае	9
Е.С. БУТОВЕЦ, Л.М. ЛУКЬЯНЧУК, Е.А. ВАСИНА. Оценка потенциала урожайности и стрессоустойчиво- сти сортов сои в условиях Приморского края	20
А.С. ЧИБИЗОВА, Е.Н. БАРСУКОВА, Г.В. ГУКОВ. Поверхностное культивирование мицелия гриба шиитаке (<i>Lentinula edodes</i> (Berk.) Pegler) на питательных средах с биостимуляторами	29
В.П. ВОЗНЮК, И.В. КИМ, О.В. АНИКИНА. Результаты исследований по селекции картофеля в условиях Приморского края	35
О.Н. ТЕЛИЧКО. Показатели хозяйственно ценных признаков гибридов ($F_3 - F_4$) вики яровой и их корреляци- онные взаимосвязи	40
Е.Н. БАРСУКОВА, Т.Н. ЧЕКУШКИНА. Перспективы выращивания земляники садовой (<i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> Duch.) в Приморском крае с использованием микроклонального размножения	45
О.М. СКАЛОЗУБ, Н.Л. КЛОЧКОВА. Оценка основных хозяйственно полезных признаков тимфеевки лу- говой в коллекционном питомнике	52
Н.В. МАЦИШИНА, П.В. ФИСЕНКО, О.А. СОБКО. Морфологические аномалии в онтогенезе картофель- ной коровки <i>Henosepilachna vigintioctomaculata</i> (Motschulsky, 1857) (Coleoptera: Coccinellidae)	57
Н.Г. ЛУКАЧЁВА, А.В. КОСТЮК. Формирование устойчивости биотипами сорняков рода <i>Echinochloa</i> к гербициду Номина, СК на рисовых полях Приморского края	63
Т.В. МОРОХОВЕЦ, В.Н. МОРОХОВЕЦ, Т.В. ШТЕРБОЛОВА, З.В. БАСАЙ, С.С. ВОСТРИКОВА, Н.С. СКОРИК. Видовая чувствительность сорных растений на ранних стадиях развития к гербициду Флекс, КЭ Р.В. ТИМОШИНОВ, Е.Ж. КУШАЕВА, Л.Е. МАРЧУК, А.А. ДУБКОВ, К.С. ПИСКУНОВ, А.Г. КЛЫКОВ. Влияние различных систем удобрений на урожайность сои и пшеницы в севообороте длительного опыта на агрехимическом стационаре ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки	70
М.А. ШАРОВ. Ройливость и роение медоносной пчелы дальневосточной породы в условиях Приморского края	75
М.А. ШАРОВ. Ройливость и роение медоносной пчелы дальневосточной породы в условиях Приморского края	81

Растениеводство

Е.М. ФОКИНА, С.А. ТИТОВ. Новые сорта сои амурской селекции	85
А.И. СОРОКИНА, М.В. ЯКИМЕНКО, С.А. БЕГУН. Динамика роста титра микробных клеток штаммов <i>Bradyrhizobium japonicum</i> и <i>Sinorhizobium fredii</i> при глубинном культивировании в лабораторном фермен- тере	92
Г.П. ВЛАСЕНКО. Оценка экологической пластичности ранних и среднеранних сортов картофеля в Камчат- ском крае	100
Л.В. САМУТЕНКО. Лабильное органическое вещество аллювиальной серогумусовой почвы с разными агрехимическими фонами (остров Сахалин)	106
Н.А. СЕЛЕЗНЕВА, А.Г. ТИШКОВА, Т.Н. ФЕДОРОВА, Т.А. АСЕЕВА. Влияние антропогенной нагрузки на изменение агробιοлогических свойств почвы, урожайность и качество зерна яровой пшеницы	113
В.А. ЧУВИЛИНА, В.С. ПАРХАТОВА. Влияние сроков посева на кормовую и зерновую продуктивность ячменя в условиях острова Сахалин	119
С.С. ДИКУНИНА, <u>Н.Н. ШУЛЬГА</u> , Е.П. КОТЕЛЬНИКОВА, Т.В. МИЛЛЕР. Сравнительная антибактериаль- ная эффективность настойки чаги березовой и препарата Бефунгин	124

Животноводство

Г.А. БОНДАРЕНКО, И.А. СОЛОВЬЕВА, Т.И. ТРУХИНА, Д.А. ИВАНОВ. Трихинеллез в природных условиях Амурской области	128
Н.Ф. КЛЮЧНИКОВА., М.Т. КЛЮЧНИКОВ. Способ повышения оплодотворяемости коров на молочных фермах Дальнего Востока	132
И.Ю. КУЗЬМИНА, Е.В. ГИНТЕР, А.В. КУЗЬМИН. Экономическая эффективность применения кедрового стланика и лишайника в рационах помесного молодняка абердин-ангусской породы в условиях Магаданской области	136
И.Ю. КУЗЬМИНА. Использование ламинарии и лишайников в рационе молодняка крупного рогатого скота	141
Н.Ф. КЛЮЧНИКОВА, М.Т. КЛЮЧНИКОВ, Е.М. КЛЮЧНИКОВА. Сезон отела и продуктивность коров на фермах Хабаровского края	148

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	– директор 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	– зав. отделом 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	– научный руководитель Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток
д.х.н. А.И. КАЛИНОВСКИЙ	– главный научный сотрудник Тихоокеанского института биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН, Владивосток
чл.-корр. РАН А.Г. КЛЫКОВ	– зав. отделом Федерального научного центра агробиотехнологий 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	– научный руководитель 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 океанологического института им. В.И. Ильичёва 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

3 (217). 2021

CONTENTS

To the 45-th anniversary of Primorsky Research Institute of Agriculture

Primorsky Research Institute of Agriculture: development and achievements. O.V. MOHAN	5
A.G. KLYKOV, G.A. MURUGOVA, P.M. BOGDAN, O.A. TIMOSHINOVA, I.V. KONOVALOVA, N.A. KRYUCHKOVA. Promising directions and results of grain and cereal crops breeding in Primorsky Krai	9
E.S. BUTOVETS, L.M. LUKYANCHUK, E.A. VASINA. Assessment of the stress resistance and productivity potential of soybean varieties in the Primorsky Krai	20
A.S. CHIBIZOVA, E.N. BARSUKOVA, G.V. GUKOV Surface cultivation of mycelium of shiitake mushroom (<i>Lentinula edodes</i> (Berk.) Pegler) on nutrient media with biostimulants	29
V.P. VOZNYUK, I.V. KIM, O.V. ANIKINA. Results of research on potato breeding in the conditions of the Primorsky Krai	35
O.N. TELICHKO. Indicators of economically valuable traits of hybrids f_3-f_4 of spring vetch and their correlations E.N. BARSUKOVA, T.N. CHEKUSHKINA. Prospects of growing garden strawberries (<i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> Duch.) in the Primorsky Krai using microclonal propagation	40
O.M. SKALOZUB, N.L. KLOCHKOVA. Main economically valuable traits of timothy grass in the collection nursery	45
N.V. MATSISHINA, P.V. FISENKO, O.A. SOBKO. Morphological anomalies in the ontogenesis of potato ladybug <i>Henosepilachna vigintioctomaculata</i> (Motschulsky, 1857) (Coleoptera: Coccinellidae)	52
N.G. LUKACHEVA, A.V. KOSTYUK. Formation of resistance by biotypes of weeds of the genus <i>Echinochloa</i> to the herbicide Nomini, SC in the rice fields of the Primorsky Krai	57
T.V. MOROKHOVETS, V.N. MOROKHOVETS, T.V. SHTERBOLOVA, Z.V. BASAI, S.S. VOSTRIKOVA, N.S. SKORIK. Species sensitivity of weeds in the early stages of development to the herbicide Flex, CE	63
R.V. TIMOSHINOV, E.Zh. KUSHAEVA, L.E. MARCHUK, A.A. DUBKOV, K.S. PISKUNOV, A.G. KLYKOV. The influence of various fertilizer systems on the yield of soy beans and wheat in the crop rotation of the long-term agrochemical stationary of A.K. Chaika Federal Research Center of Agricultural biotechnology of the Far East	70
M.A. SHAROV. Swarming and swarm ability of honey bee of the Far Eastern breed in the conditions of Primorsky Krai	75
	81

Plant growing

E.M. FOKINA, S.A. TITOV. New varieties of soybeans of the Amur selection	85
A.I. SOROKINA, M.V. YAKIMENKO, S.A. BEGUN. Dynamics of growth of microbial cell titer of <i>Bradyrhizobium</i> <i>japonicum</i> and <i>Sinorhizobium fredii</i> strains during submerged cultivation in a laboratory fermenter	92
G.P. VLASENKO. Assessment of the ecological plasticity of early and medium-early potato varieties in the Kam- chatka Krai	100
L.V. SAMUTENKO. Labile organic matter of alluvial gray-humus soil with different agrochemical backgrounds (Sakhalin Island)	106
N.A. SELEZNEVA, A.G. TISHKOVA, T.N. FEDOROVA, T.A. ASEEVA. The impact of the anthropogenic load on the change in agrobiological properties of the soil, the yield and quality of the spring wheat crop	113
V.A. CHUVILINA, O.S. PARKHATOVA. Influence of sowing dates on forage and grain productivity of barley under conditions of the Sakhalin Island	119
S.S. DIKUNINA, <u>N.N. SHULGA</u> , E.P. KOTELNIKOVA, T.V. MILLER. Comparative antibacterial efficiency of the birch fungus tincture and the Befungin drug	124

Animal breeding

G.A. BONDARENKO, I.A. SOLOVYEVA, T.I. TRUKHINA, D.A. IVANOV. Trichinosis in the natural conditions of the Amur Region	128
N.F. KLUCHNIKOVA, M.T. KLUCHNIKOV. How to increase the fertilization of cows on dairy farms in the Far East	132
I.Yu. KUZMINA, E.V. GINTER, A.M. KUZMIN. The economic efficiency of the use of dwarf pine and lichen in the diets of mixed young Aberdeen-Angus breed in the conditions of the Magadan Region	136
I.Yu. KUZMINA. The use of laminaria and lichens in the diet of young cattle	141
N.F. KLYUCHNIKOVA, M.T. KLYUCHNIKOV, E.M. KLYUCHNIKOVA. The calving season and cow productivity on the farms of Khabarovsk Krai	148

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	– Head of the Department, 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	– Research Supervisor, 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	– Director, 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
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
P.V. KRESTOV, Corresponding Member of RAS	– Director, Botanical Garden-Institute, FEB RAS, Vladivostok
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	– Research Supervisor, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства: развитие и достижения

Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства был организован в 1976 г. В настоящее время это Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, многопрофильное научное учреждение, сочетающее научно-исследовательскую работу, производство оригинальных семян, образовательную и инновационную деятельность. Показаны итоги работы учреждения, современные направления исследований.

Ключевые слова: научные исследования, сельское хозяйство, селекция, семеноводство, технологии.

Primorsky Research Institute of Agriculture: development and achievements. O.V. MOHAN (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Timiryazevsky village).

Primorsky Research Institute of Agriculture was organized in 1976. At present it is A.K. Chaika Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East, a multidisciplinary research institution combining research, original seed production, educational and innovation activities. The results of the institution's work and modern directions of its research are shown.

Key words: research, agriculture, selection, seed production, technologies.

Становление в Приморье научного подхода к сельскому хозяйству началось с организации в 1908 г. Никольск-Уссурийского опытного поля, созданного по указанию Департамента земледелия Главного управления землеустройства и земледелия России. В 1924 г. на базе опытного поля была организована Приморская сельскохозяйственная опытная станция, получившая в 1956 г. статус государственной. Она послужила фундаментом для Приморского научно-исследовательского института сельского хозяйства, организованного в соответствии с постановлением Совета Министров РСФСР от 12 февраля 1976 г. № 103 и приказом Министерства сельского хозяйства РСФСР от 3 марта 1976 г. № 316 и переданного в структуру Сибирского отделения ВАСХНИЛ. В задачи, поставленные перед новым институтом, входило содействие развитию сельскохозяйственной отрасли края, внедрение в нее новых технологий, обоснование широкого мелиоративного строительства.

Повышение статуса научной организации обусловило дальнейшее развитие инженерной инфраструктуры территории, а также начало строительства нового лабораторного корпуса, рассчитанного на перспективное расширение исследований.

С созданием института в науку пришло много талантливых людей, которые плодотворно занимались исследованиями и разработкой вопросов повышения эффективности ведения сельского хозяйства: А.П. Ващенко, Б.И. и А.В. Уманец, Н.А. Сакара, Н.М. Волик, В.В. Бочкарев, А.М. Семёнова, П.П. Фисенко, В.А. Ковалевская, Л.М. и А.А. Моисеенко, А.К. и Л.А. Новосёловы, Н.В. Мудрик, А.И. и Р.И. Живчиковы, Г.М. Головач, Н.В. Чайка, В.М. Никишин, Л.А. Дега и многие другие.

В течение длительного времени – с 1976 по 2015 г. – бессменным директором института являлся Анатолий Климентьевич Чайка, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки. С 2016 г. институт возглавляет кандидат сельскохозяйственных наук Алексей Николаевич Емельянов.



Приморский НИИСХ: здания постройки 1915 и 1991 гг. Приказ Министерства сельского хозяйства РСФСР от 03 марта 1976 г. № 716 об организации Приморского НИИСХ

В соответствии с приказом ФАНО России от 17 января 2018 г. № 11 Приморский НИИСХ был реорганизован в форме присоединения к нему Дальневосточного регионального аграрного научного центра, Приморской плодово-ягодной опытной станции, Приморской научно-исследовательской опытной станции риса и переименован в Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. На основании приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 18 декабря 2019 г. № 1400 ФГБНУ «Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» реорганизовано в форме присоединения к нему ФГБНУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений».

В настоящее время Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки – ведущее научное сельскохозяйственное учреждение широкого профиля, где проводятся уникальные фундаментальные научные исследования по селекции сои, риса, зерновых, картофеля и других культур, в том числе с использованием методов биотехнологии и молекулярной генетики.

Основные направления исследований: селекция сельскохозяйственных культур, семеноводство (оригинальное, элитное) полевых, кормовых, овощных культур, картофеля, создание новых сортов сельскохозяйственных культур, в том числе с использованием методов биотехнологии, механизация, экономика и организация сельскохозяйственного производства в хозяйствах всех форм собственности, разработка и совершенствование высокоэффективных ресурсо- и энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур; разработка экологически безопасных систем земледелия, развитие пчеловодства и создание устойчивой кормовой базы с использованием новых кормовых культур и технологий их возделывания для животноводства Приморского края.

За годы существования опытно-селекционного дела сотрудниками выведено и предложено производству более 70 сортов сельскохозяйственных культур, решен ряд теоретических и практических вопросов селекции сои, пшеницы, ячменя, гречихи, риса, картофеля, а также технологий их возделывания.

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, внесен 61 сорт селекции Центра. На научной основе ведется работа по семеноводству полевых культур, в том числе оригинальному. Разработан научно обоснованный регламент производства оригинального семенного картофеля. В 2016 г. Центр вошел в состав Национального союза селекционеров и семеноводов.

В Центре функционирует единственная на Дальнем Востоке аккредитованная лаборатория диагностики болезней картофеля, в которой выполняется контроль качества оригинального семенного картофеля на всех этапах его производства в Центре – от пробирочных растений до супер-суперэлиты.

В 2020 г. Испытательная лаборатория агрохимических анализов прошла оценку состояния измерений в системе Росстандарт. Получены Свидетельство и Заключение о состоянии измерений в лаборатории, на основании которых лаборатория имеет право выдавать протокол испытания.

В 2018 г. в рамках национального проекта «Наука и университеты» создана лаборатория селекционно-генетических исследований полевых культур, в 2021 г. – Селекционно-семеноводческий центр по картофелю.

ЦКП «Биоресурсная коллекция» включает в себя коллекцию растений (яровой и озимой пшеницы, ярового ячменя, сои, картофеля, риса, кормовых культур, кукурузы), коллекцию ксилотрофных базидиальных макромицетов и возбудителей заболеваний сои.

На базе опытных полей Центра заложен длительный (с 1941 г.) стационарный полевой опыт «Изучить в полевом севообороте при длительном применении удобрений химические свойства лугово-бурых почв Приморья и разработать нормативные показатели их плодородия применительно к возделываемым культурам», который включен в российскую Географическую сеть длительных опытов.



Заведующий отделом селекции и биотехнологии сельскохозяйственных культур д.б.н., чл.-корр. РАН А.Г. Клыков в питомнике размножения зерновых культур

Результатом исследований лаборатории пчеловодства стали подача заявки и регистрация породы дальневосточных пчел (впервые на Дальнем Востоке).

Центр имеет лицензию и аккредитацию на право ведения образовательной деятельности в области подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по программам: 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство и 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений.

В соответствии с федеральным законодательством при участии Центра создано четыре малых инновационных предприятия.

ФГБНУ «ФНЦ агробiotехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» на основе заключенных меморандумов и соглашений ведет активную международную деятельность со странами АТР – Японией, Республикой Корея, КНР и др.

*Оксана Викторовна МОХАНЬ,
кандидат сельскохозяйственных наук,
заместитель директора по научной работе
(Федеральный научный центр агробiotехнологий
Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
Уссурийск, пос. Тимирязевский).
E-mail: fe.smc_rf@mail.ru*

А.Г. КЛЫКОВ, Г.А. МУРУГОВА, П.М. БОГДАН, О.А. ТИМОШИНОВА,
И.В. КОНОВАЛОВА, Н.А. КРЮЧКОВА

Перспективные направления и результаты селекции зерновых и крупяных культур в Приморском крае

*В создании новых конкурентоспособных сортов ведущая роль принадлежит генетическим ресурсам растений. Изучены коллекционные образцы ВИР отечественной и зарубежной селекции ярового и озимого ячменя (*Hordeum vulgare* L.), озимой и яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), твердой пшеницы (*Triticum durum* Dest.), гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.), гречихи татарской (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) гречихи полужонтичной (*Fagopyrum cymosum* Meissn.) и гречихи дикорастущей (*Fagopyrum homotropicum* Ohnishi). Выделены высокопродуктивные сорта-источники, устойчивые к полеганию, адаптированные к условиям муссонного климата Приморского края. Сформирована биоресурсная признаковая коллекция для решения актуальных задач селекции зерновых культур. В результате целенаправленных исследований созданы новые сорта яровой пшеницы (Никольская, Прима), ярового ячменя (Прimoreц, Приморский 100) и гречихи (Уссурочка), рекомендованные для возделывания на Дальнем Востоке.*

Ключевые слова: яровой и озимый ячмень, яровая мягкая и озимая пшеница, твердая пшеница, гречиха, биоресурсная коллекция.

Promising directions and results of grain and cereal crops breeding in Primorsky Krai. A.G. KLYKOV, G.A. MURUGOVA, P.M. BOGDAN, O.A. TIMOSHINOVA, I.V. KONOVALOVA, N.A. KRYUCHKOVA (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Timiryazevsky village).

*The leading role in the creation of new competitive varieties belongs to plant genetic resources. The research is devoted to the study of collection samples of All-Union Research Institute of Plant Breeding of domestic and foreign selection of spring and winter barley (*Hordeum vulgare* L.), winter and spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.), durum wheat (*Triticum durum* Dest.), common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.), Tatar buckwheat (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.), tall buckwheat (*Fagopyrum cymosum* Meissn.) and wild buckwheat (*Fagopyrum homotropicum* Ohnishi). Highly productive variety sources resistant to lodging and adapted to the monsoon climate of Primorsky Krai were identified. A bioresource characteristic collection has been formed to solve urgent problems in the breeding of grain crops. As a result of targeted research, new varieties of spring wheat (Nikolskaya, Prima), spring barley (Primorets, Primorsky 100), and buckwheat (Ussurochka) recommended for cultivation in the Far East have been created.*

Key words: spring and winter barley, spring and winter soft wheat, durum wheat, buckwheat, bioresource collection.

Введение

Зерновым и крупяным культурам принадлежит ведущее место в производстве растениеводческой продукции как в мировом, так и в российском земледелии. Значимость

КЛЫКОВ Алексей Григорьевич – доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, заведующий отделом, *МУРУГОВА Галина Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией, БОГДАН Полина Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ТИМОШИНОВА Оксана Анатольевна – младший научный сотрудник, КОНОВАЛОВА Инна Витальевна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, КРЮЧКОВА Надежда Анатольевна – младший научный сотрудник (Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурйск, пос. Тимирязевский). *E-mail: gal.murugova@yandex.ru

растений этой группы определяется высокой ценностью продукции: зерно содержит в сбалансированном соотношении углеводы, белки и жиры, а также многие витамины и минеральные элементы, необходимые человеку и сельскохозяйственным животным [7, 16]. В связи с этим необходимость увеличения производства собственного зерна в Дальневосточном регионе становится особенно актуальной [19]. Для достижения этой цели важное значение имеет сорт, от которого зависит до 40 % прироста урожая.

Дальний Восток России характеризуется муссонным климатом с высокой влажностью воздуха, частыми туманами, способствующими усилению развитию болезней, снижению качества зерна и устойчивости к полеганию [9, 14, 18]. Для создания конкурентоспособных сортов необходимо располагать генетически разнообразным и комплексно изученным исходным материалом [17, 18, 20].

В селекции ячменя (*Hordeum vulgare* L.) актуальными задачами являются эффективное использование биоресурсной коллекции для обеспечения стабильно высокой урожайности, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам [1, 2], а также создание многорядных сортов ячменя, обладающих высоким потенциалом продуктивности, устойчивых к полеганию и болезням [11, 15].

Создание в последние годы в России сортов озимой и яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с высоким потенциалом урожайности стало возможным благодаря широкому использованию современных методов селекции, знаниям закономерностей наследования селекционных признаков и селекционно-генетических особенностей исходного материала [3, 5, 8].

Исследования ряда авторов показывают, что при скрещивании яровых с озимыми гораздо проще подобрать исходные родительские компоненты с наименьшим количеством отрицательных признаков и совместить в гибридном растении максимальное число генов, определяющих развитие положительных свойств [3, 5, 8]. В связи с этим анализ практики использования озимых пшеницы и ячменя в селекции яровых имеет важное значение.

Одной из ценных сельскохозяйственных культур, возделываемых во многих странах мира, является гречиха посевная (*Fagopyrum esculentum* Moench.). Основной продукт, вырабатываемый из этой культуры, – гречневая крупа, обладающая хорошими вкусовыми, питательными и диетическими свойствами [4, 10, 14]. В вегетативных и генеративных органах растений гречихи содержатся биологически активные вещества (флавоноиды), в том числе рутин. Рутин, или витамин Р, применяется в медицине для лечения и профилактики нарушений, связанных с проницаемостью кровеносных капилляров [14]. Поэтому создание сортов гречихи с повышенным содержанием флавоноидов является важной задачей.

Цель настоящей работы – изучение генетических ресурсов пшеницы, ячменя, гречихи коллекции ВИР, выделение ценных источников с комплексом хозяйственных признаков для создания новых высокопродуктивных сортов в условиях муссонного климата Приморского края.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены в лаборатории селекции зерновых и крупяных культур ФГБНУ «Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в 2000–2020 гг. Объектом исследований являлись 1219 образцов зерновых и крупяных культур из мировой коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). Основная часть материала представлена сортами из рода *Triticum* L. (451 шт.): пшеница мягкая (*T. aestivum* L.) – яровые (327 шт.) и озимые (103 шт.) формы; пшеница яровая твердая (*T. durum* Desf.) – 19 шт., полба (*T. dicoccum* Schrank) – 2 шт. Сорта ячменя культурного (*Hordeum vulgare* L.) включали 481 образец: двурядные (*H. vulgare* L. subsp. *distichum*) – 238 шт. и многорядные формы (*H. vulgare* L. subsp. *vulgare*) – 243 шт. (в том числе 55 озимых). Род Гречиха (*Fagopyrum* Mill.) был представлен 287 образцами: гречиха

посевная (*F. esculentum* Moench.) – 267 шт., гречиха татарская (*F. tataricum* (L.) Gaertn.) – 18 шт., гречиха полузонтичная (*F. cymosum* Meissn.) – 1 шт., гречиха дикорастущая (*F. homotropicum* Ohnishi) – 1 шт.

Изучение сортообразцов осуществлялось в коллекционном питомнике. Норма высева ярового ячменя в конкурсном сортоиспытании – 5,0 млн, яровой пшеницы – 5,5 млн, гречихи – 2,0 млн всхожих семян на 1 га. Площадь делянок в коллекционном – 1 м², конкурсном сортоиспытании – 15 м², повторность соответственно 4- и 5-кратная. В качестве стандарта использовали сорт ярового ячменя Восточный, яровой пшеницы – Приморская 39, гречихи – Изумруд.

Основной метод селекционной работы с зерновыми культурами – внутривидовая гибридизация эколого-географически отдаленных форм с последующим индивидуальным отбором образцов по продуктивности, устойчивости к полеганию и болезням. Родительские сорта для гибридизации подбирались с учетом адаптации и реакции их на условия произрастания. В качестве материнской формы взяты сорта местной селекции, а за отцовскую – образцы с ценными хозяйственно биологическими признаками.

Для совмещения цветения озимых и яровых сортов семена озимых форм перед высадкой в поле подвергались яровизации следующим образом. В стерильном влажном песке семена выдерживались 1–2 сут при температуре 18–20 °С, после этого растительные с набухшими семенами или проростками размером 0,3–0,5 мм помещали в камеру с температурой 0...–2 °С на 35–40 дней. По истечении времени проростки, длина которых за этот срок увеличилась до 3–4 см (10–15 апреля), высаживались на участке гибридизации. Одновременно высевались семена материнских яровых сортов в два срока (II и III декады апреля). Опыление проводилось твелл-методом на 3–4-й день после кастрации материнских растений [12]. Как правило, по каждой комбинации кастрировалось 3–4, а на перспективных – 10–15 колосьев.

Учеты и наблюдения выполнялись по методике государственного испытания сельскохозяйственных культур [13]. Статистическая обработка данных осуществлялась по методике Б.А. Доспехова [6].

Результаты исследований

В последние годы в ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки проводятся работы по целенаправленному изучению мировых генетических ресурсов и выделению источников хозяйственно ценных признаков сортов в условиях муссонного климата. Сформирована биоресурсная коллекция зерновых и крупяных культур различного эколого-географического происхождения, представленная сортами из 30 стран мира.

Анализ генетических ресурсов показал, что наибольшее количество образцов *Triticum aestivum* L. (430 шт.) относится к разновидностям *lutescens* (274 шт.) и *erythrosperrum* (86 шт.), а *Triticum durum* Dest. (19 шт.) – к *hordeiforme* (16 шт.).

Пшеница в коллекции представлена сортами: 304 образца российской селекции, 32 – селекции стран СНГ (Казахстан – 13, Украина – 17, Республика Беларусь – 2), 33 – селекции стран Азии (Индия – 8, Китай – 12, Сирия – 3, Иран – 1) и Средиземноморья (Алжир – 6, Тунис – 2, Египет – 1), 35 – селекции стран Северной и Южной Америки (США – 14, Чили – 2, Мексика – 8, Аргентина – 1, Канада – 10), 22 – селекции стран Европы (Нидерланды – 1, Германия – 7, Польша – 3, Чехословакия – 2, Эстония – 2, Сербия – 1, Франция – 1, Португалия – 2, Норвегия – 1, Швеция – 1, Финляндия – 1); кроме того, изучено 4 сорта из Австралии (табл. 1).

Виды ячменя рода *Hordeum* L. широко распространены и произрастают в разнообразных климатических условиях [11, 15]. Наибольшее распространение и практическое использование имеет вид ячменя культурного *Hordeum vulgare* L. Биоресурсная коллекция этого вида представлена двумя подвидами: двурядного (*H. vulgare* L. *subsp. distichum*) – 238 шт. и многорядного (*H. vulgare* L. *subsp. vulgare*) – 243 шт. ячменя. Основная часть образцов относится к разновидности *nutans* (двурядные): Россия (97 шт.) и страны СНГ –

Происхождение образцов пшеницы *T. aestivum* L., *T. durum* Desf и *T. dicoccum* Schrank

Разновидность <i>Triticum</i>	Россия и страны СНГ*	Азия и Средиземноморье	Европа	Австралия	Северная и Южная Америка
<i>T. aestivum</i> L.					
<i>lutescens</i>	171/74	5	15	–	9
<i>erythrospermum</i>	31/27	10	2	–	16
<i>albidum</i>	10/1	9	–	–	–
<i>ferrugineum</i>	6/0	3	1	–	2
<i>millurum</i>	9/0	–	1	–	1
<i>suberythrospermum</i>	0/1	–	–	–	1
<i>graecum</i>	3/0	4	1	3	4
<i>subgraecum</i>	–	–	1	–	1
<i>rufinflatum</i>	–	1	–	–	–
<i>erythroleucum</i>	–	1	1	–	–
<i>arbarossa pseudobarbarossa</i>	1/0	–	–	–	–
<i>caesium</i>	1/0	–	–	–	–
<i>fulvocinereum</i>	1/0	–	–	–	–
<i>vavilovii jakubz</i>	–	–	–	–	1
<i>vavilovianum Udacz.</i>	–	–	–	1	–
Всего	233/103	33	22	4	35
<i>T. durum</i> Desf.					
<i>leucurum</i>	3	–	–	–	–
<i>hordeiforme</i>	16	–	–	–	–
Всего	19	–	–	–	–
<i>T. dicoccum</i> Schrank					
<i>aeruginosum</i>	2	–	–	–	–
Всего	2	–	–	–	–

*В числителе – яровые, в знаменателе – озимые сорта.

32 шт. (Казахстан – 3, Украина – 19, Республика Беларусь – 8, Узбекистан – 2), страны Европы – 75 шт. (Франция – 12, Нидерланды – 2, Финляндия – 5, Дания – 3, Швеция – 2, Великобритания – 4, Англия – 2, Германия – 24, Норвегия – 4, Латвия – 11, Чехия – 6), Северная и Южная Америка – 13 шт. (США – 8, Канада – 4, Мексика – 1), Азия – 7 шт. (Китай) (табл. 2). Из многорядных форм ячменя в коллекцию вошли разновидности: *pallidum* – 93 шт. (Россия – 48 шт., страны Европы – 26 шт. (Германия – 9, Франция – 7, Латвия – 2, Финляндия – 3, Чехия – 5), страны Азии – 4 шт. (Китай), страны Северной и Южной Америки – 14 шт. (США – 9, Канада – 3, Мексика – 2), страны Африки (Эфиопия) – 1 шт.; *parallellum* – 95 шт. (Россия – 63 шт., страны Европы (Германия) – 2 шт., страны Азии – 17 шт. (Китай – 9, Южная Корея – 2, Индия – 2, Турция – 1, Япония – 3), страны Америки – 13 шт. (США – 2, Канада – 7, Мексика – 4).

Изученная биоресурсная коллекция гречихи состоит из 287 образцов, относящихся к четырем видам рода *Fagopyrum* Mill.: *F. esculentum* Moench. (гречиха посевная или обыкновенная), *F. tataricum* (L.) Gaertn. (гречиха татарская), *F. cymosum* Meissn. (гречиха полужонтичная) и *F. homotropicum* Ohnishi (гречиха дикорастущая) [9]. Наибольшее количество образцов относится к виду *F. esculentum* Moench.: Россия – 198 шт., Украина – 21 шт., Казахстан – 3 шт., Азия – 40 шт. (Индия – 2 шт., Китай – 24 шт., Япония – 12 шт.), Европа – 5 шт. (Швеция – 2 шт., Польша – 2 шт., Франция – 1 шт.) (табл. 3).

Селекция на увеличение потенциальной урожайности сорта имеет сложности, связанные с повышением продуктивности растений за счет их способности эффективно использовать условия интенсификации, а также с выносливостью в неблагоприятных условиях среды, поражением болезнями и вредителями. Уровень урожайности и ее стабильность зависят от развития отдельных составляющих количественных признаков сорта.

Таблица 2

Происхождение образцов ячменя *Hordeum vulgare* L. subsp. *distichum* и *Hordeum vulgare* L. subsp. *vulgare*

Разновидность <i>Hordeum</i>	Россия и страны СНГ*	Азия	Европа	Африка	Северная и Южная Америка
<i>H. vulgare</i> L. subsp. <i>vulgare</i>					
<i>pallidum</i>	38/10	4	26	1	14
<i>ricotense</i>	4/0	5	1	2	10
<i>horsfordianum</i>	–	4	–	–	–
<i>parallellum</i>	28/35	17	2	–	13
<i>coeleste</i>	–	2	–	–	–
<i>trifurcatum</i>	–	4	–	–	–
<i>deficiens</i>	2/0	4	–	–	–
<i>piramidatum</i>	–	6	–	–	–
<i>erectum</i>	2/2	7	–	–	–
Всего	74/47	53	29	3	37
<i>H. vulgare</i> L. subsp. <i>distichum</i>					
<i>nutans</i>	129	3	75	–	12
<i>tonsum</i>	–	1	1	–	–
<i>medicum</i>	8	–	–	–	–
<i>persicum</i>	–	1	1	–	–
<i>subnudipyramidat</i>	1	1	–	–	–
<i>submedicum</i>	2	–	–	–	–
<i>nudum</i>	1	1	1	–	1
Всего	141	7	77	0	13

*В числителе – яровые, в знаменателе – озимые сорта.

Таблица 3

Происхождение образцов гречихи *Fagopyrum* Mill.

Вид <i>Fagopyrum</i>	Россия и страны СНГ	Азия	Европа
<i>esculentum</i> (L.) Moench.	222	40	5
<i>tataricum</i> (L.) Gaertn.	4	3	11
<i>cymosum</i> Meissn.	–	1	–
<i>homotropicum</i> Ohnishi	–	1	–
Всего	226	45	16

В результате многолетней селекционной оценки образцов зерновых культур по основным хозяйственно ценным признакам (продуктивной кустистости, числу зерен в колосе, массе зерна с растения) в коллекционном питомнике выделены сорта-источники, превосходящие стандарты в 1,5–2 раза и представляющие наибольший интерес для селекции. К таким сортам относятся: *Triticum aestivum* L. – Ишимская 98, Фаворит, Памяти Вавенкова, Лютесценс 70, Ингала, Тулайковская 105 (Россия), Wold Seeds 1812 (США), Long 94-4081 (Китай), Triso (Германия); *Hordeum vulgare* L. subsp. *distichum* – Криничный (Республика Беларусь), Ерофей (Россия), Харьковский 111, Черниговский 90 (Украина), Kimberly (Канада), Runis (Монголия), Patty (Франция); *Hordeum vulgare* L. subsp. *vulgare* – Keystone, Bruce (Канада), Morex (США), Колчан, озимый сорт Радикал (Россия) (табл. 4).

Проведенные исследования свидетельствуют о селекционной значимости таких элементов продуктивности, как продуктивная кустистость, число зерен в колосе, масса зерна с растения, поэтому в гибридизации целенаправленно использовали сорта-источники по этим признакам [7].

В результате селекционной работы получены перспективные сорта и линии, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков и обеспечивающие прибавку по сравнению со стандартом на уровне 10–20 %: *Triticum aestivum* L. – Никольская (Латона

Сорта-источники *Triticum aestivum* L. и *Hordeum vulgare* L. с ценными селекционными признаками

Сорт (происхождение), разновидность	Продуктивная кустистость, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с растения, г
<i>Triticum aestivum</i> L.			
Приморская 39 (Россия), <i>var. lutescens</i> , стандарт	2,8	32,4	3,2
Латона (Россия), <i>var. lutescens</i>	3,8	45,6	5,7
Эритроспермум 51/5 (Россия), <i>var. erythrosperrum</i>	3,9	36,7	4,4
Памяти Вавенкова (Россия), <i>var. lutescens</i>	6,4	40,7	7,6
Тулайковская 105 (Россия), <i>var. lutescens</i>	5,6	55,2	8,3
Ишимская 98 (Россия), <i>var. lutescens</i>	7,7	44,0	7,9
Ингала (Россия), <i>var. lutescens</i>	5,8	50,6	9,7
Лютеценс 70 (Россия), <i>var. lutescens</i>	6,1	36,7	6,1
Ирень (Россия), <i>var. militurum</i>	5,4	45,5	8,6
Фаворит (Россия), <i>var. lutescens</i>	7,8	41,2	8,6
Прохоровка (Россия), <i>var. lutescens</i>	5,4	39,8	6,2
Красноуфимская 100 (Россия), <i>var. lutescens</i>	7,0	40,5	9,6
Спартанка (Россия)*, <i>var. lutescens</i>	2,9	38,3	4,9
Зимница (Россия)*, <i>var. lutescens</i>	2,9	37,5	4,5
Кума (Россия)*, <i>var. lutescens</i>	3,3	39,6	4,2
Long 94-4081 (Китай), <i>var. erythrosperrum</i>	3,4	53,9	6,3
Hubara 1 (Сирия), <i>var. graecum</i>	4,0	39,9	4,7
Triso (Германия), <i>var. lutescens</i>	4,2	52,0	4,5
Wold Seeds 1812 (США), <i>var. ferrugineum</i>	5,6	37,9	5,8
Pin Chun 11 (Китай), <i>var. erythrosperrum</i>	4,8	36,4	6,1
Ken Hong 14 (Китай), <i>var. lutescens</i>	3,9	40,2	4,7
Кинельская 60 (Россия), <i>var. erythrosperrum</i>	5,5	48,1	6,5
Дуэт (Россия), <i>var. erythrosperrum</i>	4,6	45,4	4,8
Памяти Рюба (Россия), <i>var. erythrosperrum</i>	3,0	38,0	4,4
Легенда (Россия), <i>var. lutescens</i>	5,1	45,9	4,8
Руно (Россия), <i>var. aeruginosum</i>	6,0	29,4	4,4
<i>Hordeum vulgare</i> L. subsp. <i>distichum</i>			
Восточный (Россия), <i>var. submedicum</i> , стандарт	3,8	19,8	3,7
Ерофей (Россия), <i>var. nutans</i>	5,5	21,9	5,1
Харьковский 111 (Украина), <i>var. nutans</i>	5,6	26,1	5,2
Криничный (Республика Беларусь), <i>var. nutans</i>	3,5	22,4	4,6
Черниговский 90 (Украина), <i>var. nutans</i>	5,6	24,8	5,6
Patty (Франция), <i>var. nutans</i>	5,6	23,8	6,2
<i>Hordeum vulgare</i> L. subsp. <i>vulgare</i>			
Колчан (Россия), <i>var. rikotense</i>	5,0	48,0	4,6
Радикал* (Россия), <i>var. parallelum</i>	3,4	48,4	6,3
Kimberly (Канада), <i>var. pallidum</i>	3,1	46,9	4,0
Keystone (Канада), <i>var. rikotense</i>	6,3	47,0	4,7
Runis (Монголия), <i>var. pallidum</i>	3,8	44,5	5,1
Bruce (Канада), <i>var. pallidum</i>	5,2	39,7	4,6
Morex (США), <i>var. pallidum</i>	6,0	47,8	5,2
НСР ₀₅	0,2	2,0	0,2

*Озимый сорт.

× Эритроспермум 51/5), Прима (Приморская 50 × Кума), Приморская 222 (Спартанка × Приморская 39); *Hordeum vulgare* L. – Приморец (Приморский 5021 × Криничный), Приморский 100 (Приморский 128 × Morex), Приморский 153 (Приморский 44 × Patty), Приморский 212 (Приморский 44 × Keystone), Приморский 204 (Приморский 6174 × Радикал). Наибольшую селекционную ценность представляют новые сорта яровой пшеницы – Никольская, ярового ячменя – Приморец, районированные в Дальневосточной зоне с 2021 г. (табл. 5), а также перспективные сорта яровой пшеницы Прима и ярового ячменя Приморский 100, которые в 2020 г. переданы в государственное сортоиспытание.

Таблица 5

Характеристика сортов *Triticum aestivum* L. и *Hordeum vulgare* L. по основным селекционно-хозяйственным признакам

Сорт, разновидность	Комбинация скрещивания	Высота растений, см	Продуктивная кустистость, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с растением, г	Масса 1000 зерен, г	Устойчивость к полеганию, балл	Урожайность, т/га
<i>Triticum aestivum</i> L.								
Приморская 39, var. <i>lutescens</i> , стандарт	Трансформация озимого сорта пшеницы Ильичевка в яровую форму	115,0	1,2	28,8	1,2	34,6	7	3,7
Никольская, var. <i>erythrosperrum</i>	Латона × Эритроспермум 51/5	91,0	1,2	27,0	1,4	35,4	9	4,0
Прима, var. <i>erythrosperrum</i>	Приморская 50 × Кума*	95,0	1,3	26,6	1,5	43,0	9	4,1
Приморская 222, var. <i>erythrosperrum</i>	Спартанка* × Приморская 39	87,9	1,5	26,0	1,2	36,8	9	4,1
НСР ₀₅		8,0	0,1	3,0	0,1	3,0		0,2
<i>Hordeum vulgare</i> L.								
Восточный, var. <i>nutans</i> , стандарт	Приморский 6216 × Ерофей	89,4	1,9	19,6	1,2	42,3	7-8	3,7
Тихоокеанский, var. <i>nutans</i>	Черниговский 90 × (Уссурийский 8 × Union) × Trebi	73,3	1,6	21,8	1,4	48,3	7-8	4,2
Приморец, var. <i>nutans</i>	Приморский 5021 × Криничный	91,2	1,8	22,5	1,8	38,2	9	4,6
Приморский 100*, var. <i>pallidum</i>	Приморский 128 × Morex	93,0	105	38,9	1,5	37,6	9	4,9
Приморский 153, var. <i>nutans</i>	Приморский 44 × Patty	84,9	1,7	22,8	1,9	42,3	9	5,0
Приморский 212, var. <i>nutans</i>	Приморский 44 × Keystone	78,2	1,7	20,8	1,2	40,4	9	4,2
Приморский 204*, var. <i>parallelum</i>	Приморский 6174 × Радикал	84,5	1,7	24,5	1,3	34,0	9	5,2
НСР ₀₅		8,2	0,2	1,8	0,2	2,9		0,2

*Многорядный сорт.

Сорт яровой пшеницы Прима получен методом гибридизации сортов Приморская 50 × Кума, разновидность *erythrosperrum* с последующим индивидуальным отбором. Относится к краснозерным пшеницам, масса 1000 зерен составляет 43,9 г, среднеспелый, период вегетации 89–92 дня, устойчив к полеганию. Сорт ярового ячменя Приморский 100 выведен методом гибридизации Приморский 128 × Morex (США) с последующим индивидуальным отбором. Сорт многорядный (*Hordeum vulgare* L. *subsp. vulgare*, разновидность –

pallidum). Зерно светло-желтое, масса 1000 зерен 36,8–38,2 г. Средняя урожайность сорта Приморский 100 – 4,9 т/га (в сравнении со стандартом Восточный прибавка составила 1,0 т/га), вегетационный период 75–76 дней, имеет кормовое направление, устойчив к полеганию, число зерен в колосе 35,6–38,5 шт.

Важным технологическим качественным признаком зерна яровой мягкой пшеницы является его стекловидность, характеризующая мукомольные достоинства пшеницы, крупобразующую способность и выход высоких сортов муки. Наибольшая стекловидность (81 %) и выход муки 1-го сорта (62,5 %) отмечены у сорта Прима.

Важной задачей селекции является создание пшеницы с повышенным содержанием белка, который считается главным показателем качества зерна [5, 8].

Исследования показали, что повышенным содержанием белка в зерне характеризуются сорта Прима (Приморская 50 × Кума) – 14,5 % и Приморская 222 (Приморская 39 × Спартанка) – 14,8 %, относительно большим количеством клейковины (31,0 %) – Приморская 222 и Никольская (табл. 6).

Таблица 6

Характеристика сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) конкурсного испытания по основным технологическим качествам зерна

Сорт, разновидность	Комбинация скрещивания	Стекловидность, %	Выход муки 1-го сорта, %	Белок, %	Клейковина, %
Приморская 39, var. <i>lutescens</i> , стандарт	Трансформация озимого сорта Ильичевка в яровую форму	80	61,9	14,1	30,0
Никольская, var. <i>erythrosperrum</i>	Латона × Эритроспермум 51/5	72	61,6	14,4	31,0
Прима, var. <i>erythrosperrum</i>	Приморская 50 × Кума	81	62,5	14,5	29,3
Приморская 222, var. <i>lutescens</i>	Приморская 39 × Спартанка	80	57,8	14,8	31,0
НСР ₀₅		10,8	12,8	0,4	2,6

При анализе физических свойств теста на альвеографе определяли силу муки, упругость теста и отношение упругости к растяжению. По упругости теста выделяются сорта Приморская 39 – 115,5 мм и Приморская 222 – 105,1 мм. Показатель отношения упругости к длине составил от 1,4 (Никольская) до 2,9 (Приморская 239). Сила муки в зависимости от сортовых особенностей варьировала от 173,1 до 245,6 е.а.

Основные показатели качества (пористость, объем хлеба) зависят от хлебопекарных свойств зерна. Высокая пористость (4,0 балла) и хорошая хлебопекарная оценка (4,3 балла) отмечены у сорта Прима, который по этим показателям соответствует ценной пшенице (табл. 7).

На территории Дальнего Востока гречиха посевная выращивается в различных экологических условиях, поэтому здесь необходимы сорта, адаптированные к абиотическим и биотическим факторам среды [9]. В связи с этим в ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки селекция гречихи ведется в направлении получения черноплодного сорта с высоким качеством крупы (повышенным содержанием белка, жира, аминокислоты, рутина), адаптированного к переувлажнению во второй половине вегетации культуры [14].

Для гибридизации из биоресурсной коллекции *Fagopyrum esculentum* были отобраны ценные образцы гречихи по окраске плодов, крупноплодности, продуктивности, устойчивости к полеганию, повышенному содержанию флавоноидов. Этими сортами оказались Башкирская красностебельная (Россия), Китаваэ (Япония), Красноцветковая (Украина), Черноплодная (Республика Беларусь). Особое внимание при этом уделялось сочетанию

Таблица 7

Физические свойства и хлебопекарная оценка яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L.

Сорт, разновидность	Комбинация скрещивания	Физические свойства теста			Хлебопекарная оценка		
		Упругость, мм	Отношение упругости к растяжению	Сила муки, е.а.	Пористость, балл	Объем хлеба, мл	Общая хлебопекарная оценка, балл
Приморская 39, var. <i>lutescens</i> , стандарт	Трансформация озимого сорта Ильичевка в яровую форму	115,5	3,4	173,1	3,5	880	4,2
Никольская, var. <i>erythrospermum</i>	Латона × Эритроспермум 51/5	91,3	1,4	237,8	3,5	780	3,9
Прима, var. <i>erythrospermum</i>	Приморская 50 × Кума	101,2	2,3	183,9	4,0	860	4,3
Приморская 222, var. <i>lutescens</i>	Приморская 39 × Спартанка	105,1	2,6	186,8	3,5	920	4,2

использования клеточной селекции культуры *in vitro* с гибридизацией. В результате многолетней селекционной работы создан перспективный сорт гречихи Уссурочка, полученный методом гибридизации и культуры тканей. Сорт районирован по Дальневосточной зоне с 2021 г. и характеризуется высокой продуктивностью (1,4 г с растения) и устойчивостью к полеганию (табл. 8).

Таблица 8

Характеристика сортов гречихи *Fagopyrum esculentum* Moench. по основным селекционно-хозяйственным признакам

Сорт, разновидность	Год районирования	Комбинация скрещивания	Высота растений,	Длина зоны	Длина зоны	Количество соцветий с плодами, шт.	Толщина 1-го междоузлия, см	Продуктивность с растения, г
			см	плодоношения, см	ветвления, см			
Изумруд, var. <i>alata</i> , стандарт	1996	Приморская местная × К-4326 (Украина)	111,8	46,4	60,2	16	0,37	1,3
При 7, var. <i>alata</i>	1990	Отбор из местного образца, облученного в дозах 15 кР	106,1	48,2	53,0	18	0,37	1,0
Уссурочка, var. <i>alata</i>	2021	(Изумруд × Черноплодная) × (Изумруд × Китаваэ <i>in vitro</i> на селективной среде с ионами меди)	94,1	33,1	23,3	19	0,44	1,4
Приморская 426, var. <i>alata</i>	–	Отбор из популяции (При 7 × Казанская крупноплодная) × Санле-2	110,6	46,8	59,6	18	0,39	1,6
Приморская 431, var. <i>alata</i>	–	Индивидуальный отбор из Приморочки и черноплодной популяции	107,1	54,0	52,9	18	0,36	1,9
НСР ₀₅			7,1	8,4	5,0	1,2	0,03	0,2

Примечание. Прочерк – сорт не районирован.

Одним из факторов, снижающих урожайность гречихи, является полегание растений. Установлено, что устойчивость к полеганию тесно связана с морфологическим строением растения. Отмечена взаимосвязь этого признака с высотой растений и толщиной 1-го междоузлия. Неполегающие сорта, как правило, имеют более короткий и более толстый стебель. Утолщенное первое междоузлие повышает устойчивость гречихи к полеганию. Среди исследуемых сортов наибольшая толщина 1-го междоузлия выявлена у сорта Уссурочка – 0,44 см. При увеличении высоты растения происходит снижение его устойчивости к полеганию и сокращению урожайности. Анализ данных показал, что высота растений изменялась от 94,1 см (Уссурочка) до 111,8 см (Изумруд). Длина зоны плодonoшения и количество соцветий также влияют на продуктивность растения. В зоне плодonoшения формируется основное количество продуктивных соцветий. Наибольшая длина зоны плодonoшения (54,0 см) и максимальная продуктивность с одного растения (1,9 г) отмечены у сорта Приморская 431, а наибольшее количество соцветий с плодами (19 шт.) выявлено у сорта Уссурочка. Среди исследуемых сортов максимально большая длина зоны ветвления зафиксирована у сорта Изумруд – 60,2 см. По комплексу ценных признаков наибольший интерес для практической селекции представляет сорт Приморская 431.

Заключение

Таким образом, в результате изучения генетических ресурсов яровой пшеницы, ярового ячменя и гречихи из мировой коллекции ВИР выделены сорта-источники с ценными селекционно-хозяйственными признаками и свойствами, которые рекомендуется использовать в гибридизации для создания новых высокопродуктивных сортов, устойчивых к полеганию, адаптированных к условиям муссонного климата Приморского края. С использованием выделенных источников созданы новые сорта, которые в 2021 г. включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации:

яровая пшеница – сорт Никольская (получен методом гибридизации Латона × Эритропермум 51/5 с последующим индивидуальным отбором, разновидность *erythrosperrum*), среднеспелая, вегетационный период 83–88 дней, средняя урожайность – 4,0 т/га, потенциальная – 5,8 т/га;

яровой ячмень – сорт Приморец (получен методом гибридизации Приморский 5021 × Криничный с последующим индивидуальным отбором, разновидность *nutans*), среднеспелый, вегетационный период 77 дней, устойчив к полеганию, средняя урожайность 4,6 т/га, потенциальная – 6,1 т/га;

гречиха – сорт Уссурочка (получен методом гибридизации и культуры тканей с последующим негативным отбором из сложной популяции (Изумруд × Черноплодная) × (Изумруд × Китаваэ *in vitro* на селективной среде с ионами меди), разновидность *alata*), сорт среднеспелый, вегетационный период 70–75 дней, урожайность 1,5–1,8 т/га, цвет зерна черный и темно-коричневый, содержание рутина в крупе 9,7 мг/100 г.

Данные сорта рекомендуются для возделывания в Дальневосточном регионе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев Р.А., Лебедева Т.В., Чумаков М.А., Коновалова Г.С., Радченко Е.Е., Баташева Б.А. Разнообразие образцов ячменя из стран Северной Африки по устойчивости к вредным организмам // Аграр. Россия. 2020. № 11. С. 3–9.
2. Арженювская Ю.Б., Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Филенко Г.А. Анализ сортового состава и качества высеваемых семян ярового ячменя в сельхозпредприятиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 1 (61). С. 58–62.
3. Богдан П.М., Коновалова И.В., Клыков А.Г., Моисеенко Л.М. Создание селекционного материала яровой мягкой пшеницы с использованием озимых форм // Вестн. рос. с.-х. науки. 2016. № 5. С. 14–16.

4. Гасанзаде Ш.Р. Оптимизация технологических приемов возделывания гречихи в условиях Гянджа-Казанской зоны Азербайджана // Аграр. наука. 2018. № 11/12. С. 45–48.
5. Давыдова Н.В., Казаченко А.О., Малкина Т.П., Шарошкина Е.Е. Особенности использования озимых форм в селекции яровой мягкой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 9. С. 23–25.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
7. Зотиков В.И. Зернобобовые и крупяные культуры – актуальное направление повышения качества продукции // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 3 (23). С. 3–11.
8. Кашуба Ю.Н., Рутц Р.И., Поползухина Н.А. Изучение исходного материала озимой пшеницы и его использование в селекции // Омский науч. вестн. 2006. № 10 (50). С. 30–33.
9. 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.
10. Кодочилова Н.А. Хозяйственно-биологическая оценка сортообразцов гречихи в конкурсном сортоиспытании // Аграр. наука. 2019. № 10. С. 62–64.
11. Кукушкина Л.А., Вуколов В.В. Оценка исходного материала на крупность, скороспелость и продуктивность для создания сортов ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2019. Т. 21, № 6. С. 29–37.
12. Мережко А.Ф., Эзрохин Л.М., Юдин А.Е. Эффективный метод опыления зерновых культур: метод. указания. Л.: ВИР, 1973. 11 с.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. 194 с.
14. Моисеенко А.А., Моисеенко Л.М., Клыков А.Г., Барсукова Е.Н. Гречиха на Дальнем Востоке. М.: Росинформагротех, 2010. 276 с.
15. Прядун Ю.П. Селекция многорядного ячменя в условиях Южного Урала // АПК России. 2018. Т. 25, № 1. С. 50–56.
16. Сандухадзе Б.И., Журавлева Е.В., Кочетыгов Г.В. Озимая пшеница Нечерноземья в решении продовольственной безопасности Российской Федерации. М., 2011. 156 с.
17. Сафонова И.В., Аниськов Н.И., Кобылянский В.Д. База данных генетических ресурсов коллекции озимой ржи ВИР как средство классификации генетического разнообразия, анализа истории коллекции и эффективного изучения и сохранения // Вавилов. журн. генетики и селекции. 2019. Т. 23 (6). С. 780–786.
18. Dzybenko N.I. Vavilov's collection of worldwide crop genetic resources in the 21st century // Biopreservation and Biobanking. 2019. Vol. 16 (5). С. 377–383.
19. Klykov A.G., Volkov Y.G., Gapeka A.V. Biological characteristics of spring barley varieties in the Far East of Russia // Barley: physical properties, genetic factors and environmental impacts of growth / ed. K. Hasunuma. N.Y.: Nova Publishers, 2014. P. 21–36.
20. Milner S.G. et al. Genebank genomics highlights the diversity of a global barley collection // Nature Genet. 2019. Vol. 51 (2). С. 319–326.

Е.С. БУТОВЕЦ, Л.М. ЛУКЪЯНЧУК, Е.А. ВАСИНА

Оценка потенциала урожайности и стрессоустойчивости сортов сои в условиях Приморского края

Представлены результаты оценки сортов сои различного происхождения, выделены перспективные образцы по урожайности и адаптивности к условиям Приморского края. Установлено, что для образования высоко-го процента белковости сои необходимы обильные осадки с краткосрочными периодами переувлажнения во второй половине августа и первой половине сентября. В результате иммунологической оценки выявлены сорта с высокой степенью устойчивости к церкоспорозу и пероноспорозу. Подтверждена устойчивость к стрессу у российских сортов сои дальневосточной селекции. Условия для реализации потенциала урожайности сортов сои были благоприятными в 2020 г., когда индекс условий среды составлял наибольшее положительное значение (6,8). Выделенные сорта сои по ряду признаков и параметров могут быть рекомендованы для возделывания и включения в селекционную программу.

Ключевые слова: Приморский край, соя, сорт, грибные болезни, урожайность, стрессоустойчивость, гибкость.

Assessment of the stress resistance and productivity potential of soybean varieties in the Primorsky Krai.
E.S. BUTOVETS, L.M. LUKYANCHUK, E.A. VASINA (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Timiryazevsky village).

The article presents the results of evaluating soybean varieties of various origins and identifying promising samples in terms of yield and adaptability to the conditions of Primorsky Krai. It was found that to form the high percentage of protein content in soybeans, abundant precipitation with short-term periods of waterlogging is required in the second half of August and the first half of September. As a result of the immunological assessment, varieties with a high degree of resistance to cercosporosis and downy mildew were identified. Resistance to stress in Russian varieties of the Far Eastern selection was confirmed. Favorable conditions for realizing the productivity potential of soybean varieties were in 2020, where the environment index was the highest positive value (6.8). The selected varieties of soybeans due to the number of traits and parameters can be recommended for cultivation and inclusion in the breeding program.

Key words: Primorsky Krai, soybeans, variety, fungus diseases, productivity, stress resistance, flexibility.

Введение

Успех выращивания высокоурожайной сои во многом зависит от ее сорта. Выбор подходящего сорта, адаптированного к конкретным условиям региона, – эффективный и малозатратный метод, который может обеспечить высокие и стабильные урожаи в зоне возделывания [19]. В то же время урожай – результат компромисса между продуктивностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, которые по своей природе относительно независимы и находятся под контролем разных генетических систем [4, 10]. Контроль потенциалов продуктивности и стрессоустойчивости сои

*БУТОВЕЦ Екатерина Сергеевна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ЛУКЪЯНЧУК Людмила Михайловна – младший научный сотрудник, ВАСИНА Евгения Александровна – младший научный сотрудник (Федеральный научный центр агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск, пос. Тимирязевский). *E-mail: ottselsoy@mail.ru.

разными комплексами генов дает возможность сгенерировать эти свойства в одном сорте в процессе селекции, принимая во внимание, что урожайность в благоприятных условиях определяется генетическими системами потенциала продуктивности, а в неблагоприятных – комплексами генов устойчивости к стрессу [9, 18]. При этом селекция сортов с нужными свойствами осложняется существованием отрицательной генетической корреляции (в какой-то мере несовместимостью) между высокой продуктивностью и устойчивостью к неблагоприятным условиям окружающей среды. Поэтому для создания и интродукции сортов, способных стабильно обеспечивать высокую урожайность в непредсказуемых природно-климатических условиях, необходимы объективные способы оценки сортов как по хозяйственно ценным показателям, так и по их устойчивости к различным факторам среды [2, 7].

Цель исследований – изучить и оценить биологический потенциал сортов сои разного генетического и географического происхождения, выявить образцы, стрессоустойчивые к условиям Приморского края.

Материал и методы

Изучение сортов сои проводилось в 2018–2020 гг. на полях лаборатории селекции сои ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», расположенных вблизи г. Уссурийск. Район характеризуется как наиболее теплый в крае, влажный, с суровой зимой. Сумма активных температур (выше 10 °С) колеблется в пределах 2400–2600 °С, гидротермический коэффициент (ГТК) – 1,6–2,0. В годы проведения опытов метеорологические условия были контрастными, но в основном они соответствовали биологическим потребностям сои, которые складываются при ГТК 1,3–2,0 [8, 20].

По данным агрометеостанции «Тимирязевский», в отдельные месяцы 2018 г. преобладали периоды избыточного увлажнения: сумма осадков в мае составила 110,9 мм (средне-многолетнее значение 51,0 мм), в июле – 138,8 мм (норма 90,0 мм), в августе – 347,7 мм (норма 134,0 мм). Из-за избыточного увлажнения в период цветения и налива бобов растения сои не смогли сформировать полноценные продуктивные завязи. Также наблюдались абортированность бобов и невыполненность семян в бобе. В мае 2019 г. сумма осадков составляла 77,0 мм, в августе – 226,5 мм. Из-за низкого температурного фона в июне и июле отмечалось медленное развитие сои, что привело к формированию низкорослых растений и невысокой продуктивности. Недостаток солнечной энергии, обусловленный преобладанием пасмурных дней, также отразился на урожайности. Погодные условия 2020 г. резко отличались от среднеевропейской нормы повышенным температурным режимом и периодами избыточного увлажнения. Сумма осадков в июне составила 193,5 мм (средне-многолетнее значение 81,0 мм), в третьей декаде августа – 75,6 мм (средне-многолетнее 45,0 мм), в сентябре – 129,2 мм (средне-многолетнее 104,0 мм). Благоприятное сочетание влаги и тепла способствовало активному росту и развитию сои. Растения смогли сформировать полноценные продуктивные завязи бобов, что позитивно отразилось на урожайности культуры.

Почва опытного участка – лугово-бурая отбеленная, с тяжелым механическим составом. В пахотном слое она характеризовалась следующими агрохимическими показателями: рН солевой вытяжки 6,1 (ГОСТ 26483-85), гидролитическая кислотность – 1,98 мг-экв./кг почвы, N_{л.г.} – 70,0 мг/кг почвы (ГОСТ Р 58596-2019), P₂O₅ и K₂O – соответственно 87,0 и 122,0 мг/кг почвы (ГОСТ Р 54650-2011), органическое вещество – 3,42 % (ГОСТ 2623-91). Мощность корнеобитаемого слоя 20–25 см, пахотный горизонт подстилается тяжелыми водонепроницаемыми суглинками [12].

Исследовались районированные и допущенные к использованию в дальневосточной зоне возделывания сорта сои российской, канадской, французской, австрийской, сербской селекций. В качестве стандарта был взят среднеспелый сорт Приморская 4.

Закладку опыта осуществляли согласно методике полевого опыта по Б.А. Доспехову [6]. Сою выращивали в соответствии с принятой для Приморского края агротехникой [1]. Норма высева семян – 500 тыс. шт./га. Площадь делянки 22,0 м², повторность – двукратная, посев и уборка – механизированные. Учет пораженности грибными болезнями проводили на основе методических указаний по изучению устойчивости сои к грибным болезням [14]. Продуктивность и основные хозяйственные ценные признаки оценивались согласно методическим указаниям по селекции и семеноводству сои [17]. Содержание белка и масла в семенах сои определяли на приборе Inframatic 9200 в лаборатории агрохимических анализов ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [6]. Оценка образцов по гибкости, компенсаторной способности и стрессоустойчивости сортов выполняли по методике В.А. Зыкина и В.В. Мешкова [11]. Индекс условий среды (I) оценивали по методу, предложенному S.A. Eberhart, W.A. Russell, в изложении В.З. Пакудина [15].

Результаты исследований

Анализ данных экологического испытания сои показывает варьирование величины урожайности в зависимости от условий среды и генетических особенностей образцов (табл. 1). Тестируемый набор представлен сортами сои трех групп спелости: средне-ранней – 3,8 %, средней – 80,8 %, среднепоздней – 15,4 %.

Максимальная урожайность установлена у сорта российской селекции Бриз (27,8 ц/га), минимальная – у канадской Нордика (16,8 ц/га), относящихся к средней группе спелости. Прибавка урожайности от 3,5 до 5,6 ц/га в сравнении со стандартом Приморская 4 отмечалась для канадских сортов сои Кофу, ОАК Мэддок, Киото и для российского сорта Сфера. Из представленного сортимента Бриз и Батя формировали семена наибольшего калибра, что подтверждается показателем «масса 1000 зерен». Высота созревших растений варьировала от 43,7 до 97,3 см. Высокороствость фиксировалась для сортов Приморская 13, Бриз, Иван Караманов, Кассиди и особенно для среднепозднеспелого сорта Муссон.

Средние показатели масличности и белковости семян в ходе биохимического исследования показали отсутствие какой-либо закономерности и зависимости накопления запасных питательных элементов от происхождения, поскольку в каждой из групп имеются сортообразцы сои как с низким, так и с высоким их процентным содержанием в сравнении со стандартом.

В условиях Приморского края наибольшее процентное содержание белка (более 39,0 %) в семенах сои отмечено у сортов Муссон, Бриз, Опус, Киото, Хана, Асука, масла (более 24,0 %) – у сортов Сфера, Кассиди, Тайфун. При невысоком содержании белка (36,6 %) сорт Сфера благодаря высокой урожайности имеет один из максимальных показателей в группе сортов российской селекции по массе белка с 1 га – 846,5 кг/га.

Накопление количества и качественный состав белка в семенах сои определяются не только генотипом, но и в большей степени влиянием погодно-климатических условий в период вегетации растений. Биохимический состав зерна сои зависит от взаимодействия целого ряда внешних факторов, прежде всего от гидротермических условий в период формирования семян в бобах [13, 16, 21].

Для оценки влияния климатического фактора на массовую долю белка в зерне использовали гидротермический коэффициент, характеризующий усредненное состояние термо-влажнообеспеченности территории в период формирования семени (II и III декады августа, I и II декады сентября). Выявлены образцы сои, превысившие наименьшую существенную разность по данному показателю, – Муссон, Бриз, Локус, Опус, Киото, Хана, Асука, ЕС Навигатор, Регина (см. рисунок).

Установлено, что в фазу формирования семян были периоды избыточного увлажнения (ГТК от 2,5 до 4,1), оказавшие различное влияние на биохимический состав сои разных

Характеристика сортов сои (средние показатели за 2018–2020 гг.)

Сорт	Урожайность, ц/га	Масса 1000 семян, г	Высота растений, см	Период вегетации, дн	Содержание в семенах, %	
					масла	белка*
Приморская 4, стандарт	20,1	155	75,0	118	22,1	37,6 / 740,6
Россия						
Приморская 13	20,9	185	76,9	117	23,0	37,4 / 766,0
Приморская 81	20,9	185	64,6	123	23,1	37,6 / 770,0
Приморская 96	22,8	168	71,0	119	22,2	36,9 / 824,0
Приморская 86	22,2	185	69,6	123	22,0	37,3 / 811,5
Муссон	20,8	180	97,3	121	21,6	39,5 / 807,2
Сфера	23,6	178	73,5	118	24,3	36,6 / 846,5
Бриз	27,8	195	82,0	115	19,5	41,7 / 1136,1
Иван Караманов	18,8	178	75,5	114	23,5	38,1 / 702,0
Батя	19,4	190	60,7	115	23,7	37,5 / 713,0
Локус	19,9	138	71,6	112	21,9	38,8 / 756,7
Журавушка	20,5	183	61,4	110	23,5	38,3 / 769,4
Пепелина	19,3	179	60,8	115	23,2	37,8 / 715,0
ОАК Пруденс	20,1	181	66,4	112	22,9	38,0 / 748,5
Канада						
Опус	20,9	177	69,0	115	21,6	41,6 / 852,1
Киото	25,7	178	70,2	116	23,1	40,1 / 1010,0
Кофу	24,3	177	70,3	117	23,3	37,0 / 881,0
Хана	20,7	147	64,4	114	22,3	40,0 / 811,0
ОАК Мэдок	24,7	183	58,4	111	23,8	37,3 / 902,9
Асука	18,5	170	55,3	111	22,7	39,1 / 709,0
Панорама	20,6	185	53,2	111	23,6	38,5 / 779,3
Кассиди	20,6	170	76,9	121	24,0	36,1 / 728,8
Нордика	16,8	185	43,7	114	23,1	38,5 / 733,9
Франция						
ЕС Навигатор	19,0	169	53,7	107	23,7	38,6 / 718,7
Австрия						
Регина	18,5	162	44,9	113	22,5	38,8 / 703,4
Сербия						
Тайфун	20,8	130	53,5	114	24,8	34,4 / 701,2
НСР _{0,05}	2,8	30,0	19,6	5,6	1,5	1,0

* В знаменателе – масса белка с 1 га, кг.

сорта. Наибольший процент белка в семенах сои был накоплен в 2020 г. при ГТК 3,1; более низкий – в 2018 г. при ГТК 4,1 и самый низкий – в 2019 г. при ГТК 2,5. Можно предположить, что для образования высокого процента белковости сое необходимы обильные осадки с краткосрочными периодами переувлажнения во второй половине августа и первой половине сентября. Именно такие условия были в 2020 г. Наблюдается однозначная зависимость накопления белка в сортах сои среднеспелой группы от гидротермических условий. Среднепозднеспелому сорту Муссон свойственна стабильность содержания белка (38,9–39,9 %) по годам.

Муссонный климат Приморского края создает благоприятные условия (высокая температура, влажность воздуха и почвы) для развития патогенных грибов. Весомый вред оказывают листовые формы грибных болезней сои. Повреждая ассимиляционную поверхность растений, они снижают потенциал урожайности сои [5]. Поэтому поиск оптимальных

генотипов для конкретных условий возделывания и создание новых гибридных форм, совмещающих высокую продуктивность и устойчивость к грибным патогенам, – одно из важных направлений в растениеводстве и селекции [3].

Оценка устойчивости сортов сои к местным популяциям патогенов проводилась на фоне естественного развития заболеваний. Тестируемые сорта проявили среднюю степень устойчивости к самому вредоносному патогену сои в Приморском крае – *Septoria glycines* Nemmi: процент поражения растений варьировал от 30,0 до 48,2 (табл. 2). У 36,0 % образцов степень инфицирования септориозом была ниже, чем у стандарта Приморская 4. Сорта проявили высокую устойчивость к церкоспорозу: поражение не превышало 20,0 %. Устойчивость к патогену *Peronospora manshurica* продемонстрировали 68,0 % изученных образцов сои. Высокоустойчивым к данному заболеванию был один сорт – Бриз. По результатам иммунологической оценки выявлены сорта с высокой степенью устойчивости

Таблица 2

Иммунологическая устойчивость сортов сои различного происхождения к грибным болезням (средние показатели за 2018–2020 гг.)

Сорт	Септориоз (<i>Septoria glycines</i>)		Церкоспороз (<i>Cercospora sojina</i>)		Пероноспороз (<i>Peronospora manshurica</i>)	
	Степень поражения, %	Иммунологическая характеристика	Степень поражения, %	Иммунологическая характеристика	Степень поражения, %	Иммунологическая характеристика
Приморская 4, стандарт	36,7	С	12,0	УУ	15,0	У
Россия						
Приморская 13	36,7	С	15,0	У	32,3	С
Приморская 81	31,5	С	12,7	У	22,0	У
Приморская 96	36,0	С	15,0	У	17,7	У
Приморская 86	37,0	С	15,0	У	29,2	С
Муссон	35,5	С	12,0	У	28,8	С
Сфера	35,7	С	12,0	У	18,7	У
Бриз	30,0	С	12,5	У	9,0	УУ
Иван Караманов	42,5	С	13,3	У	33,7	С
Батя	40,7	С	15,0	У	26,3	С
Локус	48,2	С	14,0	У	13,3	У
Журавушка	38,7	С	13,3	У	16,7	У
Пепелина	47,8	С	15,0	У	13,3	У
ОАК Пруденс	40,0	С	20,0	У	16,0	У
Опус	46,7	С	17,0	У	26,0	С
Канада						
Киото	37,0	С	15,0	У	29,7	С
Кофу	38,2	С	17,0	У	16,7	У
Хана	36,3	С	17,0	У	14,2	У
ОАК Мэдок	47,0	С	16,0	У	18,5	У
Асука	36,0	С	12,6	У	19,8	У
Панорама	37,5	С	12,3	У	16,5	У
Кассиди	35,0	С	13,7	У	21,0	У
Нордика	44,8	С	13,3	У	20,5	У
Франция						
ЕС Навигатор	42,7	С	14,3	У	17,2	У
Австрия						
Регина	47,5	С	15,0	У	18,8	У
Сербия						
Тайфун	36,0	С	14,6	У	20,0	У

Примечание. Степень устойчивости сорта: УУ – высокоустойчивый, У – устойчивый, С – среднеустойчивый.

к церкоспорозу и пероноспорозу. Эти сорта можно рекомендовать для включения в селекционный процесс в качестве источников иммунитета к патогенам.

Производство высокоурожайных сортов сои без учета стабильности урожайности, особенно в регионах с резким проявлением неблагоприятного для растений климата, приводит к тому, что потенциал их продуктивности на практике реализуется не более чем на 10–30 % [9]. Поэтому для условий Приморского края важно выявить устойчивые к изменяющимся погодным условиям сорта сои и вычислить статистические параметры, характеризующие адаптивный потенциал по признаку урожайности (табл. 3).

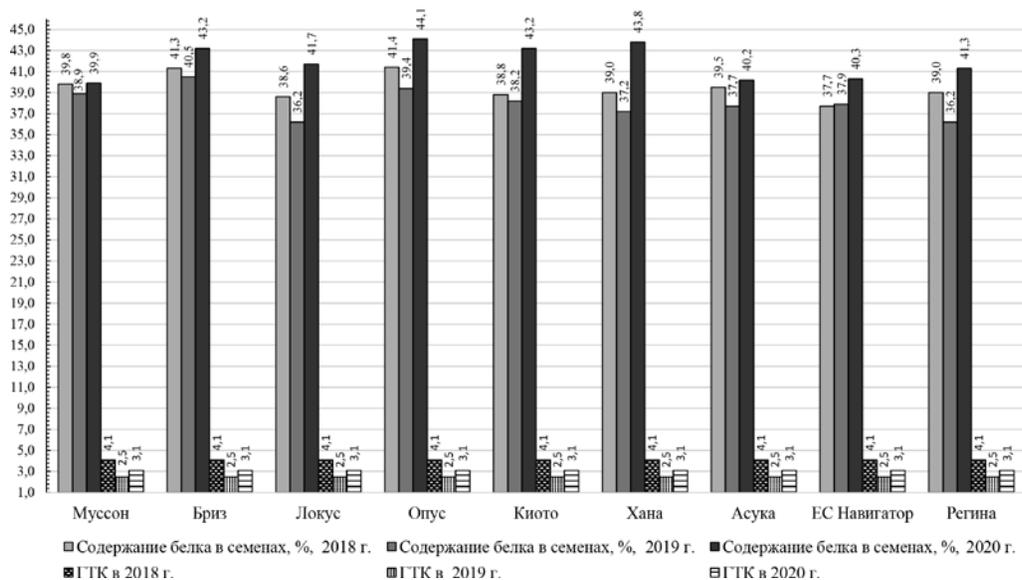
Важным показателем адаптивности сорта является устойчивость к стрессу, уровень которой определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью ($X_{\min} - X_{\max}$). Этот показатель имеет отрицательный знак и показывает степень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания. Чем меньше разрыв между

Таблица 3

**Оценка образцов сои по генотипической изменчивости, стрессоустойчивости и гибкости, ц/га
(средние показатели за 2018–2020 гг.)**

Сорт образец	Стрессоустойчивость ($X_{\min} - X_{\max}$)	Генетическая гибкость ($(X_{\min} + X_{\max})/2$)	Генотипическая изменчивость ($X_{\min} - X_{\max}$)
Приморская 4, стандарт	-12,1	19,9	13,9–26,0
Россия			
Приморская 13	-10,2	20,5	15,4–25,6
Приморская 81	-12,0	21,8	15,8–27,8
Приморская 96	-13,0	21,8	15,3–28,3
Приморская 86	-14,8	23,0	15,6–30,4
Муссон	-11,8	22,6	16,7–28,5
Сфера	-9,6	23,4	18,6–28,2
Бриз	-17,1	28,3	19,8–36,9
Иван Караманов	-20,7	16,7	6,4–27,1
Батя	-18,5	16,4	7,2–25,7
Локус	-10,2	19,7	14,6–24,8
Журавушка	-10,5	18,9	13,7–24,2
Пепелина	12,3	19,0	12,5–25,2
ОАК Пруденс	-13,5	18,1	11,4–24,9
Канада			
Опус	-19,0	18,9	9,3–28,5
Киото	-22,4	22,9	11,7–34,1
Кофу	-19,8	20,2	12,7–32,5
Хана	-19,0	18,1	8,6–27,6
ОАК Мэдок	-15,9	22,2	14,4–30,3
Асука	-18,7	18,4	9,1–27,8
Панорама	-12,5	20,5	14,3–26,8
Кассиди	-14,2	20,6	13,5–27,7
Нордика	-13,5	16,7	10,0–23,5
Франция			
ЕС Навигатор	-15,2	16,9	9,3–24,5
Австрия			
Регина	-16,3	18,4	10,3–26,6
Сербия			
Тайфун	-14,1	20,7	13,7–27,8

Примечание. X_{\min} – урожайность, сформировавшаяся в лимитированных условиях среды; X_{\max} – урожайность, сформировавшаяся в благоприятных условиях среды. Индекс условий среды (I): 2018 г. +1,8, 2019 г. –8,6, 2020 г. +6,8.



Влияние ГТК на формирование белка в семенах сортов сои, 2018–2020 гг.

максимальной и минимальной урожайностью, тем выше стрессоустойчивость сорта и тем шире диапазон его приспособительных возможностей.

На основании проведенных исследований установлено, что самую высокую устойчивость к стрессу и широкий диапазон использования имеют российские сорта сои дальневосточной селекции: Сфера (–9,6), Приморская 13 и Локус (–10,2), Журавушка (–10,5). Сорта Иван Караманов (–20,7) и Киото (–22,4) способны сформировать высокую урожайность семян в годы, наиболее благоприятные для роста и развития сои.

Характеристику по стрессоустойчивости дополняет величина $(X_{\min} + X_{\max})/2$, которая отражает генетическую гибкость сорта и его компенсаторную способность в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях. В изучаемой выборке сорта сои Приморская 86, Муссон, Сфера, Бриз, Киото, ОАК Мэдок имеют большую генотипическую гибкость (от 22,2 до 28,3 ед.), т.е. более высокую степень зависимости «генотип–среда». Наименьший показатель (от 16,4 до 16,9 ед.) был у образцов Батя, Иван Караманов, Нордика, ЕС Навигатор.

Индекс условий среды (I_s) определяет изменчивость условий возделывания и может принимать положительное или отрицательное значение. Лучшие условия для роста и развития растений складываются в годы с положительным, худшие – с отрицательным знаком индекса. В годы исследования метеорологические условия носили разнообразный характер, что дало возможность более объективно оценить тестируемые сорта, учитывая создавшиеся внешние условия среды. Индекс условий среды в период изучения был очень контрастным и изменялся от +6,8 до –8,6. Благоприятные условия для реализации потенциала урожайности сортов сои сложились в 2020 г., когда индекс условий среды составлял наибольшее положительное значение (6,8). В этот год получена самая высокая среднесортовая урожайность – 28,7 ц/га.

Выводы

По результатам трехлетних исследований проведена оценка сортов сои различного генетического и географического происхождения, выделены перспективные сорта по урожайности и адаптивности в условиях Приморского края. Максимальная

урожайность отмечена у сорта российской селекции Бриз (27,8 ц/га), минимальная – у канадского сорта Нордика (16,8 ц/га). Прибавку в урожайности от 3,5 до 5,6 ц/га в сравнении со стандартным сортом Приморская 4 дали канадские сорта сои Кофу, ОАК Мэдок, Киото и российский сорт Сфера. Наибольшее процентное содержание белка в семенах сои зафиксировано у сортов Муссон, Бриз, Опус, Киото, Хана, Асуга, масла – у сортов Сфера, Кассиди, Тайфун. Для образования высокого процента белковости сое необходимы обильные осадки с краткосрочными периодами переувлажнения во второй половине августа и первой половине сентября. Для среднепозднеспелого сорта Муссон характерна стабильность показателя белка (38,9–39,9 %) по годам. По результатам иммунологической оценки выявлены сорта с высокой степенью устойчивости к заболеваниям – церкоспорозу и пероноспорозу. Высокую устойчивость к стрессу и широкий диапазон использования имеют российские сорта сои дальневосточной селекции: Сфера (–9,6), Приморская 13 и Локус (–10,2), Журавушка (–10,5). Образцы Иван Караманов (–20,7) и Киото (–22,4) способны сформировать высокую урожайность семян в годы наиболее благоприятные для роста и развития сои. Сорта Приморская 86, Муссон, Сфера, Бриз, Киото, ОАК Мэдок характеризовались наибольшей генотипической гибкостью (от 22,2 до 28,3 ед.). Благоприятные условия для реализации потенциала урожайности сортов сои были в 2020 г., когда индекс условий среды составлял максимальное положительное значение (6,8): среднесортная урожайность в этот год была самой высокой – 28,7 ц/га. Выделенные сорта сои по ряду признаков и параметров могут быть рекомендованы для возделывания и включения в селекционную программу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адаптивные и прогрессивные технологии возделывания сои и кукурузы на Дальнем Востоке: метод. рекомендации / сост. А.К. Чайка, В.А. Тильба, А.А. Моисеенко и др. Владивосток: Дальнаука, 2009. 139 с.
2. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. М.: ИЛ, 1959. 479 с.
3. Бутовец Е.С., Васина Е.А., Лукьянчук Л.М. Скрининг гермоплазмы сои в условиях Приморского края // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 8. С. 23–27. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10803.
4. Давлетов Ф.А., Дмитриев А.М., Гайнуллина К.П., Ахмадуллина И.И. Результаты изучения коллекции сои для селекционных целей // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. 2020. № 1. С. 49–53.
5. Дега Л.А. Болезни и вредители сои на Дальнем Востоке / науч. ред. А.П. Ващенко; Россельхозакадемия. Дальневост. региональный научный центр; Приморский НИИ сельского хозяйства. Владивосток: Дальнаука, 2012. 97 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
7. Дьяков А.Б., Трунова М.В., Васильева Т.А. Оценка потенциалов урожайности и засухоустойчивости сортов сои // Масличные культуры. 2009. Вып. 2 (141). С. 78–86.
8. Енкен В.Б. Соя. М.: Сельхозгиз, 1959. 622 с.
9. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений: теория и практика // Сельскохозяйственная биология. Серия: Биология растений. 1995. № 3. С. 4–31.
10. Зайцев Н.И., Ревенко В.Ю., Устарханова Э.Г. Влияние погодных факторов на продуктивность перспективных линий сои в зоне неустойчивого увлажнения // Масличные культуры. 2020. Вып. 2 (182). С. 62–69.
11. Зыкин В.А., Мешков В.В. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений: метод. рекомендации. Новосибирск, 1984. 24 с.
12. Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. М.: Наука, 1976. 200 с.
13. Кравченко Н.С., Игнатьева Н.Г., Ионова Е.В. Влияние гидротермических условий на качество зерна озимой мягкой пшеницы // Таврический вестн. аграр. науки. 2016. № 3 (7). С. 71–79.
14. Методические указания по изучению устойчивости сои к грибным болезням / сост. Н.И. Корсаков, А.М. Овчинникова, В.М. Мизева; ВАСХНИЛ. ВИР. Л., 1979. 46 с.
15. Пакудин В.З. Оценка экологической пластичности сортов // Генетический анализ количественных признаков с помощью математико-статистических методов. М.: ВНИИТЭИСХ, 1979. С. 40–44.
16. Петибская В.С. Соя: химический состав и использование / под ред. В.М. Лукомца. Майкоп: Полиграф-Юг, 2012. 432 с.
17. Соя: методические указания по селекции и семеноводству / сост. Н.И. Корсаков, Ю.П. Мякушко. Л.: ВИР, 1975. 159 с.

18. Степанов А.С., Асеева Т.А., Дубровин К.Н. Влияние климатических характеристик и значений вегетационного индекса NDVI на урожайность сои (на примере районов Приморского края) // Аграр. вестн. Урала. 2020. № 1. С. 10–19.
19. Федотов В.А., Гончаров С.В., Савенков В.П. Рапс России. М.: Агролига России, 2008. 336 с.
20. Чирков Ю.И. Агрометеорология. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Гидрометеоздат, 1986. 296 с.
21. Шепель О.Л., Асеева Т.А., Зволимбовская М.П. Зависимость хозяйственно-биологических признаков сои от гидротермических условий Среднего Приамурья // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 8. С. 16–22. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10802.

А.С. ЧИБИЗОВА, Е.Н. БАРСУКОВА, Г.В. ГУКОВ

Поверхностное культивирование мицелия гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) на питательных средах с биостимуляторами

*Важным звеном при разработке эффективных технологий искусственного выращивания ценных и редких грибов, таких как шиитаке, является изучение биологических особенностей и производственных показателей мицелиальной культуры in vitro. В работе приведены результаты применения стимуляторов роста при поверхностном культивировании мицелия природного изолята шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler), выделенного из естественного места обитания (Уссурийский район). Установлено стимулирующее влияние препаратов Гумат+7, Эпин-экстра, Циркон на культуру *L. edodes* при добавлении их в питательную агаризованную овсяную среду. Определены концентрации биостимуляторов, способствующих увеличению показателей роста и качества мицелиальных колоний – Гумат+7 (50 мг/л), Эпин-экстра (0,5 и 0,1 мл/л) и Циркон (0,5 мл/л).*

Ключевые слова: искусственное выращивание, *Lentinula edodes*, мицелий, in vitro, биостимулятор, скорость роста, ростовой коэффициент.

Surface cultivation of mycelium of shiitake mushroom (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) on nutrient media with biostimulants. A.S. CHIBIZOVA, E.N. BARSUKOVA (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Timiryazevsky village), G.V. GUKOV (Primorskaya State Academy of Agriculture, Ussuriysk, Timiryazevsky village).

*Biological characteristics and production parameters of mycelial culture in vitro is an important link in the development of effective technologies of artificial cultivation of valuable and rare mushrooms, such as shiitake. The paper presents the results of the practical application of growth stimulants during the surface cultivation of the mycelium of the natural isolate of Shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler), isolated from its natural habitat (Ussuriysk Region). The stimulating effect of the preparations Humate+7, Epin-extra, and Zircon on the culture of *L. edodes* when they are added to the agarized oat nutrient has been established. The concentrations of biostimulants that contribute to the increase in the growth rate and quality of mycelial colonies were determined: Humate+7 (50 mg/l), Epin-extra (0.5 and 0.1 ml/l), and Zircon (0.5 ml/l).*

Key words: artificial cultivation, *Lentinula edodes*, mycelium, in vitro, biostimulant, growth rate, growth coefficient.

Введение

Ксилотрофные базидиомицеты занимают важное место в структуре растительных и лесных биоценозов. Дереворазрушающий гриб шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) является одним из наиболее перспективных объектов для изучения и дальнейшего использования, поскольку отличается большой пищевой ценностью, вкусовыми качествами плодовых тел и наличием уникального комплекса биологически активных веществ [2].

*ЧИБИЗОВА Алена Сергеевна – младший научный сотрудник, БАРСУКОВА Елена Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, исполняющая обязанности заведующего лабораторией (Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск, пос. Тимирязевский), ГУКОВ Геннадий Викторович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства (Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Уссурийск). *E-mail: chibizova1991@bk.ru

Тысячелетиями он использовался восточными лекарями как средство, наделяющее энергией и продлевающее жизнь. Благодаря уникальным целебным и питательным свойствам шиитакэ называли не иначе как «императорский гриб» или «король грибов».

Шиитакэ – традиционный гриб в восточных и азиатских странах. Он выращивается в горных районах Японии, Китая, Кореи и Дальнего Востока России. Излюбленным местом его обитания является мертвый ствол дерева шиа, из которого гриб получает основное питание. Собственно, благодаря этому гриб и получил свое название: по-японски «шиа» – вид каштанового дерева, а «такэ» – гриб [9]. В Приморском крае шиитакэ растет в широколиственных лесах с преобладанием дуба монгольского, преимущественно на мертвой древесине дуба. Грибы развиваются на пнях, отрубках, порубочных остатках (ветвях) самых различных диаметров. Гриб был найден на п-ове Муравьев-Амурский, в Лазовском, Уссурийском, Партизанском, Шкотовском и Хасанском районах [7]. Маршрутное обследование лесных территорий края, проведенное П.А. Коминым в 2016 г., показало, что шиитакэ также встречается в Спасском, Чугуевском, Дальнегорском, Красноармейском, Кавалеровском, Тернейском, Черниговском, Пожарском, Дальнереченском районах [6].

Н.Г. Розломий и Г.В. Гуков отмечают, что в Приморском крае шиитакэ развивается в основном на полуразложившейся древесине дуба монгольского, т.е. на валеже, порубочных остатках, не сгоревших в результате лесных пожаров остатках крупной древесины и т.д. [8]. По данным авторов, урожайность шиитакэ в природных условиях и при экстенсивном выращивании (искусственном посеве в отрезки древесины длиной 1 м) напрямую зависит от сложившихся климатических условий. Метод интенсивного искусственного выращивания шиитакэ имеет ряд преимуществ. Он позволяет получать плодовые тела в более короткие сроки, регулировать и контролировать процесс плодоношения, создавая необходимые для этого условия, а также подбирать оптимальные составы субстрата и мицелиальные штаммы для культивирования [5, 11].

Шиитакэ относится к реликтовым грибам. Он занесен в Красную книгу Приморского края, поэтому сбор, употребление и продажа его плодовых тел запрещены [1]. В связи с этим приоритетные задачи биотехнологических исследований – разработка эффективных технологий искусственного выращивания шиитакэ, а также изучение биологических особенностей его перспективных штаммов и продукционных показателей интенсивности роста в культуре *in vitro*.

Цель настоящей работы – оценка влияния биостимуляторов (Циркон, Эпин-экстра, Гумат+7) на интенсивность роста мицелиальной культуры природного изолята гриба шиитакэ при поверхностном культивировании *in vitro*.

Материалы и методика исследований

Объектом исследования служила мицелиальная культура шиитакэ (*L. edodes*), выделенная из плодовых тел, собранных на древесных остатках дуба монгольского в естественных местообитаниях (с. Каменушка Уссурийского района), а также стимуляторы роста – Циркон, Эпин-экстра и Гумат+7.

Выращивание мицелия шиитакэ осуществляли в чашках Петри (диаметром 10 см) методом поверхностного культивирования при температуре 22 ± 2 °С до полного зарастания питательной среды мицелием. Опыт включал в себя 10 вариантов, контролем служила овсяная агаризованная среда (ОА), состоящая из 60 г овсяной муки, 20 г сахарозы, 20 г агара на 1 л дистиллированной воды. Другие варианты опыта включали различные концентрации биостимуляторов, добавленных в овсяную среду (табл. 1).

Питательную среду стерилизовали автоклавированием при давлении 0,11 МПа в течение 20 мин. Посев культуры гриба осуществляли в строго асептических условиях ламинар-бокса. Инокуляционный блок размером 1,5 см переносили на питательную среду. Эксперимент проводили в пяти биологических повторностях. Для установления влияния

биологически активных компонентов на рост и развитие мицелиальных колоний шиитаке определяли скорость линейного роста и ростовой коэффициент (РК) по методу А.С. Бухало [3]:

$$PK = d \times h \times g/t,$$

где d – диаметр колонии, мм; h – высота колонии, мм; g – плотность колонии, баллы; t – возраст колонии, сут.

Вычисление скорости линейного роста колонии проводили по формуле

$$V = (D - d) / t,$$

где D – диаметр колонии, мм; d – диаметр инокуляционного блока, мм; t – продолжительность культивирования, сут.

Плотность колонии отмечалась по трехбалльной системе: 1 – редкая, 2 – средняя, 3 – плотная.

Статистическую обработку данных интенсивности роста колоний проводили на 7-е, 14-е и 21-е сутки, различия между вариантами опыта оценивали с помощью средней арифметической (\bar{x}), ошибки средней арифметической ($S\bar{x}$), критерия Стьюдента (t) и коэффициента вариации (V , %) [4].

Результаты и обсуждение

Активный рост мицелиальных колоний шиитаке наблюдался через семь суток культивирования на всех вариантах агаризованных питательных сред (рис. 1, а).

Размер колоний мицелия составлял в среднем 39,5 мм, максимальный диаметр наблюдался на контрольной среде – 43,8 мм (табл. 2).

Значения показателя «диаметр колонии» между вариантами характеризовались низким варьированием, существенных отличий не отмечено. В биологических повторностях ($n = 5$) диаметр колоний шиитаке варьировал в зависимости от стимулятора роста и его концентрации. Изменчивость данного показателя была минимальной при культивировании на

Варианты опыта

№ п/п	Состав питательной среды	Концентрация стимулятора роста в 1 л среды
1	ОА + Циркон	0,1 мл
2	ОА + Циркон	0,25 мл
3	ОА + Циркон	0,5 мл
4	ОА + Эпин-экстра	0,5 мл
5	ОА + Эпин-экстра	0,1 мл
6	ОА + Эпин-экстра	0,15 мл
7	ОА + Гумат +7	50 мг
8	ОА + Гумат+7	100 мг
9	ОА + Гумат+7	150 мг
10	Контроль – овсяная агаризованная среда (ОА)	0

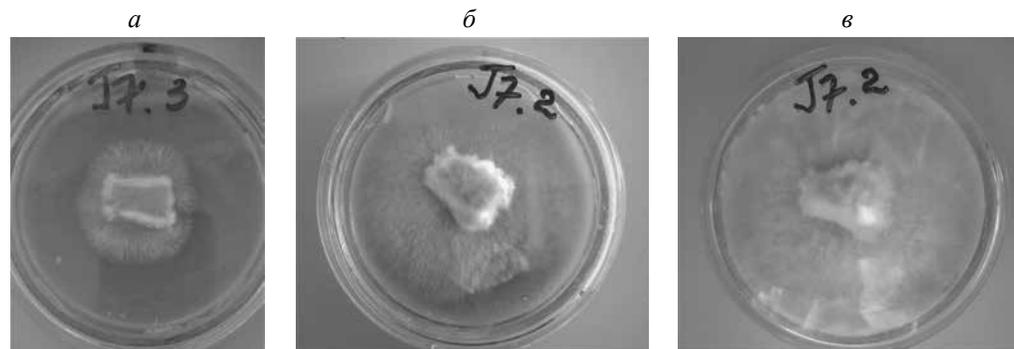


Рис. 1. Рост мицелиальных колоний *L. edodes* на среде со стимулятором роста Гумат+7: а – на 7-е, б – на 14-е, в – на 21-е сутки

Динамика роста мицелия гриба шитаке на овсяной агаризованной среде с добавлением биостимуляторов

Вариант опыта	Стимулятор, концентрация, мг/л	Диаметр колонии, мм						t _{факт}
		7-е сутки		14-е сутки		21-е сутки		
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V, %	
1	Циркон, 0,1	40,0 ± 0,7	4,0	73,6 ± 1,2	3,7	85,4 ± 2,7	7,15	0,46
2	Циркон, 0,25	40,2 ± 3,6	16,9	70,4 ± 4,7	15,0	85,8 ± 2,1	5,55	0,70
3	Циркон, 0,5	40,0 ± 3,1	9,8	70,6 ± 4,3	13,5	84,2 ± 3,5	9,32	0,05
4	Эпин-экстра, 0,5	34,0 ± 2,4	15,7	70,8 ± 2,3	7,2	86,2 ± 1,4	3,61	1,15
5	Эпин-экстра, 0,1	41,6 ± 1,9	10,4	76,4 ± 2,3	6,8	85,6 ± 1,2	3,15	1,19
6	Эпин-экстра, 0,15	37,2 ± 1,9	11,8	69,4 ± 4,4	14,1	81,4 ± 1,3	3,64	0
7	Гумат+7, 50	39,0 ± 4,4	25,4	75,0 ± 1,8	5,5	90,4 ± 1,2*	2,98	3,44*
8	Гумат+7, 100	36,8 ± 3,5	21,3	69,6 ± 5,4	17,4	80,8 ± 5,6	15,41	0
9	Гумат+7, 150	42,6 ± 4,8	25,3	71,2 ± 5,3	16,7	84,0 ± 2,3	6,24	0
10	Контроль, без стимулятора	43,8 ± 3,6	18,4	74,4 ± 5,9	8,0	84,0 ± 1,4	3,76	0
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	39,5 ± 0,9	7,4	72,1 ± 0,8	3,4	84,8 ± 0,8	3,2	

* P ≤ 0,05; t_{теор} = 2,3; n = 5.

овсяной среде с добавлением Циркона в концентрации 0,1 и 0,5 мг/л (V = 4,0 %, V = 9,8 % соответственно) и максимальной в вариантах 7, 9 с добавлением 50 и 150 мг/л среды Гумата+7 (V = 25,4 %, V = 25,3 % соответственно). При дальнейшем культивировании на 14-е и 21-е сутки произошло значительное снижение варьирования роста колоний (на 21-е сутки средний по опыту коэффициент вариации составил 3,2 %). Максимальный диаметр мицелиальной колонии отмечен при добавлении в овсяную питательную среду 50 мг/л препарата Гумат+7 (рис. 1, б, в). Данный стимулятор роста также положительно повлиял на линейную скорость роста мицелия, на 21-е сутки ее значение было максимальным в опыте – 10,8 мм/сут (рис. 2).

Препарат Гумат+7 характеризуется комплексным органоминеральным составом, в который наряду с гуминовыми кислотами, содержащими аминокислоты, полисахариды, витамины, гормоноподобные и другие вещества, также входят семь биофильных микроэлементов (Fe – 0,4 %, Cu – 0,2 %, Zn – 0,2 %, Mn – 0,17 %, Mo – 0,018 %, Co – 0,02 %, B –

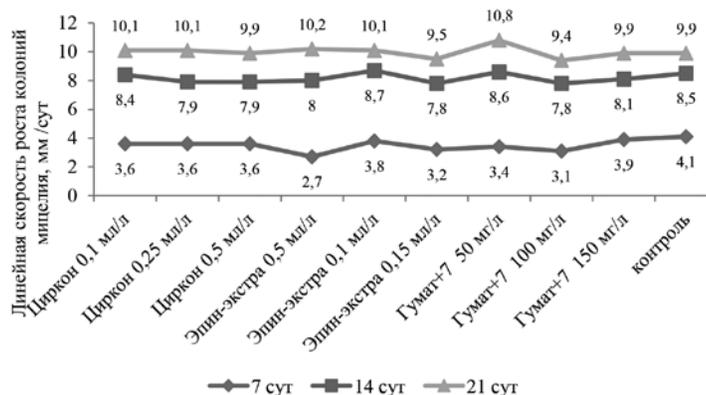


Рис. 2. Линейная скорость роста *L. edodes* в зависимости от содержания стимулятора роста в овсяной среде

0,2 %), а также калий, азот, магний и сера. Применение препарата Гумат+7 на растениях активизирует синтез белков и углеводов, что способствует повышению интенсивности процессов дыхания, фотосинтеза и водообмена, улучшает рост корневой системы¹. В условиях искусственного культивирования шиитаке относится к медленнорастущим грибам по сравнению с вешенкой (*Pleurotus ostreatus*), поэтому поиск биорегуляторов, ускоряющих его рост и развитие, очень важен. В нашем эксперименте препарат повлиял на ускорение роста мицелия *L. edodes*. Наряду с препаратом Гумат+7 стимулирующий эффект на рост культуры шиитаке оказал Эпин-экстра в концентрации 0,5 мл/л, под его влиянием размер колоний на 21-е сутки составил 86,2 мм, линейная скорость роста – 10,2 мм/сут (табл. 1, рис. 2).

Использование в эксперименте ростового коэффициента позволяет получить более полную характеристику колонии мицелия, культивируемой на агаризованной питательной среде, так как при его вычислении учитываются не только количественные показатели (диаметр колонии, диаметр инокуляционного блока, продолжительность культивирования, высота колонии), но и качественный показатель – плотность колонии. Такой комплексный подход помогает дать более объективную оценку. На рис. 3 графически представлены ростовые коэффициенты на контрольной среде с добавлением различных концентраций биостимуляторов. Наибольшее значение ростового коэффициента на 21-е сутки культивирования мицелия шиитаке отмечено в вариантах с использованием стимуляторов Эпин-экстра в концентрации 0,5 и 0,1 мл/л (ростовой коэффициент 110,8 и 110,1 соответственно), а также Циркон (0,5 мл/л), Гумат+7 (100 мг/л), ростовые коэффициенты соответственно 108,2 и 103,9, на контрольной овсяной среде – 72 (рис. 3).

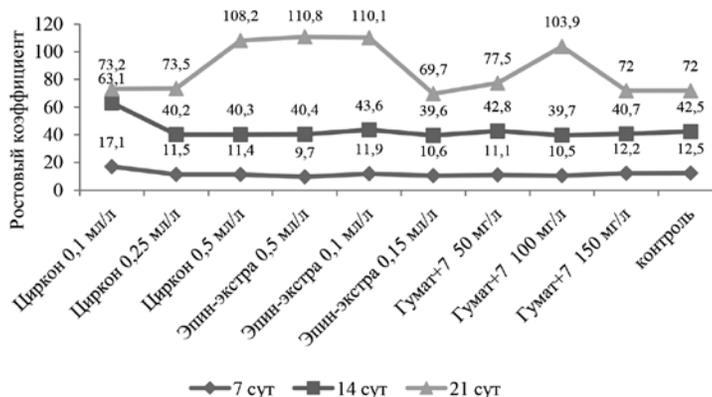


Рис. 3. Ростовой коэффициент мицелиальных колоний *L. edodes* в зависимости от содержания стимулятора роста в овсяной среде

Визуально можно сравнить колонии мицелия по плотности при культивировании со стимуляторами Эпин-экстра (рис. 4), Циркон и Гумат+7 (рис. 1). Культура мицелия шиитаке на среде с 0,5 и 0,1 мл/л Эпин-экстра и 0,5 мл/л Циркон была плотной (3 балла по трехбалльной шкале), на среде с 50 мг/л Гумат+7 – средней по плотности (2 балла).

О положительном действии Эпина на рост мицелиальной культуры *L. edodes* сообщается в работе Р.В. Усачевой [10]. По ее данным, внесение в питательную среду Эпина (10^{-7} мг/мл) увеличило скорость роста мицелия в 1,5 раза. Эффективность регулятора роста Эпин-экстра подтверждена при его использовании на вешенке [9] и шампиньоне².

¹ Бегзи В.В. О свойствах Гумата +7 и его применении. – <https://rosselhoccenter.com/index.php/otdel-semenovodstva-41/17522-o-svoystvakh-gumata-7-i-ego-primenenii> (дата обращения: 13.01.2021).

² Применение регуляторов роста и микроудобрений при выращивании грибов. – <https://nest-m.ru/blog/entry/ovoshchnye-primenenie-regulyatorov-rosta-i-mikroudobrenij-pri-vyrashchivanii-gribov.html> (дата обращения: 15.01.2021).

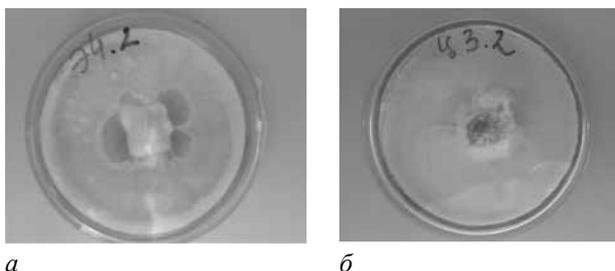


Рис. 4. Мицелиальные колонии *L. edodes* на 21-е сутки культивирования на средах с биостимуляторами: а – на среде с 0,5 мл/л Эпин-экстра, б – с 0,5 мл/л Циркона

Установлено также стимулирующее действие Циркона на развитие грибницы шампиньона [8]. Публикаций о применении Циркона и Гумата+7 на культуру гриба шиитаке нами не найдено. В связи с этим полученные экспериментальные данные представляют научный интерес при разработке технологии ускоренного развития и повышения продуктивности шиитаке в условиях искусственного культивирования.

Заключение

При поверхностном культивировании мицелиальных колоний природного изолята шиитаке *L. edodes* на агаризованной овсяной среде с добавлением биостимуляторов выявлено стимулирующее действие на процессы роста колоний препарата Гумат+7 в концентрации 50 мг/л, на 21-е сутки роста диаметр колоний был максимальным в опыте – $90,4 \pm 1,20$ мм (в контроле $84,0 \pm 1,42$ мм). Препараты Эпин-экстра (0,5 и 0,1 мл/л) и Циркон (0,5 мл/л) оказали положительное действие на качество колоний мицелия, что проявилось в увеличении плотности культуры и максимальных значениях ростового коэффициента (110,8; 110,1; 108,2 соответственно).

ЛИТЕРАТУРА

1. Булах Е.М., Говорова О.К. Грибы. Базидиомицеты // Красная книга Приморского края: Растения. Владивосток, 2008. С. 584–651.
2. Булах Е.М. Грибы – источник жизненной силы. Владивосток: Русский остров, 2001. 64 с.
3. Бухало А.С. Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре. Киев: Наук. думка, 1988. 144 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): стереотип. изд. М.: Альянс, 2014. 351 с.
5. Комин П.А. Ареал гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) в Приморском крае // Вестн. КрасГАУ. 2017. № 4. С. 178–181.
6. Комин П.А. Искусственное выращивание гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) на хвойных опилках // Вестн. КрасГАУ. 2016. № 11. С. 15–19.
7. Комин П.А. Особенности биологии гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) на территории лесного участка ПГСХА «Реликт Приморья» // Вестн. КрасГАУ. 2016. № 6. С. 27–31.
8. Розломий Н.Г., Гуков Г.В. Опыт искусственного выращивания грибов шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) в условиях юга Дальнего Востока как один из способов повышения рекреационной привлекательности лесов // Изв. Самар. НЦ РАН. 2017. Т. 19, № 2 (3). С. 536–539.
9. Усачева Р.В., Евдокимова О.А., Польских С.В., Аксеновская В.Е. Влияние эписпориолида на рост и развитие мицелия *Pleurotus ostreatus* // Микология и фитопатология. 2002. Т. 36, № 4. С. 44–46.
10. Усачева Р.В. Физиолого-биохимические особенности некоторых штаммов культивируемого гриба *Lentinula edodes*. (Berk. Sing.): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Воронеж, 2003. 25 с.
11. Хуссейн А.С., Налбандян А.А. Оптимизация процесса культивирования грибов шиитаке в искусственно созданных условиях // Вестн. Россельхозакадемии. 2012. № 2. С. 31–32.

В.П. ВОЗНЮК, И.В. КИМ, О.В. АНИКИНА

Результаты исследований по селекции картофеля в условиях Приморского края

Представлены результаты исследований в области селекции картофеля в Федеральном научном центре агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. В 2014 г. были выделены четыре перспективные гибридные комбинации: Очарование × Gala, Ручеек × Gala, Волта × Gala, Ломоносовский × Purple potato. Отобраны лучшие генотипы по хозяйственно ценным признакам. В настоящее время гибриды изучаются в питомнике конкурсного испытания и готовятся к передаче в государственное сортоиспытание.

Ключевые слова: картофель, селекция, гибридизация, хозяйственно ценные признаки.

Results of research on potato breeding in the conditions of the Primorsky Krai. V.P. VOZNYUK, I.V. KIM, O.V. ANIKINA (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Timiryazevsky village).

The article presents the results of studies of the potato breeding process conducted in the A.K. Chaika Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East. Four promising hybrid combinations have been identified in 2014: Ocharovanie × Gala, Rucheeek × Gala, Volta × Gala, Lomonosovsky × Purple potato. As a result, the best hybrids were selected according to economically valuable characteristics. Currently, the hybrids are being studied in a competitive test nursery and are being prepared for the delivery to the State variety testing.

Key words: potato, breeding, hybridization, economically valuable traits.

Картофель – стратегически важная сельскохозяйственная культура в России. Его ежегодное производство в стране составляет около 30 млн т. Потребление картофеля на одного человека варьирует от 100 до 120 кг в год [3].

Исходя из того, что в нашей стране в структуре потребления картофеля свыше 50 % общего объема используется на продовольственные цели, перспективным направлением селекции является создание столовых сортов для приготовления картофеля в домашних условиях и для использования в современной индустрии общественного питания [11].

Помимо основных хозяйственно ценных признаков важными характеристиками сортов являются качественные параметры клубней. Каждый сорт картофеля имеет особенности в морфологии клубня и сочетании веществ, определяющих их питательную ценность [2, 5].

В селекции большое значение имеет всесторонняя оценка родительских форм по комплексу качественных показателей в зависимости от условий выращивания. Биологические и генетические особенности сортов составляют базис любой, в том числе и самой прогрессивной, технологии возделывания картофеля [1].

Основной путь создания новых сортов – гибридизация. Успех гибридизации картофеля зависит от многих факторов: погодных, агротехнических, организационных и т.д.

ВОЗНЮК Валентина Петровна – научный сотрудник, *КИМ Ирина Вячеславовна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, АНИКИНА Оксана Васильевна – младший научный сотрудник (Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск, пос. Тимирязевский). *E-mail: kimira-80@mail.ru

Немаловажны также характеристики цветения и фертильности сортов, используемых в скрещиваниях.

В ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в рамках государственного задания ведутся исследования в области селекции картофеля с использованием традиционных методов: подбор исходных форм из мирового сортимента, гибридизация и отбор, изучение гибридного материала по основным перспективным направлениям.

Цель настоящей работы – комплексное изучение сортов и гибридов картофеля и создание новых гибридных комбинаций для испытания по полной схеме селекционного процесса.

В основу исследования были положены полевые испытания сортов и гибридов картофеля на устойчивость к основным фитопатогенам и другие хозяйственно ценные признаки по методикам Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова [7] и Федерального исследовательского центра картофеля им. А.Г. Лорха [8, 10]. Изучение клубневых репродукций сеянцев и сортоиспытание гибридов проводили в полевых условиях [6]. Селекционные питомники находились в с. Пуциловка Уссурийского района, в долине р. Казачка (Приморский край). В биоресурсной коллекции образцы располагались на 2- и 5-рядковых делянках, в ряду 10 растений; в селекционных питомниках – на 1- и 3-рядковых делянках, в ряду 5–60 растений. Схема посадки 90 × 30 см. Для проверки достоверности полученных результатов применяли статистические программы MS Excel 2007 и Statistica 10 (StatSoft, Inc., США), рассчитывали средние (M) и $t_{0,05}^{1/2}SEM$.

Эффективность селекции во многом определяется наличием обширного и разнообразного исходного материала. В биоресурсной коллекции ФИЦ картофеля ежегодно изучается 250–300 сортов отечественного и зарубежного происхождения с широким диапазоном признаков. Многие из них вовлекаются в скрещивания. В селекционных питомниках проходят испытания гибриды, полученные ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Камчатским НИИСХ, ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха, Приморской овощной опытной станцией. Объем исследовательской работы по картофелю в период с 2014 по 2020 г. представлен в табл. 1.

Таблица 1

Объем работ в селекционных питомниках картофеля в 2014–2020 гг.

	Количество				
	растений в питомниках	комбинаций	растений в образце	повторностей	пунктов испытания
Коллекция	250–300	–	1–300	1	1
Сеянцы	7519–12517	24–73	26–494	1	1
Первая клубневая репродукция	2452–6955	28–91	3–302	1	1
Клоны	120–512	16–81	5	1	1
Предварительное испытание	25–114	11–46	30	1	1
Основное испытание	9–35	8–24	60	3	1
Конкурсное испытание	18–26	14–23	100–120	4	2

Успех селекции зависит прежде всего от наличия разнообразных исходных форм растений, их генетической изученности, методов гибридизации, оценки и отбора перспективных гибридов [9].

В 2014 г. в результате комплексного изучения были выделены сорта Очарование, Ручеек, Волта, Ломоносовский, Gala, Purple potato, которые характеризовались высокой урожайностью, хорошими биохимическими показателями, устойчивостью к болезням и вредителям, имели привлекательный внешний вид клубней. Было проведено скрещивание выделившихся сортов и определена их биологическая пригодность в качестве компонентов скрещивания, сформированы на их основе родительские пары, создано 86 гибридных комбинаций. Сложившиеся погодные условия благоприятно сказались на генеративных органах, и при опылении 1546 цветков было получено 679 ягод.

Ценность любого включенного в гибридизацию сорта определяется не только количеством полученных с ним гибридных форм, но и способностью проявлять свои положительные свойства в гибридном потомстве.

В результате жесткой браковки комбинаций сортов были выделены четыре лучшие по хозяйственно ценным признакам гибридные популяции различного происхождения: Очарование × Gala, Ручеек × Gala, Волта × Gala, Ломоносовский × Purple potato (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика выделившихся гибридных комбинаций, 2014–2020 гг.

Гибридные комбинации	Опылено цветков, шт.	Завязалось ягод, шт.	Количество семян, шт.	Питомники сортоиспытания, шт.					
				Сеянцы	Первая клубневая репродукция	Вторая клубневая репродукция	Предварительное испытание	Основное испытание	Конкурсное испытание
Очарование × Gala	18	18	2205	658	298	16	10	3	1
Ручеек × Gala	19	18	1940	349	184	5	4	1	1
Волта × Gala	13	10	785	334	136	7	1	1	1
Ломоносовский × Purple potato	10	8	536	224	85	2	2	1	1

В результате изучения выделившихся комбинаций получено сеянцев: Очарование × Gala – 658, Ручеек × Gala – 349, Волта × Gala – 334, Ломоносовский × Purple potato – 224 растения. По итогам целенаправленной оценки продуктивности, внешнего вида растений и клубней, устойчивости к грибным и вирусным заболеваниям в питомник предварительного испытания сортообразцов переведен небольшой объем гибридов (1–10 шт.). Для изучения в конкурсном сортоиспытании отобрано всего 4 перспективных гибрида. Характеристика выделившихся образцов представлена в табл. 3.

Таблица 3

Хозяйственно значимые признаки перспективных гибридов картофеля, 2018–2020 гг.

Гибридные комбинации	Вегетационный период, дн	Урожайность, т/га	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Фитофтороз, балл*	Вкус, балл**	Цвет мякоти
Юбилар, стандарт	69	27,6 ± 0,8	22,8 ± 0,7	16,9 ± 0,5	9,1 ± 0,1	3	9	Желтый
Adretta, стандарт	74	28,4 ± 0,8	24,1 ± 0,7	18,4 ± 0,5	12,5 ± 0,4	5	9	– » –
Янтарь, стандарт	95	30,0 ± 0,8	17,3 ± 0,5	11,4 ± 0,3	8,7 ± 0,1	8	7	– » –
При-14-4-2 Очарование × Gala	80	39,6 ± 0,9	22,1 ± 0,7	15,6 ± 0,4	13,3 ± 0,5	7	7	– » –
При-14-36-3 Ручеек × Gala	71	48,3 ± 0,9	18,5 ± 0,5	12,6 ± 0,3	10,2 ± 0,3	9	7	– » –
При-14-15-4 Волта × Gala	83	44,7 ± 0,9	20,7 ± 0,6	15,0 ± 0,4	13,6 ± 0,4	8	9	– » –
При-14-52-2 Ломоносовский × Purple potato	76	30,7 ± 0,9	22,7 ± 0,7	16,1 ± 0,5	28,4 ± 0,9	7	7	Желто-фиолетовый
НСР ₀₅		6,3	1,1	1,3	3,4			

*Устойчивость к фитофторозу: 9 баллов – очень высокая, 8 баллов – высокая, 7 баллов – относительно высокая, 5 баллов – средняя, 3 балла – низкая, 1 балл – очень низкая.

**Характеристика вкуса: 9 баллов – отличный, 7 баллов – хороший, 5 баллов – удовлетворительный, 3 балла – невкусный, 1 балл – плохой.

Изученные генотипы по сроку созревания были отнесены к среднеранней и среднеспелой группам сортов. Гибриды характеризовались высокой урожайностью, этот показатель варьировал в пределах 30,7–48,3 т/га. Образцы При-14-36-3 Ручеек × Gala и При-14-15-4 Волта × Gala имели наибольшую урожайность за последние три года изучения – 48,3 и 44,7 т/га соответственно.

Биохимический анализ позволил выделить сортообразцы с максимальным содержанием сухого вещества и аскорбиновой кислоты. Клубни гибридов При-14-4-2 Очарование × Gala и При-14-52-2 Ломоносовский × Purple potato имели преимущества по количеству сухого вещества – 22,1 и 22,7 % соответственно. Максимальное содержание аскорбиновой кислоты (28,4 мг/100 г) определено у гибрида При-14-52-2 Ломоносовский × Purple potato. Количество крахмала в группе изученных гибридов варьировало в пределах 12,6–16,1 %. По этому показателю образцы не превысили крахмалистый стандарт Adretta.

При визуальной оценке на грибные заболевания у образцов отмечена относительно и очень высокая устойчивость к фитофторозу (7–9 баллов). На растениях гибрида При-14-36-3 Ручеек × Gala пятна фитофтороза визуально не были обнаружены вообще (9 баллов).

Гибриды имели хорошие и отличные вкусовые свойства (7–9 баллов). На уровне стандартных сортов Юбиляр и Adretta с отличным вкусом был один гибрид – При-14-15-4 Волта × Gala.

У современных сортов картофеля пигментированная (окрашенная) мякоть пока встречается довольно редко. В результате наших исследований выделен образец с мякотью желто-фиолетового цвета и фиолетовой кожурой – гибрид При-14-52-2 Ломоносовский × Purple potato. Как правило, образцы с окрашенными клубнями содержат повышенное содержание антоцианов – источников ценных антиоксидантов. Такие сорта рекомендуется использовать в диетическом питании человека [4, 12]. Данный гибрид можно отнести к сортообразцам диетического назначения.

В результате проведенных исследований выделены источники для селекции картофеля в Приморском крае, обладающие ценными признаками. Созданы эффективные гибридные комбинации, получены высокоурожайные, с хорошими потребительскими качествами гибриды картофеля различного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов Б.В., Еланский С.Н., Зейрук В.Н. и др. Сорта картофеля, возделываемые в России. 2013: ежегодное справ. изд. М.: Агроспас, 2013. 143 с.
2. Дергачева Н.В., Кожевникова Л.М. Изменчивость биохимических показателей клубней у сортов картофеля в условиях лесостепной зоны западной Сибири // Развитие новых технологий селекции и создание отечественного конкурентоспособного семенного фонда картофеля / ВНИИКС. М., 2016. С. 100–107.
3. Ким И.В., Гайнатулина В.В., Вознюк В.П., Волков Д.И., Аникина О.В., Хасбиуллина О.И. Направления и основные результаты исследований в селекции и семеноводстве картофеля на Дальнем Востоке // Состояние и перспективы селекции и семеноводства основных сельскохозяйственных культур / ФНЦ агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. Усурийск, 2019. С. 119–125.
4. Ким И.В., Волков Д.И., Захаренко В.М., Захаренко А.М., Голохваст К.С., Клык А.Г. Состав и содержание антоцианов в диетических сортах картофеля (*Solanum tuberosum* L.), перспективных для выращивания и селекции в условиях Дальнего Востока России // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55, № 5. С. 995–1003.
5. Костина Л.И., Фомина В.Е., Королева Л.В. и др. Исходный материал для селекции картофеля, выделенный на основе многоступенчатого скрининга // Использование мировых генетических ресурсов ВИР в создании сортов картофеля нового поколения: материалы Всерос. науч.-координац. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. К.З. Будина, Санкт-Петербург, 28–29 июля 2009 г. СПб.: ВИР, 2009. С. 44–50.
6. Методика селекционных работ до 2010 г. по созданию высокопродуктивных, комплексно-ценных сортов зерновых, соевых, многолетних трав, картофеля, овощей и плодово-ягодных культур в зоне Дальнего Востока / ВАСХНИЛ. Сиб. отд.-ние. ДальНИИСХ. Дальневост. селекц. центр. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1990. 208 с.
7. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля / сост. С.Д. Киру, Л.И. Костина, Э.В. Трускинов и др.. СПб.: ВИР, 2010. 30 с.
8. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / сост. Е.А. Симаков, Н.П. Склярова, И.М. Яшина. М.: ВНИИКС, 2006. 72 с.

9. Молявко А.А., Еренкова Л.А., Антощенко Ф.Е., Свист В.Н. Селекция и размножение сортов картофеля на Брянщине // Картофелеводство: материалы координац. совещ. и науч.-практ. конф., посвящ. 120-летию со дня рождения А.Г. Лорха / ВНИИКХ. М., 2009. С. 112–116.
10. Пшеченков К.А., Давыденкова О.Н., Седова В.И. и др. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: ВНИИКХ, 2008. 39 с.
11. Симаков Е.А., Митюшкин А.В., Журавлев А.А. Создание конкурентоспособных сортов картофеля различного целевого использования // Вестн. КрасГАУ. 2016. № 10. С. 170–178.
12. Шабанов А.Э., Киселев А.И., Зебрин С.Н., Анисимов Б.В. Товарные и потребительские качества, пищевая ценность и дегустационные характеристики столовых сортов картофеля // Современная индустрия картофеля: состояние, перспективы развития: материалы VI межрегион. науч.-практ. конф. Чебоксары, 2014. С. 84–90.

О.Н. ТЕЛИЧКО

Показатели хозяйственно ценных признаков гибридов (F_3 – F_4) вики яровой и их корреляционные взаимосвязи

Представлены результаты исследований 5 гибридных образцов вики яровой третьего и четвертого поколений в лаборатории полевого и лугопастбищного кормопроизводства Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки в 2019–2020 гг. Вика яровая – ценная в кормовом отношении культура. Она отличается высокой продуктивностью и питательной ценностью. Цель работы – определить показатели хозяйственно ценных признаков гибридных образцов вики яровой и выявить корреляционные зависимости между ними. Проведен биометрический анализ растений по основным количественным признакам: высота растения, длина боба, число бобов на растении. Определена урожайность семян с 1 м², масса 1000 семян и продуктивность с одного растения. Максимальную урожайность семян с 1 м² в среднем за два года сформировал гибридный образец Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464) – 140,63 г/м². По массе семян с одного растения заметно выделились гибридные комбинации: Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464), Луговская 85 (36371) × Верхнехавская (34392), Луговская 85 (36371) × Белорозовая 109 (36373) – 8,06–12,11 г/раст. Наиболее крупносемянным является образец Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464) – 56,14 г, превышение над стандартом – 23–39 %.

Указанные гибридные образцы представляют наибольший интерес для дальнейшей селекции. Наиболее сильными являются положительные корреляционные связи между числом бобов на растении и массой семян с растения ($r = 0,95$), урожайностью семян с 1 м² и массой семян с растения ($r = 0,78$). Поэтому при селекции на высокую урожайность семян важно отбирать растения с наибольшим числом бобов и высокой массой семян с растения.

Ключевые слова: вика яровая, гибридный образец, высота, урожайность семян, масса, корреляционная связь, число бобов.

Indicators of economically valuable traits of hybrids F_3 – F_4 of spring vetch and their correlations.
O.N. TELICHKO (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Timiryazevsky village).

The article presents the results of studies of 5 hybrid samples of spring vetch of the third and fourth generations carried out in the laboratory of field and grassland forage production of the FSBSI “A.K. Chaika FSC of Agricultural Biotechnology of the Far East” in 2019–2020. Spring vetch is a feed valuable crop. It is distinguished by its high productivity and nutritional value. The purpose of the work is to determine the indicators of economically valuable traits of hybrid samples of spring vetch and to reveal the correlation dependences between them. A biometric analysis of plants was carried out according to the main quantitative characteristics: plant height, bean length, number of beans per plant. The seed yield per 1m², 1000 seeds weight, and the productivity of one plant were determined. The maximum seed yield from 1m² on average for two years was formed by the hybrid sample Lugovskaya 85 (36371) × No. 53-6 (36464) – 140.63 g/m². Hybrid combinations were noticeably distinguished by seed weight per plant: Lugovskaya 85 (36371) × No. 53-6 (36464), Lugovskaya 85 (36371) × Verkhnekhavskaya (34392), Lugovskaya 85 (36371) × Belorozovaya 109 (36373) – 8.06–12.11 g/plant. The largest-seeded sample is Lugovskaya 85 (36371) × No. 53-6 (36464) – 56.14 g, the excess over the standard is 23–39 %.

ТЕЛИЧКО Ольга Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск, пос. Тимирязевский). E-mail: fe.smc_rf@mail.ru

The above hybrid samples are of the greatest interest for further breeding. It is necessary to know the parameters of correlations between the traits of economically valuable indicators to optimize the breeding process. The strongest positive correlations are between the number of beans per plant and seed weight per plant ($r = 0.95$) and seed yield per 1m^2 and seed weight per plant ($r = 0.78$). Therefore, when breeding for a high seed yield, it is important to select plants with the largest number of beans and a high seed weight per plant.

Key words: spring vetch, hybrid sample, height, seed yield, weight, correlation relationship, number of beans.

Введение

Вика яровая – ценная в кормовом отношении культура, отличающаяся высокой продуктивностью и питательной ценностью: в 100 кг зеленой массы травы содержится до 27 к.е. и 4,5 кг переваримого протеина. Это культура универсального значения. Вику яровую выращивают на семена, зеленую массу, а также используют в качестве сидеральной культуры [2–4, 7].

В Федеральном научном центре агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки ведется работа по созданию новых сортов вики яровой. Сформирована коллекция гибридного материала, полученные гибриды представляют ценный исходный материал для отбора по комплексу хозяйственных признаков [10].

Для оптимизации селекционного процесса необходимо знать параметры корреляционных связей между признаками хозяйственно ценных показателей. Выявив прочные корреляционные зависимости количественных признаков, можно целенаправленно вести селекцию по созданию нового сорта с заданными параметрами [1, 5, 11]. Поэтому оценка растений сельскохозяйственных культур по взаимосвязям между признаками является весьма актуальной.

Цель работы – определить показатели хозяйственно ценных признаков гибридных образцов вики яровой и выявить корреляционные зависимости между ними.

Задачи:

- изучить параметры семенной продуктивности гибридов вики третьего и четвертого поколений;
- определить наиболее тесные корреляционные связи между показателями хозяйственно ценных признаков.

Материалы и методы исследований

Полевые опыты проводились в селекционном севообороте отдела кормопроизводства (2019–2020 гг.) на лугово-бурой отбеленной тяжелого механического состава



Гибридные образцы вики яровой (F₄).
2020 г. Фото автора

почве, содержащей: гумуса – $3,53 \pm 0,53$ %, фосфора – 56 ± 11 мг/кг, калия – 60 ± 12 мг/кг, $pH_{\text{сол}} = 5,0 \pm 0,1$. Показатель ГТК составил в 2019 г. – 2,72, в 2020 г. – 2,2.

Объект исследования – гибриды вики яровой (F_3, F_4) (см. рисунок). Стандарт – Луговская 85. Посев гибридного питомника был осуществлен в соотношении 1 : 1 вики яровой к поддерживающей культуре (пшеница), по 25 семян. Площадь делянки – 1,8 м².

Гибридные образцы убирали на семена вручную по мере их созревания. Исследования проводились в соответствии с методическими указаниями ВИР [8, 9]. Статистическую обработку осуществляли по Б.А. Доспехову [6].

Результаты и обсуждение

За годы исследований продолжительность периода вегетации у изучаемых образцов составила 78–95 сут.

Высота растений в зависимости от года варьировала от 90,0 (Луговская 85 (36371) × Белорозовая 109 (36373)) до 113,0 (Луговская 85 (36371) × Верхнехавская (34392)) см. Высота стандарта (Луговская 85 (36371)) была в пределах 95,2–115,3 см (табл. 1).

Таблица 1
Показатели высоты растений и семенной продуктивности гибридных образцов (F_3, F_4) вики яровой, 2019–2020 гг.

№	Образец	Высота растения, см		Урожайность семян, г/м ²		Масса 1000 семян, г	
		2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
3	Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464)	96,1	112,4	135,34	145,91	52,90	59,37
5	Луговская 85 (36371) × Верхнехавская (34392)	94,2	113,0	129,60	83,33	52,44	44,48
7	Луговская 85 (36371) × б/н (36300)	104,5	88,6	93,82	86,46	49,74	56,13
11	Луговская 85 (36371) × Белорозовая 109 (36373)	90,0	110,2	113,55	93,02	42,71	41,06
14	Омичка 3 × Agrar-8A (36131)	100,1	110,7	41,91	87,84	36,91	37,91
st	Луговская 85 (36371)	95,2	115,3	40,10	27,14	43,12	42,77
НСР ₀₅		14,84		33,06		5,76	

Одним из важных признаков, которые характеризуют хозяйственную ценность гибрида, является его урожайность. Максимальную урожайность семян с 1 м² в среднем за два года формирует гибридный образец Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464). Превышение над стандартом составило 95,24–118,77 г/м².

Масса 1000 семян в зависимости от гибрида изменялась от 36,91 до 59,37 г, у стандарта – от 42,77 до 43,12 г. Наиболее крупносемянным является образец Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464), превышение над стандартом – 23–39 %.

Длина боба в зависимости от образца варьировала от 5,4 до 6,2 см (табл. 2). Число бобов на растении – один из показателей семенной продуктивности. Наибольшим проявлением данного признака характеризовались образцы Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464) и Луговская 85 (36371) × Верхнехавская (34392) в 2019 г., Луговская 85 (36371) × Белорозовая 109 (36373) – в 2020 г.

При производстве семян важнейшим показателем структуры урожая является масса семян с одного растения. По данному показателю заметно выделились следующие гибридные комбинации: Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464), Луговская 85 (36371) × Верхнехавская (34392), Луговская 85 (36371) × Белорозовая 109 (36373) – 8,06–12,11 г/раст. Превышение над стандартом составило 1,9–2,9 раза (табл. 2).

Наибольший интерес для дальнейшей селекции представляют гибридные образцы, выделившиеся по комплексу ценных признаков: Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464), Луговская 85 (36371) × Верхнехавская (34392), Луговская 85 (36371) × Белорозовая 109 (36373).

Таблица 2

Некоторые параметры хозяйственно ценных признаков гибридных образцов (F_3 , F_4) вики яровой, 2019–2020 гг.

№	Образец	Длина боба, см		Число бобов на растении, шт.		Масса семян с растения, г/раст.	
		2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
3	Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464)	5,8	6,2	35,7	19,8	9,63	9,52
5	Луговская 85 (36371) × Верхнехавская (34392)	5,9	5,8	44,0	28,1	12,11	9,33
7	Луговская 85 (36371) × б/н (36300)	5,9	5,9	16,8	12,3	7,20	5,52
11	Луговская 85 (36371) × Белорозовая 109 (36373)	6,2	5,6	26,4	35,1	8,06	10,92
14	Омичка 3 × Agrar-8A (36131)	5,4	6,2	23,0	27,3	7,50	9,34
st	Луговская 85 (36371)	5,6	5,7	14,1	13,4	4,17	3,89
НСР ₀₅		0,50		10,87		2,24	

Для селекции на продуктивность большое значение имеет установление корреляционной зависимости между различными элементами структуры урожая (табл. 3).

Таблица 3

Корреляционные связи между хозяйственно ценными признаками вики яровой, 2019–2020 гг.

Показатель	2019 г.	2020 г.	Среднее за 2019–2020 гг.
Корреляционная связь между признаками:			
<i>высота растения, см</i>			
урожайность семян, г/м ²	-0,32	-0,09	-0,24
масса 1000 семян, г	0,03	-0,48	-0,35
масса семян с 1 растения, г	-0,21	0,31	0,05
число бобов на растении, шт.	-0,41	0,42	0,22
<i>масса 1000 семян, г</i>			
урожайность семян, г/м ²	0,80	0,58	0,67
масса семян с растения, г	0,58	-0,16	0,15
число бобов на растении, шт.	0,44	0,35	-0,02
<i>число бобов на растении, шт.</i>			
длина боба, см	0,29	-0,17	0,46
масса семян с растения, г	0,95	0,97	0,95
<i>урожайность семян, г/м²</i>			
масса семян с растения, г	0,80	0,68	0,78
число бобов на растении, шт.	0,77	0,60	0,62

В наших исследованиях урожайность семян с 1 м² в сильной степени коррелировала с массой семян с растения ($r = 0,78$), средне – с массой 1000 семян с растения ($r = 0,67$) и числом бобов ($r = 0,62$), слабо отрицательно – с высотой растения ($r = -0,24$).

Слабая обратная корреляционная зависимость выявлена между массой 1000 семян и числом бобов на растении ($r = -0,02$), средняя – между высотой растения и массой 1000 семян ($r = -0,35$).

По нашим данным, существует сильная положительная корреляционная зависимость числа бобов на растении с массой семян с растения ($r = 0,95$), средняя – с длиной боба ($r = 0,46$), слабая – с высотой растения ($r = 0,22$).

Корреляционный анализ связей элементов урожайности показал, что на массу семян с растения слабо влияют его высота ($r = 0,05$) и масса 1000 семян ($r = 0,15$).

Заключение

В результате изучения полученного селекционного материала выделены гибридные комбинации вики яровой, которые достоверно превышают стандарт Луговская 85 по основным хозяйственно ценным признакам (в среднем за 2019–2020 гг.):

– по урожайности семян с 1 м²: Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464), Луговская 85 (36371) × Верхнехавская (34392), Луговская 85 (36371) × б/н (36300), Луговская 85 (36371) × Белорозовая 109 (36373) – на 56,52–107,01 г;

– по массе 1000 семян: Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464), Луговская 85 (36371) × б/н (36300) – на 23,3–30,7 %;

– по числу бобов на растении: Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464), Луговская 85 (36371) × Верхнехавская (34392), Луговская 85 (36371) × Белорозовая 109 (36373), Омичка 3 × Аграр-8А (36131) – в 1,8–2,6 раза;

– по массе семян с 1 растения: Луговская 85 (36371) × № 53-6 (36464), Луговская 85 (36371) × Верхнехавская (34392), Луговская 85 (36371) × Белорозовая 109 (36373), Омичка 3 × Аграр-8А (36131) – на 4,39–6,69 г.

Наиболее сильными положительными являются корреляционные связи между числом бобов на растении и массой семян с растения ($r = 0,95$), урожайностью семян с 1 м² и массой семян с растения ($r = 0,78$). Поэтому при селекции на высокую урожайность семян важно отбирать растения с наибольшим числом бобов и высокой массой семян с растения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алабушев А.В., Сухенко Н.Н., Лушпина О.А., Ковтунов В.В. Корреляционные связи количественных признаков сорго зернового // Науч. журн. КубГАУ. 2017. № 128 (4). С. 1–10.
2. Безгодов А.В., Ахметханов В.Ф., Аплаев А.Д. Способ выращивания вики посевной на зерно в бинарных посевах с яровым рапсом и горчицей белой // Зерновые и крупяные культуры. 2017. № 2 (22). С. 73–79.
3. Бруснигина Т.П., Рысина Е.Н. Урожайность кормовых посевов однолетних смесей в условиях Костромской области // Вестн. КрасГАУ. 2018. № 3. С. 35–39.
4. Бугаева М.В. Сравнительная оценка сортов вики яровой на кормовую продуктивность в условиях Среднегорской зоны Республики Алтай // Вестн. Алтайского ГАУ. 2019. № 12. С. 9–19.
5. Булынецов С.В., Новикова Л.Ю., Гриднева Г.А., Сергеев Е.А. Корреляционные связи селекционных признаков, определяющих продуктивность образцов нута (*Cicer arietinum* L.) из коллекции ВИР в условиях Тамбовской области // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50, № 1. С. 63–74.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 350 с.
7. Запарнюк В.И. Кормовая продуктивность зерна вики посевной // Зерновые и крупяные культуры. 2016. № 1 (17). С. 57–62.
8. Корсаков Н.И., Мякушко Ю.П. Соя: методические указания по селекции и семеноводству. Л.: ВИР, 1975. 160 с.
9. Репьев С.И. Селекция вики посевной: методические указания. Л.: ВИР, 1991. 89 с.
10. Теличко О.Н., Емельянов А.Н. Оценка гетерозиса по основным элементам продуктивности у гибридов вики яровой первого поколения в условиях Приморья // Кормопроизводство. 2020. № 5. С. 35–38.
11. Теличко О.Н., Мохань О.В. Оценка корреляционных связей селекционных признаков гибридных популяций (F_2-F_4) вики яровой // Аграр. Россия. 2019. № 10. С. 13–17.

Е.Н. БАРСУКОВА, Т.Н. ЧЕКУШКИНА

Перспективы выращивания земляники садовой (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) в Приморском крае с использованием микроклонального размножения

Приведены результаты изолирования в культуру *in vitro* трех генотипов земляники ремонтантной нейтрального светового дня. Установлено, что сорта Мурано, Флорентина, Кабрилло отличаются по регенерационной способности и возможностям к микроклональному размножению. На этапе изолирования *in vitro* экспланты сорта Флорентина показали наиболее высокую жизнеспособность (80 %) и низкую контаминацию (20 %). Из изученных генотипов максимальной регенерационной способностью обладает сорт Кабрилло, у которого коэффициент размножения во втором пассаже составил 1 : 13,2.

Ключевые слова: земляника садовая, *in vitro*, микроклональное размножение, ремонтантный сорт, регенерационная способность, оздоровленный посадочный материал.

Prospects of growing garden strawberries (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) in the Primorsky Krai using microclonal propagation. E.N. BARSUKOVA, T.N. CHEKUSHKINA (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Timiryazevsky village).

The article presents the results of isolating three genotypes of perpetual strawberry with neutral daylight hours into *in vitro* culture. It was found that the varieties Murano, Florentina and Cabrillo differ in their regeneration capability and the possibility of microclonal propagation. At the stage of *in vitro* isolation, the explants of the Florentina variety showed the highest viability (80 %) and the lowest contamination (20 %). Of the studied genotypes, the Cabrillo variety is characterized by the maximum regeneration capability of 1 : 13.2 in the second passage.

Key words: garden strawberry, *in vitro*, microclonal propagation, propagation rate, everbearing variety, regeneration capability, improved planting material.

Введение

Земляника садовая – широко распространенная ягодная культура, отличающаяся способностью к быстрому вегетативному размножению, скороплодностью, высокой урожайностью и пластичностью [5]. Ценность земляники определяется ее высокими вкусовыми качествами, привлекательным видом и красивой окраской, а также богатым биохимическим составом и лечебными свойствами [9].

Валовое производство земляники в мире постоянно растет. В 2017 г. урожай земляники садовой составил 72 % валового сбора всех ягод в мире (9,7 из 13,4 млн т). Крупнейшими производителями земляники являются: Китай (3801,9 тыс. т), США (1420,6 тыс. т), Мексика (468,3 тыс. т), Египет (465,0 тыс. т), Турция (415,2 тыс. т). В России в 2016 г.

*БАРСУКОВА Елена Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией, ЧЕКУШКИНА Татьяна Николаевна – младший научный сотрудник (Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск, пос. Тимирязевский).

*E-mail: enbar9@yandex.ru

собрано 197,5 тыс. т земляники. Лидером по производству ягод на душу населения является Белоруссия (9,21 кг/чел.). Россия по этому показателю занимает 29-е место (1,35 кг/чел.) [12]. В 2020 г. в России, по данным Минсельхоза, собрано 3,6 млн т плодов и ягод, что на 2,2 % выше показателя 2019 г.¹ Крупными производителями культуры в России являются Краснодарский и Ставропольский края, Республика Крым, Волгоградская, Ростовская, Московская, Липецкая, Воронежская, Белгородская, Рязанская, Нижегородская и Самарская области, республики Кабардино-Балкария, Адыгея и Татарстан.

В Приморском крае зарегистрировано более 80 тыс. личных подсобных хозяйств, 250 сельскохозяйственных организаций, 225 тыс. садовых хозяйств, 39 тыс. огородных участков и 532 дачных садоводческих и огороднических объединений, 830 КФХ и ИП, в которых земляника выращивается или может выращиваться в будущем. Государственная поддержка сельскохозяйственной отрасли исчисляется сотнями миллионов рублей. При этом плодово-ягодные хозяйства предоставлены сами себе². Чаще всего предприниматели, занимающиеся ягодным бизнесом, не имеют агрономического образования и учатся в процессе работы, зачастую на своих ошибках. Специалистов по данному профилю не хватает.

В связи с недостатком собственного посадочного материала при росте площадей земляничных плантаций Россия довольно активно импортирует рассаду земляники. По данным статистики, в 2018 г. в страну ввезено 17,7 млн экз. посадочного материала [11]. В Дальневосточном регионе и Приморском крае, в частности, питомники размножения посадочного материала земляники садовой отсутствуют. Сельхозпроизводители вынуждены приобретать и завозить рассаду из южных и центральных регионов России или из-за рубежа.

В Государственном реестре селекционных достижений за 2020 г. представлено 138 сортов земляники садовой, в том числе 17 ремонтантных, допущенных к выращиванию на территории России [3], из них в Приморском крае районированы пять сортов: Богота, Боровицкая, Коррадо, Орлец, Торос. В то же время количество сортов земляники отечественной и иностранной селекции постоянно растет и составляет, по разным источникам, 2500–4000. В край ежегодно завозятся и выращиваются новые, нерайонированные сорта земляники. В этой связи актуальным становится вопрос о научном сопровождении этой отрасли, включающем всестороннюю оценку ввозимых в край сортов земляники садовой на продуктивность, адаптивность, устойчивость к болезням и вредителям в наших климатических условиях.

Интенсивная технология возделывания земляники садовой наряду с подбором высокопродуктивных сортов подразумевает использование очищенного от комплекса патогенов посадочного материала. Такой материал обеспечивает повышение продуктивности агроценозов земляники в 3–5 раз и существенно снижает для производителей инвестиционные риски [7]. Одним из путей увеличения производства рассады земляники является микроклональное размножение, которое также способствует освобождению от болезней и вирусов и позволяет в короткие сроки получить большое количество здоровых растений. Ценность такого посадочного материала неизмеримо выше, чем вегетативно размножаемого. Маточные и промышленные плантации, засаждаемые базисным и сертифицированным посадочным материалом, максимально реализуют генетический потенциал сортов по сравнению с рядовым посадочным материалом [13].

Цель настоящего исследования – оценка регенерационной способности и биологических особенностей трех ремонтантных сортов земляники садовой нейтрального светового дня при размножении в условиях *in vitro*.

¹ <https://mex.gov.ru/press-service/news/v-rossii-sobran-rekordnyy-urozhay-plodov-i-yagod/> (дата обращения: 23.01.2021).

² <https://novostivl.ru/post/66453/> (дата обращения: 26.01.2021).

Материал и методика исследований

Объектом исследования являлась земляника садовая *Fragaria × ananassa* Duch., а именно: ремонтантные сорта нейтрального светового дня Мурано, Флорентина, Кабрилло. Маточные растения в ограниченном количестве (2–3 шт. каждого сорта) для микроклонального размножения предоставлены тепличным хозяйством Приморского края. Сорта не внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ.

Ремонтантный сорт земляники садовой нейтрального светового дня Мурано (Murano) выведен в Италии в 2005 г. Ягоды крупные, плотные, конической формы, с отменным вкусом и ароматом, хорошо транспортируются и хранятся. Сорт Мурано обладает устойчивостью к большинству болезней и вредителей, особенно к пятнистостям и паутинному клещу. Устойчив к низким температурам. К недостаткам сорта можно отнести слабое образование усов. Сорт хорошо подходит для выращивания в туннелях и контейнерах³.

Флорентина (Florentina) – сорт земляники, выведенный в Нидерландах в 2011 г. Ягода темная, красно-бордового цвета, по форме напоминает раздутый конус, пригодна для транспортировки на большие расстояния (лежкость ягод до 5–7 сут). Средняя масса ягод в первой волне урожая – около 30 г, во второй увеличивается до 40–50 г. Ягоды чрезвычайно сладкие, с едва уловимой освежающей кислинкой и характерным ароматом. Первый

Таблица 1
Состав питательной среды для микроклонального размножения земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.)

Компоненты среды	Концентрация, мг/л
Макроэлементы:	
CaCl ₂ безводный	440
KH ₂ PO ₄	170
KNO ₃	1900
MgSO ₄ × 7H ₂ O	370
NH ₄ NO ₃	1650
Fe-хелат: FeSO ₄ × 7H ₂ O	27,8
Na ₂ EDTA × H ₂ O	37,3
Микроэлементы:	
CoCl ₂ × 6H ₂ O	0,025
CuSO ₄ × 5H ₂ O	0,025
H ₃ BO ₃	6,2
KJ	0,83
MnSO ₄ × H ₂ O	16,9
Na ₂ MoO ₄ × 2H ₂ O	0,25
ZnSO ₄ × 7H ₂ O	8,6
Мезоинозит	100
Пиридоксин × HCl	0,5
Тиамин × HCl	0,5
Аскорбиновая кислота	0,5
Глицин	2,0
6-бензиламинопурин (БАП)	0,5
Индолилмасляная кислота (ИМК)	0,1*
Сахароза	20 000
Агар	6000

*ИМК для ризогенеза добавляли в среду в количестве 0,5 мг/л, исключали при введении *in vitro*.

³ <https://sort-klubnika.ru/sorta/klubnika-sort-murano-odna-iz-samyh-yarkih-novinok/> (дата обращения: 25.01.2021).

урожай снимают в середине июня, сорт плодоносит до конца сентября (до первых заморозков). К недостаткам сорта относятся подверженность растений болезням и вредителям, а также низкая холодоустойчивость (выдерживает морозы до -10°C и нуждается в тщательном укрытии на зиму). В дождливую погоду существует риск загнивания корневой системы и ягод⁴.

Сорт Кабрилло (Cabrillo) выведен американскими селекционерами в 2009 г. Это один из лучших сортов ремонтантной земляники, имеющий рекордную урожайность – до 3 кг с растения. Ягоды у сорта Кабрилло средние и крупные, их масса составляет около 30 г, обладают отличным вкусом и привлекательным видом, лежкие, хорошо транспортабельные. Форма ягод симметричная, коническая, немного сплюснута (расширена по бокам). Окраска классическая ярко-красная. К минусам сорта можно отнести уязвимость к фитотрофу, требовательность в уходе, отсутствие информации о холодоустойчивости в условиях открытого грунта⁵.

Исследования проводились в лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии ФГБНУ «ФНЦ агробiotехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» с применением общепринятых приемов работы с культурами изолированных тканей и органов растений *in vitro* [1, 8]. В качестве эксплантов использовали апексы из побегов-усов земляники. Стерилизацию отрезков усов осуществляли в мыльном растворе в течение 30 мин, затем в течение 30 мин промывали в проточной воде. Далее в условиях ламинар-бокса экспланты погружали сначала на 1 мин в 70%-й раствор этанола, затем на 3 мин в 0,1%-й раствор диоксида (с добавлением 1–2 капель Твина-80 на 1 л) и 3–4 раза промывали дистиллированной водой.

При микроклональном размножении земляники садовой использовали среду с минеральной основой по Мурасиге–Скугу [14], дополненную фитогормонами 6-бензиламинопурином (БАП) и индолилмасляной кислотой (ИМК) [9] (табл. 1).

Культивирование эксплантов земляники осуществляли в световой комнате при продолжительности дня 16 ч, освещенности 5,0 клк, температуре $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Статистическую обработку данных проводили с использованием средней арифметической (\bar{x}), ошибки средней арифметической ($S\bar{x}$), критерия Стьюдента (t) [4].

Результаты и обсуждение

В настоящее время среди производителей ягод земляники садовой и дачников Приморского края популярны ремонтантные сорта нейтрального дня, которые с успехом выращиваются в условиях как открытого, так и защищенного грунта. Сорта земляники садовой Мурано, Флорентина, Кабрилло были введены в культуру *in vitro* с целью ускоренного размножения для интродукции в условия Приморского края.

В табл. 2 приведена информация об эффективности применения 0,1%-го раствора диоксида на этапе изолирования эксплантов земляники *in vitro*. Максимальное число жизнеспособных, свободных от патогенных микроорганизмов меристем получено у земляники сорта Флорентина – 80 %. У эксплантов сортов Кабрилло и Мурано частота контаминации была выше – 36,4 и 42,9 % соответственно.

На этапе введения в культуру *in vitro* активизацию ростовых процессов у изолированных апексов земляники наблюдали через неделю культивирования на питательной среде с цитокинином (БАП). Спустя 3–4 недели в нижней части апексов происходило формирование адвентивных побегов, которые далее разделяли и пересаживали на свежую питательную среду (см. рисунок, а). Культивирование эксплантов на питательной среде с БАП

⁴ <https://fermilon.ru/sad-i-ogorod/yagody/sort-klubniki-florentina-florentina-foto-opisanie-i-otzyvy.html> (дата обращения: 25.01.2021).

⁵ <https://fermilon.ru/sad-i-ogorod/yagody/opisanie-i-harakteristiki-remontantnoy-klubniki-cabrillo-kabrilo.html/> (дата обращения: 25.01.2021).

Результаты изолирования эксплантов ремонтантных сортов земляники садовой нейтрального светового дня в культуру *in vitro*

Сорт	Изолировано в культуру <i>in vitro</i> , шт.	Число жизнеспособных эксплантов, без инфекции		Частота контаминации, %
		шт.	%	
Мурано	14	8	57,1	42,9
Флорентина	10	8	80,0	20,0
Кабрилло	11	7	63,6	36,4

в течение первого пассажа способствовало пролиферации множественных почек и побегов размером 5–10 мм.

Регенерационная способность изученных сортов земляники представлена в табл. 3. В первом пассаже максимальное количество почек в среднем на 1 эксплант составляло 2,0 для сортов Мурано и Флорентина, 7,2 – для сорта Кабрилло. Начиная со второго пассажа наблюдалась регенерация побегов размером более 10 мм (см. рисунок, б). В процессе микроразмножения в одном конгломерате одновременно присутствовали почки и побеги разной длины. Пониженное содержание в регенерационной среде ИМК (0,1 мг/л) в сочетании с БАП (0,5 мг/л) способствовало индукции побегообразования и спонтанному ризогенезу (см. рисунок, в). Количество почек и побегов во втором пассаже возросло и составило у сорта Мурано и Флорентино 3,0, у сорта Кабрилло – 13,2 шт. на 1 эксплант. У сорта Флорентина образовалось в среднем 1,2 побега на 1 эксплант, способных к образованию корневой системы, у сорта Кабрилло – 1,8 (табл. 3). В эксперименте с учетом числа введенных *in vitro* неинфицированных эксплантов за два пассажа культивирования максимальное число готовых к укоренению побегов (размером более 25 мм) получено у сорта Кабрилло – 90,72 шт. Для сорта Флорентина этот показатель был в 4,7 раза, для сорта Мурано в 21 раз меньше. Такие побеги отделяли от остальных и для укоренения пасировали на среду, содержание ИМК в которой увеличивали до 0,5 мг/л, БАП из состава питательной среды исключали. Через 30 дней 100 % растений-регенерантов земляники формировали корневую систему и были готовы к переводу *ex vitro*.

Коэффициент размножения в культуре *in vitro* в значительной мере определяется генотипом растений. Необходимость подбора концентраций биологически активных веществ питательной среды для вновь вводимых сортов вызвана тем, что у земляники садовой особенно высока сортовая специфика по отношению к концентрации регуляторов роста. Различная реакция сортов вызвана эндогенным содержанием ростовых веществ в самом растении, которое является генетически обусловленным признаком не только вида, но и



а

Морфогенез земляники садовой в культуре *in vitro*: а – образование адвентивных побегов, б – пролиферация множественных почек и побегов, в – ризогенез



б



в

Регенерационная способность ремонтантных сортов земляники садовой нейтрального светового дня на среде с БАП (0,5 мг/л) в культуре *in vitro*

Сорт	Число введенных <i>in vitro</i> эксплантов	Образовалось в среднем, шт. на 1 эксплант $\bar{x} \pm S\bar{x}$			Получено регенерантов, готовых к укоренению, шт. \bar{x}
		1-й пассаж*	2-й пассаж		
		почек	почек	в том числе побегов, готовых к укоренению	
Мурано	8	2,0 ± 0,27	3,0 ± 0,25	0,27 ± 0,18	4,32
Флорентина	8	2,0 ± 0,33	3,0 ± 0,64	1,2 ± 0,26	19,2
Кабрилло	7	7,2 ± 0,36	13,2 ± 0,56**	1,8 ± 0,35	90,72

*Пассаж составлял 30 сут.

** $P \leq 0,05$.

сорта [2]. Поэтому исследователи вынуждены проводить поиск оптимальных условий, учитывая особенности конкретного сорта при микроклональном размножении [6, 10].

В проведенном исследовании состав среды и условия культивирования *in vitro* были идентичными для всех генотипов. Выявленные у исследованных сортов земляники различия в регенерации и размножении в культуре *in vitro* могут быть связаны с биологическими особенностями, в частности со способностью к усообразованию. В обычных условиях сорта Мурано и Флорентина характеризуются образованием незначительного количества усов, этот признак контролируется на генетическом уровне. Возможно, поэтому при культивировании *in vitro* у данных генотипов способность к регенерации адвентивных побегов была ниже, чем у сорта Кабрилло, растения которого формируют большое количество усов.

Эксперименты по изолированию земляники садовой в культуру *in vitro* были начаты в октябре 2019 г. С помощью микроклонального размножения удалось к июню 2020 г. ускоренно размножить и передать для выращивания тепличному хозяйству 2000 растений земляники сорта Кабрилло, также реализовать садоводам-любителям более 100 шт. рассады сортов Мурано, Флорентина, Кабрилло.

Заключение

Таким образом, в результате исследования выявлено, что ремонтантные сорта нейтрального светового дня Мурано, Флорентина, Кабрилло отличаются по регенерационной способности и возможностям ускоренного микроклонального размножения в условиях культуры *in vitro*. На этапе изолирования в условия *in vitro* экспланты сорта Флорентина показали наиболее высокую жизнеспособность (80 %) и низкую контаминацию (20 %). Из изученных генотипов максимальной регенерационной способностью в культуре *in vitro* обладает сорт Кабрилло, у которого коэффициент размножения во втором пассаже составил 1 : 13,2. Для культивирования в условиях защищенного грунта в Приморском крае перспективным является сорт земляники садовой Кабрилло, который характеризуется ускоренным размножением в условиях *in vitro*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. М.: ФБК-Пресс, 1999. 160 с.
2. Говорова Г.Ф., Говоров Д.Н. Земляника и клубника. М.: Проспект, 2016. 318 с.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений. М.: Росинформагротех, 2020. 680 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Стереотип. изд. М.: Альянс, 2014. 351 с.

5. Инновационные технологии возделывания земляники садовой / сост. В.А. Высоцкий, Л.В. Алексеенко, Л.А. Марченко и др. М.: Росинформагротех, 2010. 88 с.
6. Князева И.В. Клональное микроразмножение сортов земляники садовой // Вестн. науч. конф. 2016. № 2–6 (6). С. 52–53.
7. Козлова И.И. Система производства высокопродуктивной рассады земляники с программируемыми параметрами качества // Плодоводство и ягодоводство России. 2008. Т. 18. С. 183–187.
8. Кухарчик Н.В., Кастрицкая М.С., Семенов С.Э., Колбанова Е.В., Красинская Т.А., Волосевич Н.Н., Соловей О.В., Змушко А.А., Божидай Т.Н., Рундя А.П., Малиновская А.М. Размножение плодовых и ягодных растений в культуре *in vitro*. Минск: Беларус. наука, 2016. 235 с.
9. Линник Т.А. Повышение эффективности способов размножения сортов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.), характеризующихся низкой усообразующей способностью: дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2014. 141 с.
10. Мацнева О.В., Ташматова Л.В., Орлова Н.Ю., Шахов В.В. Микрклональное размножение земляники садовой // Селекция и сортозаведение садовых культур. 2017. Т. 4, № 1/2. С. 93–96.
11. Мацнева О.В., Ташматова Л.В., Хромова Т.М., Шахов В.В. Разработка протокола введения растений земляники в культуру *in vitro* // Вестн. аграр. науки. 2020. № 5 (86). С. 45–50.
12. Ожерельев В.Н., Ожерельева М.В., Гринь А.М., Сомин В.В. Динамика производства ягод земляники садовой по странам мира // Вестн. Брян. ГСХА. 2019. № 4 (74). С. 60–66.
13. Трунов Ю.В., Соловьев А.В., Козлова И.И., Муратова С.А. Технология выращивания высококачественного посадочного материала плодовых и ягодных растений. Мичуринск: БИС, 2018. 243 с.
14. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // *Physiol. of Plant.* 1962. Vol. 15, N 13. P. 473–497.

О.М. СКАЛОЗУБ, Н.Л. КЛОЧКОВА

Оценка основных хозяйственно полезных признаков тимофеевки луговой в коллекционном питомнике

Недостаточный сортимент возделываемых сортов многолетних злаковых трав не вполне отвечает современным требованиям сельскохозяйственного производства по урожайности кормовой массы и семян, а также их адаптивным свойствам. Одним из путей создания интенсивных сортов может быть зональная селекция, позволяющая более полно использовать биоклиматический потенциал региона. Приводятся результаты исследований сортообразцов тимофеевки луговой в коллекционном питомнике за 2018–2020 гг. На полях селекционного севооборота отдела кормопроизводства Федерального научного центра агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки изучены биологические, хозяйственно ценные признаки и свойства сортов тимофеевки луговой и выделены лучшие из них для создания новых интенсивных сортов.

Ключевые слова: тимофеевка луговая, коллекционный питомник, зимостойкость, урожайность, селекция.

Main economically valuable traits of timothy grass in the collection nursery. O.M. SKALUZUB, N.L. KLOCHKOVA (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Timiryazevskiy village).

The insufficient assortment of cultivated varieties of perennial cereal grasses does not fully meet the modern requirements of agricultural production in terms of forage mass and seeds productivity, as well as their adaptive properties. One of the ways to create intensive varieties can be zonal selection, which makes it possible to more fully use the bioclimatic potential of the region. The article presents the results of studies of cultivars of timothy grass in a collection nursery held in 2018–2020. Biological, economically valuable traits and properties of timothy grass varieties were studied in the fields of breeding crop rotation of the Fodder Production Department of the A.K. Chaika Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East and the most outstanding ones were selected for the creation of new intensive varieties.

Key words: timothy grass, collection nursery, winter-hardiness, productivity, breeding.

Введение

Тимофеевка луговая – многолетняя рыхлокустовая верховая злаковая культура ярового типа развития. Она морозостойка, хорошо переносит ранние и поздние заморозки, а также затопление продолжительностью до 20 сут. Засуху этот вид переносит плохо. В травосмесях тимофеевка держится до 8–10 лет, используется в основном как сенокосная культура.

Селекционная работа с тимофеевкой впервые была начата в США на основе образцов, вывезенных из северных регионов России, затем селекционные работы на основе сортов из США стали проводиться и в европейских странах. В России планомерная селекционная

*СКАЛОЗУБ Ольга Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, КЛОЧКОВА Наталья Леонидовна – младший научный сотрудник (Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск, пос. Тимирязевский). *E-mail: olga.skalozub@mail.ru

работа с тимфеевкой луговой ведется более 80 лет. Для основных зон были созданы районированные сорта тимфеевки различного направления использования [4].

В реестр селекционных достижений РФ за 2019 г. включено 39 сортов тимфеевки луговой, допущенных к использованию, из них по Дальневосточному региону – 16 сортов, в том числе районированный с 1968 г. сорт Приморская местная [2]. Недостаточный сортимент возделываемых сортов многолетних злаковых трав не вполне отвечает современным требованиям сельскохозяйственного производства по урожайности кормовой массы и семян, а также их адаптивным свойствам. В связи с этим повышается роль биогеоэкологической селекции в создании сортов, способных более полно использовать био-климатический потенциал того или иного региона [7]. Поэтому в 2011 г. в ФГБНУ «ФНЦ агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» возобновилась селекционная работа с многолетними злаковыми травами. Были заложены коллекционные питомники ежи сборной и тимфеевки луговой, где образцы оценивались по зимостойкости, урожайности сухой и зеленой массы, семенной продуктивности, высоте растений, отрастанию в весенний период и после укосов, облиственности, устойчивости к болезням [6].

Изучено 43 образца тимфеевки луговой из коллекционных фондов ВИР, других научно-исследовательских учреждений и из местных сортопопуляций [5]. В настоящее время сотрудниками ФНЦ агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки ведется работа по созданию высокопродуктивных сортов тимфеевки луговой из выделившихся сортообразцов. Они характеризуются повышенной урожайностью зеленой массы и сухого вещества, содержанием кормовых единиц и переваримого протеина в сухом веществе [1].

В 2018 г. посеян коллекционный питомник тимфеевки луговой, включающий в себя 5 образцов. Цель исследований – изучить биологические, хозяйственно ценные признаки и свойства сортов и гибридов многолетних злаковых трав и выделить лучшие из них для создания в последующем новых интенсивных сортов.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2018–2020 гг. на опытном участке ФНЦ агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. Почва опытного участка лугово-бурая отбеленная. Объектом исследований выступали сорта тимфеевки луговой. В качестве контрольного был взят районированный сорт тимфеевки луговой Приморская местная. Учетная площадь делянки 1,8 м². Делянка состояла из двух рядков: на одном осуществляли учет урожайности зеленой массы и сена (фаза выметывания), на другом – учет урожайности семян.

Исследования проводились по методикам, разработанным ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса¹.

Разнообразие метеорологических условий позволило оценить реакцию сортов тимфеевки луговой на условия перезимовки, а также изучить их урожайные качества в условиях Приморского края.

Зима 2018/19 г. была бесснежной, снежный покров отсутствовал с ноября по третью декаду марта. В феврале 2019 г. перепад температур воздуха на поверхности почвы был от –23,3 °С в ночное время до +18,2 °С в дневные часы, что привело к снижению температуры почвы на глубине 3 см до –15,4 °С. Наличие устойчивого снежного покрова со второй декады декабря 2019 г. по третью декаду февраля 2020 г. смягчило действие отрицательных температур на поверхности почвы (от –21 до –32 °С) в феврале 2020 г.: температура почвы на глубине 3 см снизилась лишь до –10 °С. Максимальная глубина промерзания почвы была в марте и составила в 2019 г. – 139, в 2020 г. – 106 см.

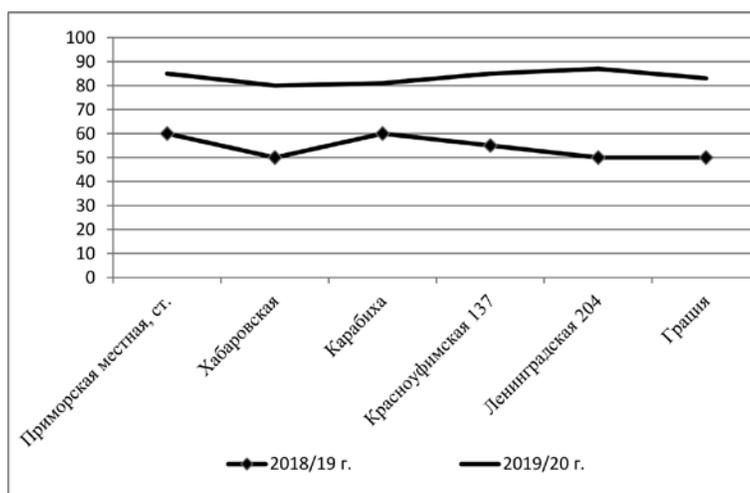
¹ Методика селекции многолетних трав. М., 1969. 110 с.; Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав. М., 1993. 112 с.

Метеоусловия в вегетационные периоды 2019–2020 гг. характеризовались существенными различиями в распределении осадков и температурном режиме. По данным агрометеостанции «Тимирязевский», в годы исследований вегетационный период наступил 16 апреля. Сумма положительных температур выше 10 °С за вегетационный период в 2019 г. составила 2746 °С, в 2020 г. – 2684 °С. Осадков за этот период выпало в 2019 г. – 472, в 2020 г. – 590,5 мм. Гидротермический коэффициент (ГТК) в вегетационные периоды в годы исследований равен 1,72 и 2,2 соответственно. Температура воздуха с апреля по сентябрь была выше на 0,3–2,4 °С либо на уровне средних многолетних значений.

Распределение выпавших осадков в вегетационный период было неравномерным. Наибольшее количество осадков выпало в августе 2019 г. и июне 2020 г.: соответственно больше в 1,9 и 2,3 раза, чем средние многолетние значения.

Результаты и обсуждение

Условия зимы 2018/19 г. были менее благоприятными для перезимовки сортов тимфеевки луговой, чем в 2019/20 г. Средний процент перезимовки по коллекции в первый год пользования составил 54,2 %. При этом стандарт (сорт Приморская местная) имел 60 % перезимовавших растений, пределы изменчивости по коллекции составляли от 50 до 60 % (см. рисунок). На второй год пользования колебания по зимостойкости были еще меньшими – 7 %, а средний процент перезимовки по коллекции равнялся 83,5 %. Лучше всего перезимовал сорт Ленинградская 204, у него после зимы сохранилось 87 % растений.



Зимостойкость сортов тимфеевки луговой первого и второго года пользования в коллекционном питомнике, 2018–2020 гг.

Урожайность зеленой массы является одним из основных признаков ценности образца для соответствующих условий выращивания. В годы исследований отмечено большое разнообразие по урожайности зеленой массы.

В питомнике первого года пользования (2019 г.) урожайность зеленой массы получена только в первом укосе и максимальной она была у стандарта Приморская местная – 1,78 кг/м². Сорт Карабиха (Пензенский НИИСХ) уступал стандарту, но незначительно – на 3,4 % (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность зеленой массы (кг/м²) сортов тимфеевки луговой в коллекционном питомнике по годам пользования (посев 2018 г.)

Сорт, происхождение	Год	I укос	II укос	Всего	% к стандарту
Приморская местная, стандарт	2019	1,78	–	1,78	100,0
	2020	3,12	0,75	3,87	100,0
Хабаровская (Хабаровский край)	2019	1,18	–	1,18	66,3
	2020	1,00	–	1,0	25,8
Карабиха (Пензенский НИИСХ)	2019	1,72	–	1,72	96,6
	2020	1,46	0,26	1,72	44,4
Красноуфимская 137 (Уральский НИИСХ)	2019	1,50	–	1,50	84,3
	2020	2,43	0,51	2,94	76,5
Ленинградская 204	2019	1,50	–	–	84,2
	2020	3,40	0,90	4,3	111,1
Грация (Северо-Кавказский ФНЦ)	2019	1,20	–	–	67,4
	2020	2,20	0,56	2,76	71,3

В питомнике второго года пользования (2020 г.) у пяти сортов тимфеевки луговой урожайность зеленой массы учтена с двух укосов. В сумме за два укоса максимальная урожайность зеленой массы зафиксирована у сорта Ленинградская 204 – 4,3 кг/м², что выше стандарта на 11,1 %. У сорта Хабаровская был получен лишь один укос зеленой массы, урожайность 1,0 кг/м².

Для получения семян важную роль играют погодные условия. Больше всего погодные условия влияют на продолжительность периода цветения–созревания (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность семян сортов тимфеевки луговой и продолжительность периода цветения–созревания в разных метеоусловиях, 2019–2020 гг.

Сорт, происхождение	Год	Урожайность семян, г/м ²	% к стандарту	Период цветения–созревания, дн	Сумма температур, °С
Приморская местная, стандарт	2019	21,32	100,0	31	611,8
	2020	15,98	100,0	32	610,2
Хабаровская (Хабаровский край)	2019	14,31	67,1	35	668,1
	2020	31,37	196,3	36	600,2
Карабиха (Пензенский НИИСХ)	2019	27,04	126,8	36	559,0
	2020	28,06	175,6	34	636,4
Красноуфимская 137 (Уральский НИИСХ)	2019	13,32	62,5	32	611,8
	2020	15,53	97,2	34	636,4
Ленинградская 204	2019	15,08	70,7	32	618,6
	2020	16,68	104,4	33	622,3
Грация (Северо-Кавказский ФНЦ)	2019	20,26	95,0	36	688,5
	2020	33,85	211,8	33	618,3
Средняя по коллекции	2019	18,56	–	–	–
	2020	23,58	–	–	–

По данным В.А. Корнеева [3], сумма средних суточных температур, необходимая для созревания (при подсчете от фазы колошения), у тимфеевки луговой составляет 500–580 °С.

В наших исследованиях продолжительность периода цветения–созревания варьировала от 31 до 36 дн. За этот период сумма средних суточных температур находилась в пределах, достаточных для созревания семян (559–688,5 °С).

Средняя урожайность семян по коллекции сортов тимфеевки луговой в первый год пользования составила 18,56 г/м². При этом у стандарта (сорт Приморская местная)

получено 21,32 г/м² семян, пределы изменчивости по коллекции составляли от 13,32 до 27,04 г/м². На второй год пользования колебания по урожайности семян были еще большими, а средняя по коллекции урожайность равнялась 23,58 г/м². Наибольшая урожайность семян отмечена для сорта Грация (Северо-Кавказский ФНЦ) – 33,85 г/м², что выше стандарта на 111,8 %.

Заключение

В результате исследований по комплексу ценных селекционно-хозяйственных признаков выделались сорта Ленинградская 204, Грация (Северо-Кавказский ФНЦ), Карабиха (Пензенский НИИСХ), которые будут использоваться в дальнейшей селекционной работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Ю.А., Емельянов А.Н. Селекция многолетних злаковых трав в условиях Приморского края // Аграр. вестн. Приморья. 2017. № 3 (7). С. 48–50.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. М.: Колос, 2019. 515 с.
3. Корнеев В.А. Тимофеевка и овсяница. Гл. VII // Биоклиматология бобовых и злаковых трав. Л.: Гидрометеиздат, 1981. С. 109–126.
4. Костенко С.И., Кулешов Г.Ф., Клочкова В.С., Костенко Н.Ю. Тимофеевка луговая (*Phleum pratense*). Разд. 2.4 // Основные виды и сорта кормовых культур. М.: Наука, 2015. С. 184–187.
5. Наумова Т.В., Емельянов А.Н. Продуктивность образцов тимфеевки луговой в условиях Приморского края // Кормопроизводство. 2016. № 2. С. 24–28.
6. Наумова Т.В., Емельянов А.Н. Результаты оценки образцов многолетних злаковых трав в условиях Приморского края // Кормопроизводство. 2014. № 2. С. 15–18.
7. Шамсутдинов З.Ш. Биогеоэотический подход – новая парадигма в селекционной стратегии кормовых растений (вместо заключения) // Основные виды и сорта кормовых культур. М.: Наука, 2015. С. 502–516.

Н.В. МАЦИШИНА, П.В. ФИСЕНКО, О.А. СОБКО

Морфологические аномалии в онтогенезе картофельной коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky, 1857) (Coleoptera: Coccinellidae)

*Морфологические признаки насекомых обусловлены как внешними, так и генетическими факторами. Внешние факторы (механические, термические, химические, радиационные), особенно при отклонении от средних значений, зачастую вызывают нарушения морфологии насекомых. До настоящего времени нет общепринятой терминологии для обозначения ряда морфологических аномалий, вызванных экзогенными факторами. Морфологические аномалии в онтогенезе *Henosepilachna vigintioctomaculata* приведены впервые. Определены частоты проявления, комплексный характер выявленных аномалий и сделаны предположения о механизмах и причинах их возникновения.*

Ключевые слова: двадцативосьмиточечная картофельная коровка, *Henosepilachna vigintioctomaculata*, онтогенез, аномалии развития, уродства, Coccinellidae.

Morphological anomalies in the ontogenesis of potato ladybug *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky, 1857) (Coleoptera: Coccinellidae). N.V. MATSISHINA, P.V. FISENKO, O.A. SOBKO (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Timiryazevsky village).

*The morphological characters of insects are defined by both external and genetic factors. The external factors (mechanical, thermal, chemical, radiation), especially when deviating from the average values, often cause insect morphology violations. To date, there is no generally accepted terminology for several morphological anomalies caused by exogenous factors. The morphological anomalies of *Henosepilachna vigintioctomaculata* in the ontogenesis are given for the first time. The occurrence frequencies and the complexity of the detected anomalies are determined, and assumptions about the mechanisms and causes of their occurrence are made.*

Key words: 28-punctata potato ladybug, *Henosepilachna vigintioctomaculata*, ontogenesis, developmental abnormalities, deformities, Coccinellidae.

Морфологические признаки насекомых обусловлены как внешними, так и генетическими факторами. Внешние факторы (механические, термические, химические, радиационные), особенно при отклонении от средних значений, зачастую вызывают нарушения морфологии насекомых, именуемые аномалиями [2]. Терминологию для жуков предложил еще в 1948 г. J. Balazuc и детализировал А.В. Присный [4]. Предложенная ими классификация тератозов основана на признаках, характерных в той или иной степени для данной аномалии, на разделении всех отклонений в морфологии жуков на деформации, травмы, анатомофизиологические нарушения. Вопросу изучения аномалий посвящено большое количество работ [1, 5, 7], однако для *Henosepilachna vigintioctomaculata* (картофельной, или 28-точечной, божьей коровки), опасного вредителя сельского хозяйства,

*МАЦИШИНА Наталия Валериевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ФИСЕНКО Петр Викторович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, СОБКО Ольга Абдулалиевна – младший научный сотрудник (Федеральный научный центр агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск, пос. Тимирязевский). *E-mail: mnathalie134@gmail.com

подобные исследования ранее не проводились. Целью данного исследования было описание морфологических аномалий у представителей этого вида.

Материалы и методы

Объект – имаго и личинки *Henosepilachna vigintioctomaculata*.

Основная часть материала, использованного для написания данной работы, была взята из полевых сборов 2019–2020 гг. Сбор насекомых проводился с мая по сентябрь на картофеле энтомофитопатологического участка естественного заселения вредителем, принадлежащего отделу картофелеводства и овощеводства ФГБНУ «ФНЦ агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», пос. Тимирязевский, Приморский край. Всего собрано 6043 экз. – с аномалиями и без них.

Классифицировали морфологические аномалии по Ю.А. Присному [6].

Для проведения измерений коровку, обработанную в кипящей воде, помещали на предметное стекло, удерживая головной и спинной отделы, после чего расчленили брюшко острым пинцетом на уровне третьего тергита. После отделения участков тела их раскладывали на предметное стекло, помещали в каплю глицерина и с помощью бинокля МБС-10 проводили соответствующие измерения.

Аномалии развития учитывались как у имаго, так и у личинок. Затем рассчитывали частоту встречаемости аномалий. Исследования внешней морфологии проводили с помощью биноклярного микроскопа МБС-10 и налобной лупы Levenhuk ZenoVizor H4. Фотофиксацию проводили с помощью Olympus SZX16 и цифровой камеры Olympus DP74, изображения обрабатывали в программе Helicon Focus. Статистически обрабатывали результаты с помощью программы PAST 4.03.

Результаты и обсуждение

В собранном материале из 6043 экз. 179 имели различные морфологические аномалии, разделяемые на две группы – механические повреждения и тератозы (рис. 1).

Первую группу составляют надломы, проколы, трещины и обрывы – 4,58 %. Наиболее часто встречаемые деформации при этом – надломы, проколы и трещины, зафиксированные у 2,73 % особей. Механические повреждения в данном случае можно объяснить только естественными причинами в связи с отсутствием какого бы то ни было регулярного антропогенного прессинга в месте сбора материала.

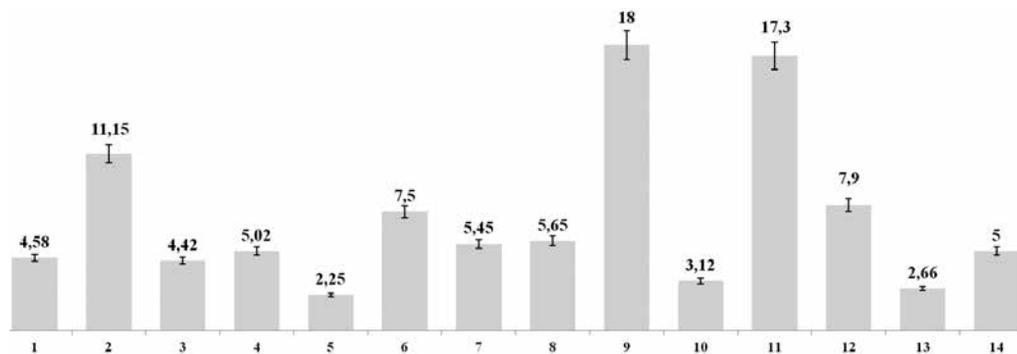


Рис. 1. Встречаемость морфологических аномалий (n = 179) в онтогенезе 28-точечной картофельной коровки, %: 1 – механические повреждения, 2 – трематэлитрия, 3 – схистомелия, 4 – брахэлитрия, 5 – кукловидность, 6 – кукловидная деформация надкрылий, 7 – аномалии межкубитальной жилки правого крыла, 8 – аномалии межкубитальной жилки левого крыла, 9 – гематома надкрылий, 10 – зияющая щель надкрылий I степени, 11 – зияющая щель надкрылий II степени, 12 – редукция правой задней ноги, 13 – аномалии развития личинок и куколок, 14 – шестичленные усики

Дефекты второй группы, тератозы, формируются на преимагинальном этапе онтогенеза и являются следствием как механического воздействия на куколку, так и влияния химически активных веществ и генетических изменений. В нашем исследовании наиболее распространенными были кукловидная деформация надкрылий (7,5 %), трематэлитрия (11,15 %), гематомы надкрылий (19 %), а также зияющая щель надкрылий II степени (17,3 %), когда передний край крыла загнут вверх, а на вершинах отмечается вздутие, ограниченное гематомами. При зияющей щели надкрылий I степени (4,12 %) они симметрично расходились в стороны, вблизи вершин были отогнуты вверх и сильно приподняты. Наличник был асимметричен, короче, чем у нормальных особей, со сглаженными и сильно закругленными внешними углами. Редукция правой задней ноги с сохранением основания бедра (7,9 %) характеризовалась укороченным левым задним бедром и искривленной голенью с небольшим бугровидным образованием сбоку, при этом лапка была нормального строения и длины. В случае схистомелии (4,42 %) вблизи середины внутреннего края правой передней голени находился искривленный отросток, направленный внутрь и вперед под углом к продольной оси голени. Лапка, ункус и мукро на вершине отростка не были обнаружены, длина конечности оставалась нормальной.

У 2,25 % особей выявлена кукловидность – общее недоразвитие имаго. Их онтогенез не был успешно завершен, и при выходе из куколки получалась особь с неразвитыми крыльями, плохо функционирующими конечностями и ротовым аппаратом, с блестящими, гиперпигментированными, малощетинистыми покровами. Такие имаго оказались неспособными питаться и быстро погибали. Для данной аномалии нами были описаны несколько степеней тяжести (рис. 2). I степень характеризовалась наличием частично сформированных крыльев и атрофией остальных частей тела при сохранении нормальных размеров груди и головы. Для II степени отмечены неотхождение экзuvia и редукция размеров надкрылий и крыльев. Такие особи некоторое непродолжительное время питались и передвигались. При III и IV степенях имаго имели ларвальный вид и погибали почти сразу после отрождения.

Отдельно следует отметить аномалию «шести-члениковые усики» (5,00 %). В целом усики были нормального строения, но сильно уменьшены, отсутствовали членики с седьмого по одиннадцатый. Отсутствие видимых повреждений, а также нормальное строение и сегментация члеников антенны позволили сделать вывод о нетравматическом происхождении аномалии.

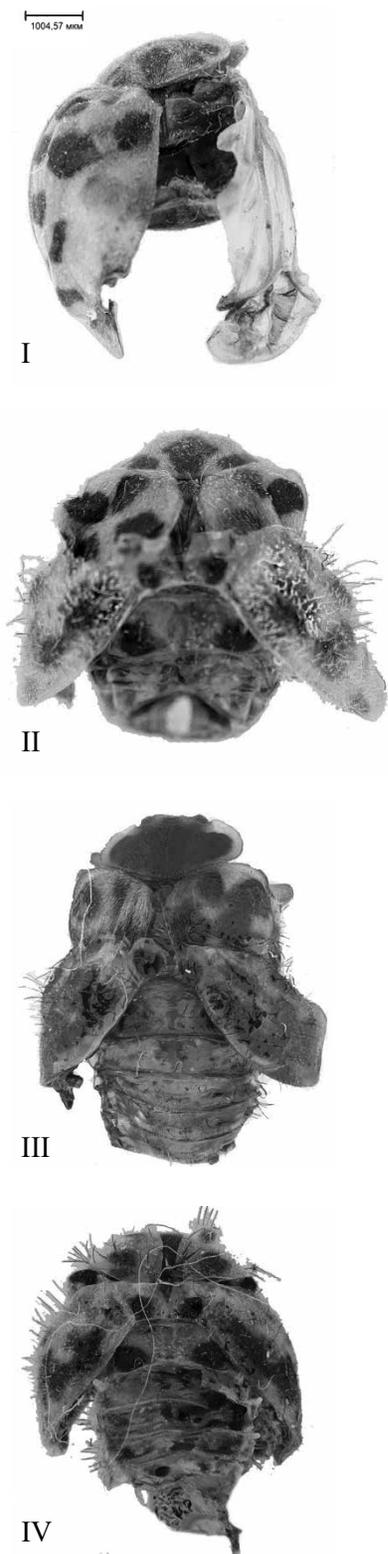


Рис. 2. Степени кукловидности имаго.
Фото авторов



Рис. 3. Брахэлитрия с шагреневостью при недоразвитии сегментов брюшка у 28-точечной картофельной коровки. Фото авторов

Выявлены также коровки с брахэлитрией (5,02 %, рис. 3), которая характеризовалась укорочением дистальной части, что приводило к уменьшению надкрылий, в некоторых случаях из-за неполного их расправления при выходе имаго из куколки.

Кроме того, нами отмечены аномалии жилкования крыла (11,1 %), проявляющиеся в слиянии жилковых промежутков. При этом аномалии межкубитальной жилки располагались симметрично на правом (5,45 %) и левом (5,65 %) крыльях.

Известно, что структуру покровов насекомых определяют эпидермальные клетки. Они выделяют ферменты, разрушающие старую кутикулу, всасывают продукты, возникающие в ходе ее разрушения, и синтезируют химические вещества для новой кутикулы. Перед началом линьки эпидермальные клетки увеличиваются в размерах и приступают к митотическому делению. Признаками скорого наступления линьки служат отслаивание кутикулы от эпидермальных клеток и появление свободного пространства между клетками и кутикулой [13]. Это пространство заполняется экзувиальной жидкостью, которая выделяется кожными железами. В ней содержатся ферменты, растворяющие белки и хитин старой кутикулы. Полагают, что ферменты первоначально выделяются в неактивном состоянии и активируются после образования протеинового слоя новой кутикулы [9]. Экзувиальная жидкость не содержит ферментов, способных растворять липиды и липопротеины эпикутикулы. Во время линьки разрушается лишь прокутикула, а эпикутикула, иногда вместе с поверхностным слоем экзокутикулы, формирует экзувиальную шкурку, которая сбрасывается насекомыми [12]. Под воздействием экзогенных и эндогенных факторов этот процесс нарушается. Так, причиной возникновения аномалий антенн являются наследственные травмы имагинальных дисков, полученных в последнем личиночном возрасте [1]. Изменяемость надкрылий носит невосстановимый характер и обычно сопровождается деформацией других частей тела. Прободения и краевые выемки возникают вследствие отторжения вещества надкрылия до окончания его формирования [4]. Возникновение отклонений ног вызвано деформацией зачатков бедра и голени на стадии куколки под воздействием экзогенных факторов. Так, атрофия зубцов может возникать в результате сильного пересыхания того участка тела, каким куколка прикрепляется к листу, в результате чего нарушается процесс высвобождения жука из экзувия. Увеличение влажности при уже сформированной куколке приводит либо к ее гибели, либо к возникновению на пораженных участках различного рода гематом [3]. Каждый раз во время линьки членистоногих кутикула сбрасывается и образуется заново. Только что сформировавшаяся, она мягкая и бесцветная, процесс склеротизации тесно связан с пигментацией, в результате чего гибкая и податливая кутикула затвердевает, образуя прочный панцирь, одевающий все тело насекомого. Пигментация обусловлена синтезом меланина и других пигментов, откладываемых в экзокутикуле. Прочность покровам насекомых придают белки, тесно связанные с хитином. В полностью затвердевшей кутикуле они утрачивают гибкость и способность к растяжению, превращаясь в особо прочные склеротины [14]. Исходные продукты для склеротизации поступают из придаточных желез, расположенных на конце брюшка самок. Правая придаточная железа вырабатывает фермент β -глюкозидазу; секрет левой железы содержит β -глюкозид дифенилпротокатеховой кислоты, фермент фенолазу и кутикулярный белок. Когда формируется оотека, секреты обеих желез смешиваются, и β -глюкозидаза разрушает связь между β -глюкозидом

и дифенилпротокатеховой кислотой, освобождая фенол, который в присутствии кислорода воздуха окисляется фенолазой до соответствующего хинона. Процесс затвердевания оотеки начинается с поверхности и распространяется вглубь, захватывая протеиновую эпикутикулу и ту часть прокутикулы, которая потом становится экзокутикулой [3]. Нарушения любого из этих процессов провоцируют образование трематэлитрий, брахэлитрий и гипопигментации. Последняя чаще всего связана с асклеротизацией покровов, из-за чего насекомое уязвимо для травм и маложизнеспособно.

Согласно взглядам Э. Штейнхауза (1952), приводимая здесь категория нарушений нормальной морфологии экзоскелета относится к неинфекционным заболеваниям организма насекомого, а именно к повреждениям – любому вреду или нарушению, вызванному другими факторами [8]. Несколько аномалий, возможно, связанных именно с этими нарушениями, были обнаружены нами у личинок. Части старой кутикулы остались на новых покровах, были утрачены щетинки, а также структуры, расположенные на концах ног и ротовой части. Цвет кутикулы стал однородным, темно-серым, а несколько грудных сегментов были дорсально раздуты. Вскрытие не показало патогенеза, присущего развитию паразита или микоза, что позволило сделать вывод о неинвазивном характере аномалии. Некоторые куколки имели участки с аномально тонкой кутикулой. При этом наблюдалось изменение пигментации и появление черных пятен в результате гипермеланизации. По литературным данным, подобные черные пятна также наблюдались у личинок *Bombyx mori* (L.), получавших азадирахтин [11], и были связаны с низким уровнем экдистероидов и ювенильного гормона [10]. Смертность среди таких куколок составляла 85,7 %, причем в 25,6 % они поражались микозами. Отродившиеся из них имаго демонстрировали признаки куколовидности. В целом аномалии развития личинок и куколок встречались у 3,66 % от общей выборки.

Полученные нами данные требуют дальнейшего изучения с целью раскрытия механизмов появления аномалий развития *Henosepilachna vigintioctomaculata* в частности и листогрызущих жуков в целом. Выявленные уродства могут быть естественным фактором регуляции популяционной динамики (например, элиминация нежелательных «дефектных» генотипов). В то же время нельзя исключать их индукцию другими биотическими и абиотическими факторами или комплексом всех перечисленных воздействий. В связи с тем, что *Henosepilachna vigintioctomaculata* является широким полифагом и опасным вредителем сельского хозяйства, одним из центральных факторов, вызывающих нарушения онтогенеза, можно предположить воздействие пестицидов. Однако в нашем двухлетнем эксперименте участвовала лабораторная популяция, для кормления которой использовали листья растений картофеля, не подвергавшегося химическим обработкам, а значит, на первый план выходят биотические факторы, обусловленные инфекциями и чужеродными вторичными метаболитами в системе «фитофаг–растение». Исследование механизмов взаимодействия таких систем и закономерностей коэволюции в них позволяет расширить наши знания об окружающем мире, а также разработать новые, более «экологичные» меры и средства защиты растений.

Выводы

1. В исследуемой выборке *Henosepilachna vigintioctomaculata* у 2,96 % были выявлены аномалии индивидуального развития. На механические повреждения приходится 4,58 %, на тератозы – 95,42 %.

2. Среди изученных особей, как правило, не наблюдалось пораженных отдельными аномалиями, а уродства проявлялись комплексно, затрагивая различные ткани и органы жуков одновременно.

3. Наиболее вероятным фактором возникновения наблюдаемых аномалий можно рассматривать инфекции и состав корма, а именно качественные и количественные отличия

содержания вторичных метаболитов у отдельных сортов картофеля, используемых для питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васько Б.Н. Случай тератоза и гинандроморфизма у некоторых видов хрущей рода *Polyphylla* (Coleoptera, Melolonthidae) // Вестн. зоологии. 2008. Т. 42, № 3. С. 221–227.
2. Короткова А.А., Дубинин М.С. О морфологических аномалиях жужелиц на территориях ЛЭП в Тульской области // Изв. ТулГУ. Естеств. науки. 2018. Вып. 3. С. 124–128.
3. Мартынов В.В. Редкий случай симметричной патологии у *Aphodius erraticus* (L.) (Coleoptera, Scarabaeidae) // Изв. Харьков. энтомол. о-ва. 2000. Т. 8, вып.1. С. 80.
4. Присный А.В. Морфологические аномалии колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Col., Chrysomelidae) // Энтотом. обозр. 1983. Т. 62, вып. 4. С. 690–701.
5. Присный Ю.А. Гомологические ряды аномалий надкрылий и уточнение номенклатуры жилкования крыльев жесткокрылых насекомых (Coleoptera) семейств Carabidae и Silphidae // Науч. ведомости БелГУ. Серия: Естеств. науки. 2010.
6. Присный Ю.А. Классификация морфологических аномалий жесткокрылых // Науч. ведомости БелГУ. Серия: Естеств. науки. 2009. № 11 (66), вып. 9. С. 72–81.
7. Присный Ю.А. Онтогенетическая модель возникновения экзогенных аномалий у имаго жесткокрылых насекомых // Науч. ведомости БелГУ. Серия: Естеств. науки. 2015. № 15 (212), вып. 32. С. 109–134.
8. Штейнхауз Э. Патология насекомых. М.: Изд-во иностр. лит., 1952. 840 с.
9. Burand J.P., Hunter W.B. RNAi: Future in insect management // J. Invertebr. Pathol. 2013. Vol. 112, suppl. 1. P. S68–S74.
10. Hori M., Hiruma K., Riddiford L.M. Cuticular melanization in the tobacco hornworm larva // Insect Biochem. 1984. Vol. 14. P. 267–274.
11. Koul O. Antifeedant and growth inhibitory effects of calamus oil and neem oil on *Spodoptera litura* under laboratory conditions // Phytoparasitica. 1987. Vol. 15. P. 169–180.
12. Madhavi M, Babu R.G, Srinivas V. Morphological abnormalities of betulinic acid from *Ziziphus jujuba* against the *Callisobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae) // Biosci. Biotech. Res. Asia. 2019. Vol. 16 (2). P. 411–416.
13. Miranda M.P., Yamamoto P.T., Garcia R.B., Lopes J.P., Lopes J.R. Thiamethoxam and imidacloprid drench applications on sweet orange nursery trees disrupt the feeding and settling behaviour of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) // Pest. Manag. Sci. 2016. Vol. 72. P. 1785–1793. DOI: 10.1002/ps.4213.
14. Telang A., Buck N.A., Wheeler D.E. Response of storage protein levels to variation in dietary protein levels // J. Insect Physiol. 2002. Vol. 48, iss. 11. P. 1021–1029.

Н.Г. ЛУКАЧЁВА, А.В. КОСТЮК

Формирование устойчивости биотипами сорняков рода *Echinochloa* к гербициду Номини, СК на рисовых полях Приморского края

В рисоводстве Приморского края усугубляется проблема, связанная с часто некачественным и неконтролируемым применением гербицидов, вследствие чего происходит накопление популяций ежовников, резистентных к применяемым препаратам.

Исследования выполнялись в 2018–2020 гг. в рисоводческих хозяйствах Приморского края и на опытной базе Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений с использованием методик Б.А. Доспехова (1973), Ю.Я. Спиридонова и др. (2009). В условиях вегетационного домика определена степень накопления устойчивости к гербициду Номини биотипами ежовников трех видов, семена которых были собраны в контролируемых хозяйствах. Доказано, что резистентность ежовников к препарату является перекрестной и развивается у форм с ранее выработанной устойчивостью к гербициду Фацет.

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

Formation of resistance by biotypes of weeds of the genus *Echinochloa* to the herbicide Nominasi, SC in the rice fields of the Primorsky Krai. N.G. LUKACHEVA, A.V. KOSTYUK (Far Eastern Research Institute of Plant Protection, Kamen-Rybolov village, Primorsky Krai).

In Primorsky Territory in rice cultivation there is a problem escalation associated with often poor quality and uncontrolled use of herbicides and, consequently, the accumulation of resistant populations of barnyard grass to applied preparations.

The research was carried out in 2018–2020 in rice farms of the Primorsky Territory and on the experimental base of the Far Eastern Research Institute of Plant Protection using the method of B.A. Dospikhov (1973), Yu. Ya. Spiridonov and others (2009). In the greenhouse conditions the rate of resistance accumulation to the Nominasi herbicide by the biotype of 3 barnyard grass species seeded was determined. The seeds of these species were picked in the controlled farms. It has been proved that the barnyard grass has a fine resistance to the herbicide and develops in forms with previously developed stability to Facet herbicide.

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

Приморский край – единственный регион на Дальнем Востоке, в котором создан потенциал рисосеяния с мощнейшими насосными станциями, полной инфраструктурой и переработкой [5]. Посевные площади риса, начиная с 2013 г., сократились на 46 % и в настоящее время занимают 7,5 тыс. га.

Одним из важных приемов повышения урожайности риса является регламентированная борьба с сорняками с использованием химического метода, основанного на применении гербицидов. Этот метод защиты растений, по-видимому, и в обозримом будущем

*ЛУКАЧЁВА 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

сохранит доминирующее положение в растениеводстве, особенно в регулировании вредности нежелательной растительности [13].

Интенсивное применение пестицидов зачастую индуцирует появление в популяциях вредной биоты резистентных форм и негативно влияет на нецелевые организмы, в особенности на геобионты [11].

Первые сообщения о развитии устойчивости сорных растений к гербицидам (триазинам) появились еще в 1968 г. К началу 1990-х годов было известно уже 120 биотипов сорных растений, устойчивых к этой, а также к 15 другим группам гербицидов [1]. Международная группа ученых по изучению сорных растений, устойчивых к гербицидам, в 1995–1999 гг. обобщила данные из 60 стран и выявила 222 биотипа сорняков, устойчивых к гербицидам, в 45 странах. В последующие годы интенсивно происходит процесс развития устойчивости сорняков к группе гербицидов – ингибиторов фермента ацетолактат-синтазы [2].

В России с 2002 по 2005 г. резистентные популяции сорняков увеличились с 6 до 8 [4].

Проблема приобретения устойчивости растений к гербицидам не теряет своей актуальности и продолжает привлекать внимание исследователей. В Приморском крае специалистами ДВНИИЗР изучалось наращивание устойчивости ежовников в посевах риса к гербицидам Фацет (д.в. kvinкlorак, 250 г/л), а также Сегмент (д.в. азимсульфурон, 500 г/кг) и Цитадель (д.в. пенексулам, 25 г/л). Доказано, что устойчивость ежовников к препаратам Сегмент и Цитадель является перекрестной и развивается у биотипов с ранее выработанной резистентностью к гербициду Фацет [6–8].

Таким образом, анализируя литературные данные, следует отметить возможность возникновения в скором времени проблемы развития у мятликовых сорняков устойчивости к применяемым гербицидам, так как мы имеем ограниченный набор действующих веществ с единственным механизмом действия – ингибирование фермента ацетолактатсинтазы.

Цель исследований – установить формирование устойчивости у биотипов сорняков рода *Echinochloa* к гербициду Номини, СК (д.в. биспирибак натрия, 400 г/л, фирма-производитель – Кумиаи Келикал Индастри Ко) на рисовых полях Приморского края.

Новизна работы заключается в том, что впервые в Российской Федерации выявлено наличие и осуществляется ежегодный мониторинг перекрестной резистентности сорняков рода *Echinochloa* к гербициду Номини.

Материалы и методика исследований

В популяции всегда есть вероятность нахождения растений, генетически устойчивых к гербициду. Выжившие после слабой обработки побеги вырастают и дают семена. На 2-й год в популяции сорного растения появляется больше устойчивых форм. Обработка гербицидами сходного типа действия еще больше увеличивает количество таких форм. Дело в том, что заметное для практиков снижение эффективности обработки в результате возникновения истинной устойчивости происходит при накоплении не менее 30 % устойчивых растений в популяции. С этого момента эффективность гербицида падает. Чаще всего снижение эффективности списывается на погоду, неправильную обработку либо на некачественный гербицид (контрафактный препарат, условия хранения и т.д.).

Исследования проводили в 2018–2020 гг. в условиях вегетационного домика на базе Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений с использованием известных методик [3, 12].

Самый доступный метод – исследование разных доз гербицидов в вегетационных условиях (биологический тест). Семена устойчивых популяций *Echinochloa* – *E. crus-galli* (L.) Beauv. (ежовник обыкновенный), *E. occidentalis* (Wiegand) Rybd. (ежовник западный, или спиральный) и *E. phyllopopogon* (Stapf.) Kossenko (ежовник бородчатый) были собраны в 2017–2019 гг. на участках с многолетним использованием препарата Номини

в контролируемых хозяйствах Приморского края, относящихся к двум почвенно-климатическим зонам: степная (ООО «АгроДэсун-Ханка», ООО «Сатурн» Ханкайского района; СХПК «Луговое», ООО «Девичанское», ООО «Петровичанское» Хорольского района; ООО «Смена» Черниговского района) и лесостепная (ЗАО «Новосельское» Спасского района и ООО «АгроСангСэнг» Анучинского района) [10, 12]. В данных хозяйствах рис выращивался от 3 до 6 лет как монокультура.

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

Для определения степени устойчивости видов ежовников к гербицидам лугово-глеевую почву, просеянную через сито (диаметр ячейки 5 мм), набивали в пластмассовые стаканчики емкостью 300 г. Семена ежовников предварительно проращивали и только после этого высаживали в стаканчики. Почву увлажняли до 60–70 % от полной влагоемкости. Повторность опытов пятикратная. 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 обработку гербицидом Номини: 0 (контроль) – 0,045–0,060–0,075–0,090 л/га. К препарату добавляли адъювант А-100 в соотношении 1 : 1.

Для обработки использовали разработанный и изготовленный во ВНИИФ лабораторный опрыскиватель ОЛ-5. Расход рабочей жидкости 50 л/га при среднем диаметре капель 200 мкм. На следующие сутки после нанесения растворов гербицида стаканчики заливали слоем воды 1,0–1,5 см, который поддерживали до окончания постановки опытов.

Многолетний опыт (2018–2020 гг.) по определению степени накопления устойчивости биотипов сорняков рода *Echinochloa* к гербициду Номини 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 в больших вазонах растения ежовников выращивали 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 надземной массы растений в процентах к безгербицидному варианту (контролю), а также к эталону. По данным регрессионного анализа «доза – эффект» 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

При наличии ежовников в посеве риса до 400 растений на 1 м² урожайность самой культуры не превышает 2 ц/га. Достаточно быстрое развитие резистентных форм просовидных сорняков к применяемым гербицидам связано с реализацией механизма перекрестной устойчивости сорных растений к гербицидам даже из других химических классов и тем принципиальным фактом, что ежовники генетически устойчивы как минимум к 10 различным гербицидным группам исходя из полиморфизма популяции изначально. Так, у невосприимчивых популяций ежовников первичные признаки резистентных форм появляются через 10 лет применения продуктов, у восприимчивых – уже через 3–5 лет. Таким образом, замена одного продукта на другой без смены тактики и стратегии применения гербицидов в рисе и их механизма действия приведет только к появлению таких форм просовидных, при которых выращивание риса будет невозможно в принципе.

Результаты исследований 2018–2020 гг. по выявлению резистентных к гербициду Номини биотипов ежовников свидетельствуют о формировании у них устойчивости к этому препарату (см. таблицу).

Уровень устойчивости популяций *Echinochloa* к гербициду Номини в рисоводческих хозяйствах Приморского края (среднее за 2018–2020 гг.)

Рисоводческие хозяйства	Показатель резистентности		
	<i>Echinochloa crusgalli</i>	<i>Echinochloa occidentalis</i>	<i>Echinochloa phyllopogon</i>
ООО «АгроДэсун-Ханка», Ханкайский район	72	181	141
ООО «Сатурн», Ханкайский район	4	3	22
СХПК «Луговое», Хорольский район	4	101	108
ООО «Петровицанское», Хорольский район	5	5	7
ООО «Девичанское», Хорольский район	2	10	2
ООО «Смена», Черниговский район	8	15	9
ЗАО «Новосельское», Спасский район	2	2	3
ООО «АгроСангСэнг», Анучинский район	13	7	8

Так, в Ханкайском районе в ООО «АгроДэсун-Ханка» была видна четкая картина накопления устойчивости у всех форм ежовников: *E. crusgalli* (ПР = 72), *E. occidentalis* (ПР = 181) и *E. phyllopogon* (ПР = 141). В Хорольском районе наличие резистентных биотипов к гербициду Номини было отмечено в СХПК «Луговое» (ПР *E. crusgalli* – 4, *E. occidentalis* – 101, *E. phyllopogon* – 108). В Анучинском районе в ООО «АгроСангСэнг» также было обнаружено накопление устойчивости к гербициду Номини, так как все три изучаемых биотипа *E. crusgalli*, *E. occidentalis*, *E. phyllopogon* имели ПР 13, 7 и 8 соответственно. Это объясняется тем, что в контролируемых хозяйствах для борьбы с однолетними злаковыми сорняками в течение трех лет использовали гербицид Нарис (д.в. биспирибак кислота), который по своему механизму действия также блокирует фермент ALS.

В остальных хозяйствах уровень устойчивости – на первоначальном толерантном этапе формирования резистентности, ПР ниже 4, т.е. частота резистентных особей невелика.

В 2019 и 2020 гг. уровень формирования устойчивости несколько снизился. Это объясняется тем, что в контролируемых хозяйствах были исключены из севооборота наиболее засоренные резистентными биотипами ежовников поля. Резко сократились площади посева риса из-за отсутствия эффективных противозлаковых гербицидов иного механизма действия.

Полученные в 2018–2020 гг. данные свидетельствуют о том, что самый высокий показатель резистентности к гербициду Номини в среднем по всем районам наблюдался у форм *E. phyllopogon* (ПР = 43), у *E. occidentalis* он был несколько ниже – 41, а у биотипа *E. crusgalli* равнялся 13 (рис. 1).

Следует отметить, что резистентность сорных растений к гербицидам требует к себе самого серьезного внимания. Необходимо предупреждать ее развитие с помощью мониторинга, поскольку эта проблема, без преувеличения, одна из самых насущных для многих сельскохозяйственных предприятий. Кроме того, она ставит под угрозу деятельность производителей химических средств защиты растений.

Одним из основных факторов в появлении устойчивых к гербицидам сорняков является бесконтрольное применение гербицидов с одинаковым механизмом действия и однотипным действующим веществом. В нашем случае рисоводы края имеют ограниченный набор действующих веществ с единственным механизмом действия – ингибирование ацетолактатсинтазы и уже столкнулись с массовым развитием устойчивости ко всем гербицидам, применяемым на рисовых полях, а именно: Номини, Сегмент и Цитадель.

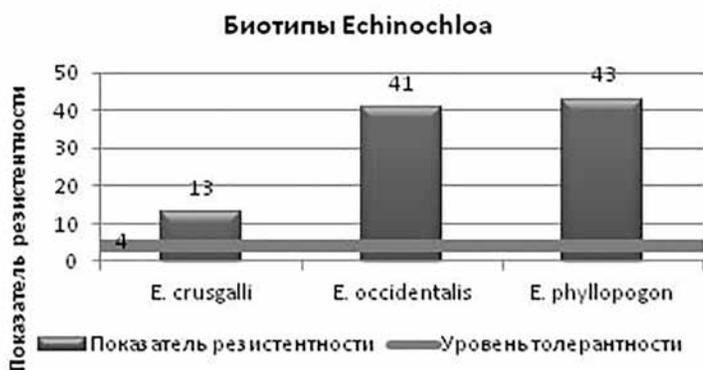


Рис. 1. Уровень устойчивости (показатель резистентности) популяций *Echinochloa* к гербициду Номини (ДВНИИЗР), Приморский край, среднее за 2018–2020 гг.

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.

Изучаемый нами гербицид Номини относится к системным препаратам. Отмечено, что особенно быстро возникает резистентность к системным препаратам; наоборот, контактные препараты сильно ингибируют многие биохимические процессы, и устойчивость к ним развивается в 3–8 раз медленнее, чем к системным препаратам [9].

Обобщение полученных данных по определению степени устойчивости изучаемых биотипов к гербициду Номини позволяет сделать тот вывод, что в 2018 г. были обнаружены первые резистентные формы ежовников. Показатель резистентности всех изучаемых видов равнялся 80, 19 и 5 соответственно (рис. 2).

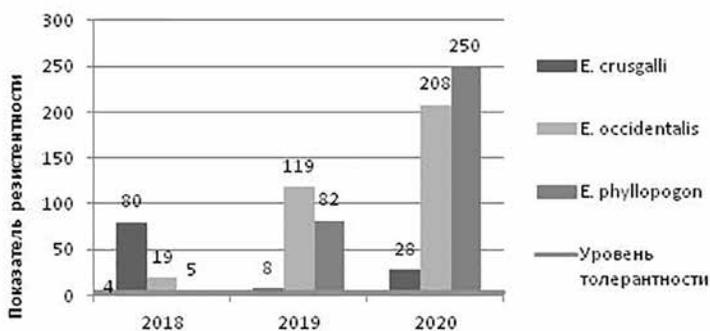


Рис. 2. Нарастание устойчивости к гербициду Номини биотипами *Echinochloa*, 2018–2020 гг.

Следовательно, началось формирование устойчивости. До 2018 г. изменения чувствительности биотипов ежовников к гербициду Номини не наблюдалось, так как для исследований изначально были взяты «чистые» (нативные) семена. Согласно методике растения ежовников, выращенные из таких семян, ежегодно обрабатывали гербицидом Номини. В 2018 г. вместо «чистых» семян ежовников были взяты семена резистентных форм, которые несли в себе гены устойчивости к гербициду Фацет, ранее применявшемуся

в посевах риса. По результатам исследований 2019–2020 гг. было отмечено увеличение уровня устойчивости к гербициду Номини относительно 2018 г. биотипов *E. occidentalis* и *E. phyllopopon*. Показатель резистентности изучаемых форм в 2019 г. составил 8, 119 и 82, а в 2020 г. – 28, 208 и 250 соответственно.

В условиях вегетационного домика на основе результатов многолетнего опыта нами была зарегистрирована перекрестная резистентность к гербициду Номини у всех биотипов ежовников, так как изначально изучаемые формы уже несли в себе гены устойчивости к гербициду Фацет.

В последние годы отмечены случаи появления резистентности у видов *Echinochloa* практически ко всем применяемым гербицидам, поэтому необходима стратегия снижения рисков развития резистентных форм просовидных в рисе.

Чтобы этого избежать, необходимо соблюдать технологию выращивания риса и выполнять следующие рекомендации:

- не применять один и тот же ALS-ингибитор на одном поле более двух лет подряд;
- при наличии сильного засорения ежовниками использовать максимальную дозу гербицида Номини (0,090 л/га);
- не позже чем через 1–2 дня после применения препарата следует установить и далее поддерживать достаточно высокий уровень оросительной воды в чеке (не менее 10–12 см). Это усилит эффективность гербицида и снизит вероятность появления второй волны сорняков;
- проводить тщательную очистку семян, использовать только сертифицированный семенной материал;
- соблюдать севооборот (выращивание по рису не более 3 лет.);
- следует обеспечить химическое разнообразие при использовании препаратов (необходимо практиковать чередование препаратов из разных классов, различающихся по механизму действия);
- ежегодно проводить тщательный мониторинг резистентности с учетом этапов ее формирования.

Заключение

Таким образом, мониторинговыми исследованиями 2018–2020 гг. подтверждено существование резистентных форм ежовников к применяемому гербициду Номини на рисовых полях Приморского края. Накопление устойчивости у форм *Echinochloa* развивалось быстрыми темпами именно в тех хозяйствах, в которых были обнаружены резистентные биотипы ежовников, изначально устойчивые к гербициду Фацет. Это еще раз доказывает, что резистентность сорняков рода *Echinochloa* к гербициду Номини, обнаруженная в хозяйствах края, является перекрестной, развивающейся у биотипов, исходно устойчивых к Фацету.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брагина О.А. О резистентности сорняков к гербицидам // Рисоводство. 2016. № 1/2 (30/31). С. 40–49.
2. Грапов А.Ф. Международный конгресс «Наука и технологии урожая». 2005 // Агрохимия. 2006. № 6. С. 88–92.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.
4. Зеленская О.В., Швыдкая Н.В., Москвитин С.А., Сергеева А.С. Сорные растения рода *Cyperus* L. на рисовых полях Краснодарского края // Рисоводство. 2018. № 2 (39). С. 58–64.
5. Ким Л.В., Вдовенко А.В., Назарова А.А. Перспективы инновационного развития отрасли растениеводства в южных территориях Дальнего Востока // Дальневост. аграр. вестн. 2016. № 1 (37). С. 24–32.
6. Лукачева Н.Г., Костюк А.В. Резистентность ежовников в посевах риса в условиях Дальнего Востока // Фитосанитарная безопасность агроэкосистем: материалы междунар. науч. конф., Новосибирск, 7–9 июля 2010 г. Новосибирск, 2010. С. 152–155.

7. Лукачева Н.Г., Костюк А.В. Устойчивость ежовников к гербицидам в посевах риса // RJOAS. 2016. Vol. 5 (53). P. 160–164.
8. Лукачева Н.Г., Костюк А.В. Формирование резистентности к Сегменту в популяциях *Echinochloa* // Вестн. ДВО РАН. 2019. № 3. С. 97–102.
9. Попов С.Я., Дорожкина Л.А., Калинина В.А. Основы химической защиты растений: учеб. пособие. М.: Арт-Лион, 2003. 208 с.
10. Пробатова Н.С. Злаки (Сем. мятликовые) // Сосудистые растения Дальнего Востока: в 8 т. / под. ред. С.С. Харкевича. Л.: Наука, 1985. Т. 1. С. 89–382.
11. Соколов М.С., Санин С.С., Долженко В.И., Спиридонов Ю.Я. и др. Концепция фундаментально-прикладных исследований защиты растений и урожая // Агрехимия. 2017. № 4. С. 3–9.
12. Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Т. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве / РАСХН – ВНИИФ. Голицыно, 2004. 243 с.
13. Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Развитие отечественной гербологии на современном этапе. М.: Печатный город, 2013. 426 с.

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

Видовая чувствительность сорных растений на ранних стадиях развития к гербициду Флекс, КЭ

В 2019–2020 гг. в Дальневосточном НИИ защиты растений в условиях вегетационного домика была изучена чувствительность к гербициду Флекс, КЭ 14 наиболее вредоносных и/или распространенных в посевах сои юга Дальнего Востока сорных растений: амброзии полыннолистной, акалифы южной, канатника Теофраста, эльсгольци ложногребенчатой, гибискуса тройчатого, сизезбекии пушистой, мари белой, щирицы запрокинутой, дурнишника сибирского, осота полевого, бодяка щетинистого, щавельника курчавого, полыни обыкновенной и коммелины обыкновенной. Гербицид применяли в нормах 0,75; 1,0; 1,25 и 1,5 л/га с добавлением ПАВ Тренд 90, Ж (0,2 л/га) на ранних стадиях развития сорняков. Об уровне фитотоксичности гербицидного препарата для тестируемых видов судили по динамике проявления и степени развития симптомов повреждения у опытных растений в сравнении с контролем (без обработки), а также по снижению их сырой надземной массы и высоты. Первые визуально заметные признаки токсического действия гербицида Флекс на сорные растения проявились спустя сутки после обработки. Симптомы и степень повреждения растений были схожи для разных видов и находились на одном уровне во всем диапазоне норм расхода препарата. Через 5 сут после обработки была зафиксирована гибель всех без исключения опытных растений 14 видов. Таким образом, применение гербицида Флекс в посевах сои с преобладанием использованных в опыте сорных видов на начальных стадиях их развития способно обеспечить максимальный уровень защиты культуры.

Ключевые слова: гербицид, сорные растения, вид, фаза роста и развития, чувствительность, токсичность, угнетение, повреждение.

Species sensitivity of weeds in the early stages of development to the herbicide Flex, CE. T.V. MOROKHOVETS, V.N. MOROKHOVETS, T.V. SHTERBOLOVA, Z.V. BASAI, S.S. VOSTRIKOVA, N.S. SKORIK (Far Eastern Research Institute of Plant Protection, Primorsky Krai, Kamen-Rybolov village).

In 2019–2020, the Far Eastern Research Institute of Plant Protection in the conditions of a vegetative house studied the sensitivity to the herbicide Flex, CE of the 14 most harmful and/or common weeds in soybean crops in the south of the Far East: common ragweed, Asian copperleaf, velvetleaf, false-crested elsholtzia, flower-of-an-hour, St. Paul's wort, common lam's-quarters, redroot pigweed, Siberian cocklebur, perennial sow thistle, yellow thistle, curly dock, mugwort and Asiatic dayflower. The herbicide was used in the norms of 0.75; 1.0; 1.25 and 1.5 l/ha with the addition of surfactants Trend 90, W (0.2 l/ha) in the early stages of weed development. The level of phytotoxicity of the herbicide preparation for the tested species was judged by the dynamics of the manifestation and degree of development of symptoms of damage to the experimental plants in comparison with the control (without treatment), as well as by the decrease in their raw aboveground mass and height. The first visually noticeable signs of the toxic effect of Flex herbicide on weeds appeared a day after treatment. The symptoms and degree of plant damage were similar for different species and were at the same level in the entire range of the drug consumption rates. 5 days after treatment, the death of all 14 experimental plants without exception was recorded. Thus, the use of Flex herbicide in soybean crops with a predominance of weed species used in the experiment at the initial stages of their development can provide the maximum level of crop protection.

Key words: herbicide, weed plants, species, growth and development phase, sensitivity, toxicity, inhibition, damage.

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

В России ежегодные суммарные потери растениеводства от сорных растений, вредителей и болезней достигают 100 млн т, при этом основная доля фактических потерь связана с засоренностью посевов [6]. Сорняки наиболее вредоносны для медленно развивающихся, слабоконкурентных культур. Так, по данным сотрудников ВНИИМК, снижение урожая сои на 12 % отмечается уже при наличии 5 шт./м² сорняков семейства мятликовые и на 11 % при численности 3 шт./м² двудольных сорняков; при смешанном типе засоренности и численности злаковых и двудольных сорняков по 3 шт./м² потери урожая составляли 20 % [2]. По нашим наблюдениям, средняя засоренность контрольных вариантов на опытных полях ДВНИИЗР в 2016–2020 гг. составляла 178–640 шт./м², сырая надземная масса сорняков – 2125–4797 г/м², а потери урожая сои в зависимости от уровня засоренности достигали 0,36–1,83 т/га (29–96 % от урожайности в вариантах с ручной прополкой).

Распространение сорных растений определяется прежде всего почвенно-климатическими условиями; свое влияние на видовой состав сорняков, их численность оказывает и возделываемая культура [1]. Климатические условия Приморского края способствуют быстрому размножению сорняков [5]. Начиная с 1996 г. сотрудники ДВНИИЗР проводят ежегодные маршрутные обследования посевов основных сельскохозяйственных культур в различных почвенно-климатических зонах Приморского края для оценки степени засоренности полей, определения видового состава и плотности произрастания сорных растений. Результаты мониторинговых исследований, проведенных в 2006–2020 гг., показали, что сложившийся сорный ценоз представлен 117 видами. Наиболее засоренными были поля с соей, на которых нами обнаружено 110 видов сорных растений (63 малолетних, 46 многолетних и сорняк-паразит повилика полевая). По количеству видов двудольные растения значительно превосходят однодольные (90 против 20). Виды сорняков, использованных в представленном ниже исследовании, ежегодно, часто с высокой численностью, регистрировались в обследованных посевах сои во всех агроклиматических зонах Приморья. Среди двудольных малолетников средняя за 15 лет частота встречаемости была максимальной у акалифы южной (*Acalypha australis* L.), мари белой (*Chenopodium album* L.) и амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – 86–97 %. Здесь и далее русские и латинские видовые названия сорняков даны по источникам [7, 8]. Из двудольных многолетних видов доминирующими засорителями сои были осот полевой (*Sonchus arvensis* L.) и бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bieb.) со средней встречаемостью 86 и 72 % соответственно. Для полыни обыкновенной (*Artemisia vulgaris* L.), канатника Теофраста (*Abutilon theophrasti* Medik.), коммелины обыкновенной (*Commelina communis* L.), сигезбекии пушистой (*Sigesbeckia pubescens* Makino), щавельника курчавого (*Rumex crispus* L.) и гибискуса тройчатого (*Hibiscus trionum* L.) этот показатель составил 30–55 %. Щирица запрокинутая (*Amaranthus sretroflexus* L.), дурнишник сибирский (*Xanthium sibiricum* Patrinx Widd.) и эльсгольция ложногребенчатая (*Elsholtzia pseudocristata* Levl. et Vaniot) в среднем регистрировались на 12–25 % обследованных площадей под соей.

Средняя за последние 15 лет плотность произрастания акалифы южной в посевах сои достигла 86,80 шт./м². Средняя засоренность сои марью белой была на уровне 35,40 шт./м², амброзией полыннолистной – 16,30, осотом полевым – 8,42, щирицей запрокинутой – 3,53, бодяком щетинистым – 3,24, коммелиной обыкновенной – 2,86, канатником Теофраста – 2,02, сигизбекией пушистой – 1,57, полынью обыкновенной – 1,30, гибискусом тройчатым – 1,19 шт./м². Щавельник курчавый, эльсгольция ложногребенчатая и дурнишник сибирский в среднем отмечались в количестве одно растение и менее на 1 м².

Применение гербицидов остается наиболее эффективным и экономически целесообразным способом борьбы с сорной растительностью. При этом необходимо учитывать, что сорняки максимально чувствительны к гербицидам в начальные периоды роста и развития, с момента прорастания семян и появления всходов до образования 2–5 настоящих листьев. В дальнейшем их устойчивость к гербицидам возрастает, а эффективность химической прополки снижается [3].

Цель представленного исследования – изучить видовую чувствительность основных для региона засорителей сои к гербициду Флекс, КЭ (действующее вещество фомесафен, 250 г/л) при его оптимальном использовании – в ранние фазы развития растений. Препарат предназначен для применения по вегетирующим растениям для борьбы с однолетними и некоторыми многолетними двудольными сорными видами в посевах сои и находится в стадии регистрации (регистрант ООО «Сингента»).

Материалы и методика исследований

Исследования проведены в 2019 и 2020 гг. в двух экспериментах по единой схеме в условиях вегетационного домика на опытной базе ФГБНУ ДВНИИЗР. Была изучена чувствительность 14 видов сорных растений к новому гербициду Флекс, КЭ в нормах 0,75; 1,0; 1,25 и 1,5 л/га с добавлением ПАВ Тренд 90, Ж (д.в. этоксилат изодецилового спирта, 900 г/л) в норме 0,2 л/га¹.

Оценивали эффективность гербицида в отношении наиболее распространенных и/или вредоносных сорных растений юга Дальнего Востока: амброзии полыннолистной, акалифы южной, канатника Теофраста, дурнишника сибирского, мари белой, сигезбекии пушистой, эльсгольции ложногребенчатой, щирицы запрокинутой, гибискуса тройчатого, осота полевого, бодяка щетинистого, полыни обыкновенной, щавельника курчавого и коммелины обыкновенной.

Опыты выполняли в соответствии с «Методическим руководством по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве»². При подготовке субстрата смесь почвы (лугово-бурая оподзоленная, по механическому составу – средняя глина, содержание гумуса – 3,8 %, рН_{сол.} – 5,3) и перепревшего компоста в соотношении 1 : 1, просеянную через сито 5 мм, помещали в пластиковые стаканы емкостью 500 см³. Поверхность почвы в сосудах уплотняли и увлажняли, затем равномерно распределяли семена сорных растений по видам и засыпали почвенно-компостной смесью слоем около 1 см, утрамбовывали и проводили полив. Предварительно была определена всхожесть всех используемых в опытах семян. В каждый вегетационный сосуд помещали семена сорняков в количестве, достаточном для получения 10–12 растений, что соответствует плотности засорения, равной 1,8–2,1 тыс. шт./м². До обработки сорных растений провели выбраковку крупных и мелких экземпляров, оставляя растения, близкие по высоте и фазе развития. Повторность опыта 10-кратная. Гербицидные растворы на сорные растения наносили с помощью стационарного опрыскивателя ОП-5 конструкции Всероссийского НИИ фитопатологии [4].

Схема опыта:

1. Контроль (без обработки гербицидами);
2. Флекс, КЭ 0,75 л/га + Тренд 90, Ж 0,2 л/га;
3. Флекс, КЭ 1,0 л/га + Тренд 90, Ж 0,2 л/га;
4. Флекс, КЭ 1,25 л/га + Тренд 90, Ж 0,2 л/га;
5. Флекс, КЭ 1,5 л/га + Тренд 90, Ж 0,2 л/га.

Влажность почвы поддерживали на оптимальном уровне (60–70 % от ПВ) путем ежедневного полива растений. Проводили регулярные наблюдения за ростом и развитием контрольных (без обработки) и опытных растений; отмечали начало проявления и динамику развития признаков угнетения и повреждения сорных видов гербицидом. По завершении опытов предполагалось срезать растения в сосудах и по снижению высоты и надземной массы опытных экземпляров в сравнении с контролем сделать окончательные выводы о степени токсичности препарата для тестируемых сорных видов.

¹ Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации 2019 г. М., 2019. 848 с.

² Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М.: Печатный город, 2009. 252 с.

Результаты и обсуждение

Через 5 сут после посева появились всходы акалифы южной, амброзии полыннолистной, канатника Теофраста, щирицы запрокинутой, эльсгольции ложногребенчатой, сигезбекии пушистой, мари белой, еще через 2–3 сут – всходы коммелины обыкновенной, гибискуса тройчатого, дурнишника сибирского, осота полевого, бодяка щетинистого, полыни обыкновенной и щавельника курчавого.

Обрабатывали сорные растения в ранние фазы развития – от формирования первого настоящего листа до 2 пар настоящих листьев и при высоте 1–8,5 см (см. таблицу).

Фаза развития и высота сорных растений перед проведением обработки, 2019–2020 гг.

Вид	Фаза развития	Высота, см (среднее)
Амброзия полыннолиственная	1–2 пары листьев	2,0–4,0 (3,1)
Акалифа южная	Начало формирования 1-й пары – 1 пара листьев	2,0–4,5 (3,2)
Дурнишник сибирский	Начало формирования 1-й пары – 1 пара листьев	4,0–6,5 (5,4)
Сигезбекия пушистая	Начало формирования 1-й пары – 1 пара листьев	1,0–3,5 (2,4)
Марь белая	Формирование 2-й пары листьев – 3 пары листьев	2,0–7,0 (4,8)
Эльсгольция ложногребенчатая	1 пара листьев – формирование 2-й пары листьев	2,0–3,5 (2,6)
Гибискус тройчатый	Начало формирования 1-го листа – 2 листа	3,0–6,5 (4,8)
Канатник Теофраста	1–2 листа	4,5–7,0 (5,6)
Щирица запрокинутая	Начало формирования 1-го листа – 2 листа	2,5–5,5 (4,0)
Коммелина обыкновенная	Формирование 2-го листа – 2 листа	1,5–3,0 (2,4)
Бодяк щетинистый	2 листа – формирование 3-го листа	2,5–7,5 (4,9)
Осот полевой	Формирование 3-го листа – 3 листа	3,5–8,5 (6,4)
Полынь обыкновенная	3–5 листьев	2,0–6,0 (4,2)
Щавельник курчавый	3–4 листа	2,5–7,5 (5,1)

Первые визуально заметные симптомы токсического действия препарата Флекс на растения сорных видов проявились уже через 1 сут после обработки и были на одном уровне во всем диапазоне норм расхода (0,75–1,5 л/га). На растениях амброзии полыннолистной, акалифы южной, канатника Теофраста, эльсгольции ложногребенчатой, гибискуса тройчатого, сигезбекии пушистой, дурнишника сибирского и полыни обыкновенной признаки повреждения и угнетения отмечались в виде появления на листовых пластинках светлых и бурых пятен, в засыхании отдельных или всех листьев, образовании некротических пятен на стеблях, деформации и отмирании верхней точки роста, сильным увядании растений. Для мари белой и щирицы запрокинутой токсическое действие препарата также было значительным и выражалось в обширном хлорозе листьев и их увядании, некрозе стебля, гибели точки роста. На растениях осота полевого, бодяка щетинистого и щавельника курчавого наблюдались ожоги в форме бурых и светло-бурых сливающихся пятен на листовых пластинках и черешках, полное или частичное засыхание листьев, почернение (некроз) формирующихся листьев в точке роста. Симптомы угнетения и повреждения растений коммелины обыкновенной выражались в появлении локальных (разрозненных) разноразмерных светлых пятен (ожогов) на нижних листьях, засыхании верхних листьев и повреждении точки роста, отставании в росте опытных растений от контроля.

В течение последующих 1–2 сут токсическое действие гербицида усиливалось, и констатировалась полная гибель растений амброзии полыннолистной, акалифы южной, канатника Теофраста, щирицы запрокинутой, мари белой, эльсгольции ложногребенчатой, гибискуса тройчатого, полыни обыкновенной и щавельника курчавого. К этому времени у дурнишника сибирского, сигезбекии пушистой, коммелины обыкновенной, осота полевого и бодяка щетинистого описанные выше признаки гербицидного действия проявлялись в максимальной степени – наблюдались многочисленные обширные некрозы листьев

и стеблей с последующим скорым засыханием и гибелью большинства обработанных Флексом растений. Через 5 сут после обработки зафиксирована гибель всех опытных растений 14 сорных видов.

Таким образом, в оптимальных для роста и развития сорных растений условиях, обеспеченных проведением опытов в вегетационном домике, гербицид Флекс в нормах 0,75–1,5 л/га с добавлением ПАВ Тренд 90 0,2 л/га в течение 5 сут после нанесения полностью уничтожает растения 14 тест-видов, обработанные в ранние фазы роста (высота 1–8,5 см) и развития (от формирования первого настоящего листа до 2 пар настоящих листьев).

Заключение

В результате двухлетних испытаний, проведенных в вегетационных условиях, установлено, что 14 видов наиболее распространенных и/или вредоносных сорных растений, типичных для агроценозов Приморского края, на ранних стадиях развития обладают исключительно высокой чувствительностью к гербициду Флекс во всех испытанных нормах расхода. Заметное повреждение сорных растений в опытных вариантах, начиная с минимальной нормы расхода, зафиксировано уже спустя 1 сут после нанесения гербицида. Через 5 сут после обработки отмечена полная гибель растений амброзии полыннолистной, акалифы южной, канатника Теофраста, эльсгольции ложногребенчатой, гибискуса тройчатого, сизебегии пушистой, мари белой, щирицы запрокинутой, дурнишника сибирского, осота полевого, бодяка щетинистого, щавельника курчавого, полыни обыкновенной и коммелины обыкновенной. Таким образом, следует ожидать проявления высокой биологической эффективности гербицида Флекс (0,75–1,5 л/га) с ПАВ Тренд 90 0,2 л/га при применении на ранних стадиях роста и развития сорняков в посевах сои, засоренных преимущественно протестированными видами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бекетова О.А. Анализ видового разнообразия сорных растений Сухобузимского района Красноярского края // Вестн. КрасГАУ. 2016. № 1. С. 108–114.
2. Лукомец В.Н., Бочкарев Н.И., Тишков Н.М., Пивень В.Т., Семеренко С.А., Бушнева Н.А., Кривошлыков К.М. Защита сои // Защита и карантин растений. 2019. № 1. С. 38–75.
3. Мороховец В.Н., Яковец В.П., Лысачева Г.И., Мороховец Т.В., Басай З.В., Яковец В.И., Бойко Р.М. Комплексные меры борьбы с карантинным сорняком амброзией полыннолистной в Приморском крае. Владивосток: Дальнаука, 2009. 12 с.
4. Никитин Н.В., Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Научно-практические аспекты технологии применения современных гербицидов в растениеводстве. М.: Печатный город, 2010. 200 с.
5. Система земледелия в Приморском крае: рекомендации / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. ПримНИИСХ. Новосибирск, 1990. 304 с.
6. Современные технологии производства и переработки сельскохозяйственных культур. Благовещенск: ВНИИ сои, 2017. 288 с.
7. Сосудистые растения Советского Дальнего Востока: в 8 т. Л.: Наука, 1985–1996. Т. 2–8.
8. Флора Российского Дальнего Востока: Дополнения и изменения к изданию «Сосудистые растения Советского Дальнего Востока». Владивосток: Дальнаука, 1985–1996. Т. 1–8. 456 с.

Р.В. ТИМОШИНОВ, Е.Ж. КУШАЕВА, Л.Е. МАРЧУК, А.А. ДУБКОВ,
К.С. ПИСКУНОВ, А.Г. КЛЫКОВ

Влияние различных систем удобрений на урожайность сои и пшеницы в севообороте длительного опыта на агрохимическом стационаре ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки

Представлены результаты изучения в 2018–2020 гг. различных систем удобрений в длительном стационарном опыте, их влияния на изменение плодородия почвы, урожайность и качество семян возделываемых в севообороте культур в условиях Приморского края. При выращивании пшеницы выделен вариант с комплексной системой удобрений и двойной нормой NPK, обеспечивший наибольшую прибавку урожайности и получение зерна с весьма высоким содержанием белка и клейковины. Максимальная урожайность сои, масса 1000 зерен (187,8 г) и высокое содержание белка в семенах (39,3 %) выявлены при использовании комплексной системы с одинарной дозой NPK.

Ключевые слова: агрохимический стационар, системы удобрений, севооборот, урожайность, соя, пшеница, качество семян.

The influence of various fertilizer systems on the yield of soy beans and wheat in the crop rotation of the long-term agrochemical stationary of A.K. Chaika Federal Research Center of Agricultural biotechnology of the Far East. R.V. TIMOSHINOV, E.Zh. KUSHAIEVA, L.E. MARCHUK, A.A. DUBKOV, K.S. PISKUNOV, A.G. KLYKOV (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Timiryazevsky village).

The article presents the results of the study of various fertilizer systems in a long-term stationary experiment conducted in 2018–2020, their influence on the change in soil fertility, yield and quality of seeds of the Primorsky Krai crop rotation. During the wheat growing the variant with a complex fertilizer system and a double NPK rate stood out, which provided the greatest increase in yield and obtaining grain with a sufficiently high protein and gluten content. The maximum yield of soybeans, high protein content in seeds (39.3 %), and 1000 seed weight (187.8 g) were observed when using a complex system with a single dose of NPK.

Key words: agrochemical stationary, fertilizer systems, crop rotation, yield, soybeans, wheat, seed quality.

В современном земледелии удобрение – важнейшее средство круговорота и баланса биогенных веществ, активного целенаправленного регулирования питания растений, последовательного повышения плодородия, увеличения продуктивности агроценозов и поддержания экологического равновесия в природе [12].

*ТИМОШИНОВ Роман Витальевич – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом земледелия и агрохимии, КУШАЕВА Елена Жоржевна – научный сотрудник, МАРЧУК Людмила Евгеньевна – младший научный сотрудник, ДУБКОВ Александр Алексеевич – научный сотрудник, ПИСКУНОВ Кирил Сергеевич – младший научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией, КЛЫКОВ Алексей Григорьевич – доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, заведующий отделом (Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск, пос. Тимирязевский). *E-mail: fe.smc_rf@mail.ru

В январе 1941 г. под руководством академика Д.Н. Прянишникова создана Географическая сеть длительных опытов с удобрениями [7]. В этом же году в Приморском крае был заложен агрохимический стационар на базе Приморской краевой комплексной сельскохозяйственной опытной станции (в настоящее время ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»). В системе Географической сети работают 65 научных учреждений, которые проводят около 130 длительных полевых опытов с удобрениями. Из них более половины продолжаются свыше 35 лет и 15 – более 70 лет [6].

Одной из главных задач многолетних опытов является изучение эффективности удобрений с целью получения экспериментальных данных для разработки зональных рекомендаций по их применению [8]. Систематическое внесение органических и минеральных удобрений, извести на протяжении 80 лет на нашем агрохимическом стационаре способствовало повышению содержания в почве элементов питания и их запаса в усвояемой для растений форме. Это позволило в настоящее время в условиях ограниченного применения удобрений получать достаточно высокие урожаи культур за счет использования созданных запасов элементов питания [10, 11].

В длительных полевых опытах по изучению систем применения удобрений в севооборотах можно получить наиболее полную информацию о влиянии систематического применения удобрений на продуктивность сельскохозяйственных культур, баланс элементов минерального питания, изменение агрохимических свойств почв и экологическое воздействие на окружающую среду [1–3].

Цель работы – в условиях агрохимического стационара исследовать влияние различных систем удобрений на плодородие почв, урожайность, качество семян сои и пшеницы в севообороте длительного опыта.

Материалы, методы и условия исследований

Исследования выполнялись в 2018–2020 гг. на поле № 8 агрохимического стационара, заложенного в 1941 г. на базе девятипольного севооборота ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки». На исследуемом поле в 2021 г. заканчивается восьмая ротация севооборота. Для изучения взяты комплексные системы с одинарной и двойной дозой НРК, известково-минеральная и минеральная. Навоз и известь вносили в начале каждой ротации севооборота. В контрольном варианте за все время исследований удобрения не применялись. Минеральные удобрения вносились ежегодно вручную в виде диаммофоски ($N_{10}P_{26}K_{26}$) и аммиачной селитры (N_{34}) в одинарной дозе ($N_{30}P_{45}K_{45}$) во 2-м и 4-м вариантах и в двойной ($N_{60}P_{90}K_{90}$) в 3-м и 5-м вариантах.

Почва опытного участка – лугово-бурая отбеленная, тяжелосуглинистая. В почвенных пробах определялись следующие показатели, характеризующие агрохимические свойства почвы: органическое вещество (гумус) по Тюрину; pH_{KCl} – ГОСТ 26483-85; подвижные формы фосфора и калия по методу Кирсанова – ГОСТ Р 54650-2011; содержание белка – ГОСТ 10846-91, жира – ГОСТ 29033-91 в зерне, клейковины в зерне пшеницы – ГОСТ Р 54478-2011.

Площадь опытной делянки – 250 м², повторность опыта – трехкратная. Агротехника в опыте – общепринятая для Приморского края.

В севообороте возделывались: в 2017 г. – клевер луговой сорта Командор; в 2018 г. – яровая пшеница сорта Приморская 39; в 2019 г. – соя сорта Муссон; в 2020 г. – яровая пшеница сорта Приморская 39.

Схема опыта агрохимического стационара включала следующие варианты внесения удобрений:

- 1) контроль (без удобрений),
- 2) $H_{220} + I_{22} + N_{1033}P_{1410}K_{1125} + N_{30}P_{45}K_{45}^*$,
- 3) $H_{220} + I_{22} + N_{2633}P_{2780}K_{2155} + N_{60}P_{90}K_{90}^{**}$,

$$4) \text{I}_{30} + \text{N}_{1055} \text{P}_{1270} \text{K}_{1985} + \text{N}_{30} \text{P}_{45} \text{K}_{45}^*,$$

$$5) \text{N}_{2620} \text{P}_{2855} \text{K}_{2100} + \text{N}_{60} \text{P}_{90} \text{K}_{90}^{**},$$

где Н, И, NPK – суммарное количество навоза, извести и минеральных удобрений, внесенное за предыдущие ротации до 2017 г. (навоз и известь – т/га, NPK – кг д.в./га); $\text{N}_{30} \text{P}_{45} \text{K}_{45}^*$ – одинарная доза минеральных удобрений, ежегодно вносилась во 2-м и 4-м вариантах; $\text{N}_{60} \text{P}_{90} \text{K}_{90}^{**}$ – двойная доза, ежегодно вносилась в 3-м и 5-м вариантах до 2020 г.

Результаты исследований

Исследования показали, что возделываемые после клеверного сидерального пара культуры в процессе формирования урожая по-разному использовали элементы питания, что обусловило различие их содержания в почве. В 2019 г. после выращивания пшеницы отмечено снижение содержания нитратного азота ($-\text{NO}_3$) во всех вариантах, а в 2020 г. после возделывания сои, наоборот, произошло увеличение во всех вариантах, кроме контрольного.

Среди предшественников большое влияние на содержание нитратного азота оказал сидеральный пар (табл. 1). Пшеница, размещаемая по данному предшественнику, имела самую высокую обеспеченность нитратным азотом. Запашка клевера на сидерат осенью 2017 г.

способствовала обогащению почвы N-NO_3 , поэтому его содержание в 2018 г. увеличилось во всех вариантах опыта. В контроле без внесения удобрений содержание N-NO_3 возросло с 8,7 до 20,4 мг/кг, что еще раз доказывает положительное действие севооборота на элементы питания. Наибольшее увеличение отмечено в варианте с внесением $\text{N}_{60} \text{P}_{90} \text{K}_{90}$ на фоне комплексной системы с двойной дозой минеральных удобрений (вариант 3) от величины, меньшей минимального порога определения (МПО), до 42,7 мг/кг.

Многие отечественные ученые считают, что содержание подвижного фосфора (P_2O_5) в почве является характерным признаком уровня ее плодородия, а повышение обеспеченности этим элементом – показателем роста ее окультуренности [4, 9, 13]. Из применяемых нами систем удобрений наибольшее содержание подвижного фосфора (табл. 2) – 78 мг/кг обеспечила комплексная система, включающая навоз, известь и двойную дозу NPK ($\text{H}_{220} + \text{I}_{22} + \text{N}_{2633} \text{P}_{2780} \text{K}_{2155} + \text{N}_{60} \text{P}_{90} \text{K}_{90}$) (вариант 3). В этом варианте к 2017 г. создан повышенный уровень обеспеченности почвы подвижным фосфором по сравнению с очень низким в контроле – 15 мг/кг. Наименьшее содержание (32 мг/кг) обеспечила минеральная система (вариант 5). В 2020 г. фосфатный режим почвы в контрольном варианте без внесения удобрений практически не изменился, по нашему мнению, благодаря положительному действию многолетних трав в севообороте. Применение комплексной системы удобрений (навоз, известь + одинарная доза NPK) увеличило содержание подвижного фосфора на 64 %, т.е. достигнут повышенный уровень обеспеченности. При этом двойная норма минеральных удобрений на фоне навоза и извести, а также минеральные удобрения на фоне известково-минеральной системы (вариант 4) не способствовали увеличению содержания подвижного фосфора. Снижение его уровня на 25 % отмечено при внесении $\text{N}_{60} \text{P}_{90} \text{K}_{90}$ на фоне минеральной системы (вариант 5).

Для эффективного функционирования агроценозов необходимо учитывать не только азотное и фосфатное, но и калийное состояние почв [5, 9]. Содержание обменного калия (K_2O) за годы исследований снизилось почти во всех вариантах опыта (табл. 2), кроме 2-го ($\text{H}_{220} + \text{I}_{22} + \text{N}_{1033} \text{P}_{1410} \text{K}_{1125} + \text{N}_{30} \text{P}_{45} \text{K}_{45}$), там отмечена незначительная прибавка.

Таблица 1
Влияние различных систем удобрений на содержание $-\text{NO}_3$ в почве при севообороте, мг/кг

Вариант опыта	Клевер (2017 г.)	Пшеница (2018 г.)	Соя (2019 г.)	Пшеница (2020 г.)
1	8,7	20,4	10,0	8,7
2	0,8	24,6	22,9	23,4
3	<МПО	42,7	6,9	27,5
4	<МПО	22,4	7,9	21,9
5	<МПО	19,1	7,6	12,9

Таблица 2
Влияние различных систем удобрений на содержание P_2O_5 и K_2O в почве при севообороте, мг/кг

Вариант опыта	2017 г.	2020 г.	2020 г. к 2017 г.	
			мг/кг	%
P_2O_5				
1	15	16	+1	+7
2	36	59	+23	+64
3	78	64	-14	-18
4	36	34	-2	-6
5	32	24	-8	-25
K_2O				
1	144	125	-19	-13
2	158	169	+11	+7
3	200	149	-51	-25
4	128	119	-9	-7
5	165	156	-9	-5

та плодородия почвы приводит исключение навоза из системы применения удобрений. В контрольном варианте к 2020 г. выявлено повышение данного показателя на 0,17 % вследствие заправки многолетних трав, корневых и пожнивных остатков возделываемых культур. Наибольшую прибавку обеспечила комплексная система с одинарной дозой NPK и известково-минеральной подкормкой (вариант 4). Минимальное содержание органического вещества отмечено в варианте 5 с применением только минеральных удобрений ($N_{2620}P_{2855}K_{2100} + N_{60}P_{90}K_{90}$); снижение произошло, скорее всего, за счет минерализации органического вещества.

Установлено, что в результате длительного внесения одних только минеральных удобрений увеличивается почвенная кислотность (см. табл. 3). Известкование и применение навоза ослабляют этот процесс. В 2017 г. наименьшая почвенная кислотность отмечена в варианте 5 с минеральной системой удобрений (рН 4,8). Почва при систематическом применении удобрений на фоне комплексной системы с одинарной дозой NPK и известково-минеральной подкормкой (вариант 4) из среднекислой переходит в слабокислую (рН 5,5), а на фоне навоза с известью – становится ближе к нейтральной как в варианте 2, так и в варианте 3 (рН 5,9–6,0). Такая же закономерность сохраняется и в 2020 г., но во всех вариантах повышается кислотность.

Таблица 3
Влияние различных систем удобрений на рН_{ксл} и содержание органического вещества

Вариант опыта	Органическое вещество, %				рН _{ксл}			
	2017 г.	2020 г.	2020 г. к 2017 г.		2017 г.	2020 г.	2020 г. к 2017 г.	
			абс.	отн., %			ед.	%
1	3,11	3,28	+0,17	+5	5,5	5,0	-0,5	-10
2	3,40	3,68	+0,28	+8	5,9	5,6	-0,3	-5
3	3,39	3,33	-0,06	-2	6,0	5,5	-0,5	-8
4	3,23	3,48	+0,25	+8	5,5	5,1	-0,4	-7
5	3,24	3,09	-0,15	-5	4,8	4,6	-0,2	-4

Применение всех изучаемых систем удобрений увеличивало урожайность возделываемых культур севооборота по сравнению с контролем (без удобрений). При выращивании яровой пшеницы (табл. 4) вариант 3 с комплексной системой удобрений и двойной нормой NPK ($H_{220} + I_{22} + N_{2633}P_{2780}K_{2155} + N_{60}P_{90}K_{90}$) обеспечил наибольшую прибавку урожая семян

– 12,2 ц/га, при этом формировалось зерно с максимальной массой 1000 зерен (38,5 г) и достаточно высоким содержанием белка и клейковины. В контрольном варианте отмечается снижение урожайности. Высокая эффективность выявлена от применения комплексной системы удобрений с одинарной дозой NPK (вариант 2), увеличившей урожай на 9,3 ц/га.

Таблица 4

Структура урожая и качество зерна яровой пшеницы Приморская 39 при применении различных систем удобрений

Вариант опыта	Высота растения, см	Длина колоса, см	Число зерен с растения, шт.	Масса 1000 зерен, г	Белок, %	Клейковина, %	Урожайность, ц/га
1	99	8	29	33,6	14,7	28,7	24,8
2	110	9	27	37,3	15,1	28,4	34,1
3	112	8	29	38,5	15,2	31,0	37,0
4	107	8	25	37,2	15,4	30,4	33,5
5	109	8	28	36,4	15,2	31,1	33,5

Исследованиями установлено, что наибольшую урожайность сои в 2019 г. обеспечила комплексная система удобрений с одинарной дозой NPK (табл. 5, вариант 2): сформировалось самое большое количество бобов и зерен на одном растении, получены семена с высоким содержанием белка, была самой большой масса 1000 семян. Наименьшую прибавку урожая обеспечил вариант 5 с минеральной системой ($N_{2620}P_{2855}K_{2100} + N_{60}P_{90}K_{90}$).

Таблица 5

Структура урожая и качество семян сои сорта Муссон в зависимости от системы удобрений

Вариант опыта	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число бобов на растении, шт.	Число семян на растении, шт.	Масса 1000 семян, г	Жир, %	Белок, %	Урожайность, ц/га
1	84	11	23	40	172,9	22,8	38,0	20,8
2	101	13	27	54	187,8	22,4	39,3	25,0
3	100	12	25	52	182,0	23,1	36,9	24,7
4	90	10	23	47	176,9	22,9	37,4	24,0
5	82	12	23	44	151,0	22,9	37,2	23,0
НСР _{0,95}	7,6	1,2	1,6	5,6	14,7	0,3	1,0	0,7

Заключение

Проведенные исследования показали, что запашка клевера на сидерат способствует обогащению почвы нитратным азотом ($-NO_3$). Наибольшее увеличение его содержания произошло при внесении $N_{60}P_{90}K_{90}$ на фоне комплексной системы с двойной дозой минеральных удобрений ($H_{220} + I_{22} + N_{2633}P_{2780}K_{2155} + N_{60}P_{90}K_{90}$). Выявлено, что применение только минеральных удобрений способствует снижению содержания фосфора на 25 %, а комплексная система удобрений (навоз + известь + одинарная доза NPK) – его увеличению на 64 %. Изучаемые системы удобрений не обеспечили сохранение уровня содержания обменного калия в почве. Запашка многолетних трав (клевера лугового) способствует сохранению органического вещества в почве. Использование комплексной системы удобрений как с двойной ($H_{220} + I_{22} + N_{2633}P_{2780}K_{2155} + N_{60}P_{90}K_{90}$), так и с одинарной дозой NPK ($H_{220} + I_{22} + N_{1033}P_{1410}K_{1125} + N_{30}P_{45}K_{45}$) привело к увеличению содержания органического вещества. Установлено, что внесение только минеральных удобрений увеличивает почвенную кислотность, известкование и внесение навоза ослабляют этот процесс. Наибольшие прибавки урожайности яровой пшеницы (12,2 ц/га) и массу 1000 зерен, высокое содержание белка (15,2 %) и клейковины (31,0 %) обеспечила комплексная система удобрений с двойной нормой NPK. Максимальную урожайность и качество семян сои с высоким содержанием белка (39,3 %) и высокой массой 1000 зерен (187,8 г) обеспечила комплексная система с одинарной дозой NPK ($H_{220} + I_{22} + N_{1033}P_{1410}K_{1125} + N_{30}P_{45}K_{45}$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Андропова Т.М., Замяткина Л.Е., Астафьева В.П. Влияние основных видов органических, минеральных удобрений и их сочетаний при длительном применении на продуктивность севооборота, свойства почвы и качество продукции // Результаты исследований в длительных опытах с удобрениями по зонам страны. М., 1976. С. 76–83. (Тр. ВИУА; вып. 1).
2. Гамзиков Г.П., Дмитриев Н.Н., Мальцев В.Т., Дьяченко Е.Н. Длительное применение удобрений и извести в плодосменном севообороте на серой лесной почве Прибайкалья // Плодородие. 2014. № 6 (81). С. 25–27.
3. Гамзиков Г.П. Состояние и перспективы исследований в длительных стационарных опытах с удобрениями в Сибири // Плодородие. 2016. № 5 (92). С. 6–9.
4. Жуков Ю.П. Баланс питательных веществ как прогнозно-экономический показатель плодородия почв и продуктивности культур // Агрохимия. 1996. № 7. С. 35–45.
5. Нечаева Т.В., Добрянская С.Л. Калификсирующая способность и состав обменных катионов постагрогенного чернозема // Плодородие. 2020. № 4 (115). С. 24–28.
6. Сычев В.Г., Рухович О.В., Беличенко М.В. Географическая сеть опытов с удобрениями (состояние, перспективы и современные вызовы) // Итоги выполнения программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013–2020 гг.: материалы Всерос. координац. совещ. науч. учреждений-участников Геогр. сети опытов с удобрениями, Москва, 16–17 апр. 2018 г. / ВНИИА. М., 2018. С. 4–11.
7. Сычев В.Г., Рухович О.В. Результаты и перспективы исследований в длительных агрохимических опытах Геосети // Научные стационары: реалии, научная проблематика и инновации. Томск, 2017. С. 52–58.
8. Сычев В.Г., Листова М.П., Беличенко М.В. и др. Совершенствование единой системы мониторинга в длительных агрохимических опытах Геосети. М., 2016. 44 с. (Бюл. Геогр. сети опытов с удобрениями; вып. 22).
9. Сычев В.Г., Шафран С.А., Адрианов С.Н. и др. Эффективность фосфорных удобрений на почвах России и основные направления исследований Геосети по агрохимии фосфора / ВНИИА. М., 2010. 47 с. (Бюл. Геогр. сети опытов с удобрениями; вып. 10).
10. Тимошинов Р.В., Бабинцев Л.Е., Кушаева Е.Ж., Дубков А.А., Клыков А.Г. Влияние агротехнических приемов и плодородия почвы на урожайность сои сорта Муссон в условиях Приморского края // Вестн. ДВО РАН. 2020. № 4. С. 67–73.
11. Тимошинов Р.В., Кушаева Е.Ж., Бабинцев Л.Е., Фалилеев А.А. Изменение плодородия лугово-бурых отбеленных почв в длительных стационарных опытах // Дальневост. аграр. вестн. 2016. № 2 (38). С. 28–33.
12. Чеботарев Н.Т., Шергина Н.Н., Броварова О.В., Тулинов А.Г. Действие комплексного применения удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы, продуктивность и качество кормовых культур в условиях европейского севера // Агротех. вестн. 2020. № 6. С. 23–27.
13. Шафран С.А. Динамика применения удобрений и плодородие почв // Агрохимия. 2004. № 1. С. 9–17.

М.А. ШАРОВ

Ройливость и роение медоносной пчелы дальневосточной породы в условиях Приморского края

Пчела дальневосточной породы унаследовала нежелательный хозяйственный признак – повышенную степень ройливости пчелиных семей пасеки: в весенний период 58,7–70,1 %, в позднелетний – 10,2–18,2 %. Для снижения инстинкта роения и мобилизации пчел на строительство ячеек в эти периоды в улья помещали рамки с вощиной. Выявлено, что установка вощины в гнезда пчел весной не способствует снижению ройливости, а в августе, наоборот, размещение 4–6 рамок подавляет инстинкт роения и переключает пчел на активный сбор нектара и выращивание молодого поколения пчел.

Ключевые слова: пасека, пчелиная семья, ройливость, роение, рой, вощина.

Swarming and swarm ability of honey bee of the Far Eastern breed in the conditions of Primorsky Krai.
M.A. SHAROV (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Timiryazevsky village).

The local bee of Far Eastern breed inherited an undesirable economic trait – an increased degree of swarming of bee colonies in the apiary: 58.7–70.1 % in the spring period and 10.2–18.2 % in the late summer period. To decrease swarming instinct and mobilize bees for the construction of cells during these periods, frames with empty honeycomb were placed in the hives. It was found that the installation of an empty honeycomb in the nests of bees in the spring did not contribute to a decrease in swelling, and in August, on the contrary, placing 4–6 frames suppresses swarming instinct and switches the bees to actively collect nectar and grow the young generation of bees.

Key words: apiary, bee family, swarm ability, swarming, swarm, empty honeycomb.

Введение

Роение – один из сложнейших инстинктов пчел, благодаря которому в естественных условиях происходит увеличение числа пчелиных семей и их расселение. Поэтому при содержании пчел на мелких пасеках до разработки надежных методов искусственного вывода маток и размножения пчелиных семей большая склонность к роению считалась положительным качеством. В современных же условиях сильная ройливость приводит к непроизводительным затратам труда и времени пчеловодов, наносит ущерб хозяйству.

Ряд авторов считают, что не все породы, зарегистрированные на территории Российской Федерации, одинаково склонны к роению. Так, среднерусские входят в роевое состояние в 50–70 % случаев, карпатские – в 30–35 %, а серые горные кавказские характеризуются слабой ройливостью – 3–5 % [3, 9]. Дальневосточная пчела, в формировании которой принимали участие среднерусская, серая горная кавказская и украинская степная породы, обладает повышенной ройливостью [4, 8, 11].

В колодном пчеловодстве Дальневосточного региона естественное роение играло важную роль. Это был единственный способ увеличения численности семей на пасеках. Так, по данным А. Леякова, от одной пчелиной семьи нередко получали 7–8 роев и «...несмотря даже на предварительно принятые меры, кажется, что и пустые ульи дают рои» [10]. По сообщению Г.Г. Позднякова, в конце XIX в. приобретение хотя бы одной колоды пчел на территории Приморской области считалось большой удачей, и для этого необходимо было объехать большую территорию [12]. Поэтому пчелы, имеющие большую склонность к роению, были востребованы у пчеловодов того времени.

Цель настоящего исследования – выявить влияние рамок с вощиной на степень ройливости в весенний и позднелетний периоды в условиях Приморского края.

Объекты и методы исследований

В течение трех лет на научно-производственной пасеке ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки изучали ройливость медоносной пчелы (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) дальневосточной породы [13]. Пчелиные семьи содержались в двухкорпусных ульях, к которым применялся общий комплекс противороевых приемов – содержание в гнездах маток не старше двух лет. Наблюдения и учеты выполняли в соответствии с основными требованиями к постановке экспериментов в пчеловодстве [2].

Ройливость определяли по количеству пчелиных семей (в процентах), находившихся в роевом состоянии. Устанавливали время и условия возникновения и прекращения роевого состояния, способность переключаться из роевого состояния в рабочее после установок рамок с вощиной.

Результаты исследования

Основными причинами ройливости являются внутренние условия (породные особенности, низкая яйценоскость матки, большое количество молодых пчел и т.п.) и внешние факторы (отсутствие или слабый принос нектара, погодные условия) [1, 4–7].

В пчелиной семье по мере накопления молодых пчел, не занятых работой, происходит закладка роевых мисочек [14]. Как только матка отложит в роевые мисочки яйца, работоспособность пчел снижается в первые два дня на 30 %, еще через день на 70 %, а через пять дней пчелы полностью прекращают активную летную деятельность и выкучиваются из улья, образуя большие гроздья (рис. 1), сигнализирующие о скором выходе роя.



Рис. 1. Пчелиные семьи пасеки в роевом состоянии в середине июня

Динамика роевого состояния на протяжении трех сезонов показана на рис. 2. В наших исследованиях первые роевые маточники были обнаружены 12–15 мая. В конце мая, несмотря на противороевые мероприятия, первые четыре роя покинули улья, привившись на деревья. Затем с каждой последующей декадой количество роевых семей на пасеке увеличивалось. В середине июня процессом роения было охвачено 58,7–70,1 % семей.

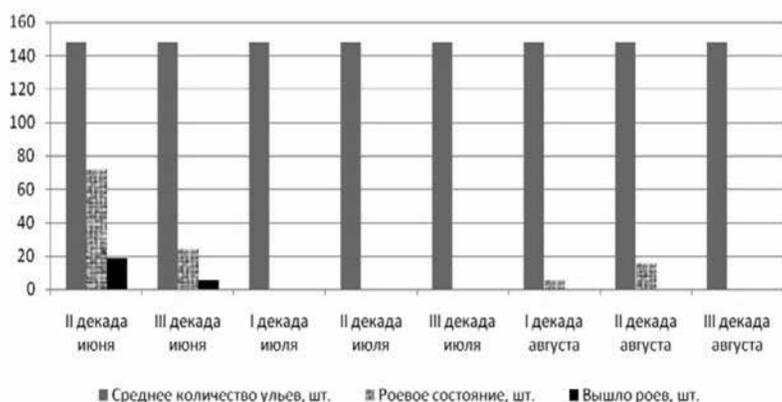


Рис. 2. Динамика роевого состояния пчелиных семей по периодам сезона в среднем за три года (2013–2015 гг.)

Наибольшая численность вышедших из ульев роев (в среднем за три года 18,6 шт.) зафиксирована во второй декаде июня. Начавшийся 20–25 июня медосбор с липы способствовал снижению роевой горячки до 24,2 %, а затем процесс роения полностью прекратился.

Для предупреждения роения ряд исследователей предлагают максимально загрузить пчел, не занятых работой, строительством новых сотов. Если вовремя не установить вошину, то развитие пчелиных семей задержится, снизится рабочая активность, и они придут в роевое состояние [1, 5, 7, 14].

Нами изучено влияние установки рамок с вощиной на степень ройливости в весенний и позднелетний периоды. Результаты исследования представлены в таблице.

Влияние рамок с вощиной на роевую активность пчелиных семей в весенний и позднелетний периоды

Год	Кол-во пчелиных семей, шт.	Вошло в роевое состояние, шт.	Ройливость, %	Установлено рамок с вощиной в пчелиную семью, шт.	Отстроено сот пчелиной семьей, шт.	Вышло из роевого состояния, шт.
Весенний период						
2013	137	96	70,1	3,0	1,0	0
2014	150	88	58,7	3,0	0	0
2015	157	100	63,7	3,0	1,0	1,0
Позднелетний период						
2013	137	25	18,2	6,0	6,0	25,0
2014	150	18	12,0	4,0	4,0	18,0
2015	157	16	10,2	5,0	5,0	16,0

Средний показатель ройливости весной составил 64,0 %. Расширение гнезд рамками с вощиной для предотвращения роения в весенний период в условиях Приморского края оказалось малоэффективным. Так, на три рамки вошины, установленные в каждую роевую семью, пчелы отстроили в среднем за три сезона по 0,7 сот. Семьи пчел не только игнорировали присутствие вошины, но и в большинстве случаев перестраивали их на трутневые ячейки или возводили роевые мисочки (рис. 3). Основная причина этого заключается в том, что данный период совпадает с возвратными майскими и частично июньскими холодами, препятствующими выделению нектара медоносными растениями.

Благоприятные погодные условия в начале августа способствуют цветению большого количества медоносов, обеспечивающих второстепенный медосбор. Преобладающее

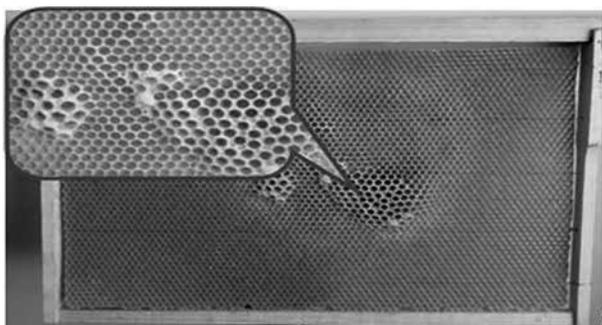


Рис. 3. Рамка вошины с деформированными ячейками (трутневые ячейки и роевые мисочки)

мок вошины. Это позволило не только погасить роевое настроение, но и предотвратить выход роев из ульев. Все установленные в улья рамки с вошиной были на 100 % отстроены ячейками правильной формы.

Заключение

Дальневосточные пчелы обладают повышенной ройливостью: в весенний период ройливость наблюдается у 64,0 %, а в позднелетний – у 13,3 % пчелиных семей. Размещение в гнездах пчел рамок с вошиной в весенний период не оказывает существенного влияния на активность роев, а в августе, наоборот, установка 4–6 рамок вошины искореняет роевое настроение и наблюдается положительная динамика в отстройке сотов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветинян Г.А. Предупреждение роев // Пчеловодство. 1995. № 3. С. 52–54.
2. Бородачев А.В., Бурмистров А.Н. и др. Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве. Рыбное: НИИ пчеловодства РАСХН, 2006. 155 с.
3. Бородачев А.В. Селекционное улучшение продуктивных и племенных качеств пчелиных семей. М.: Информграгротех, 1999. 83 с.
4. Ганаев А., Смирнов В. Пчеловоду Дальнего Востока. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1971. 370 с.
5. Гиниятуллин М.Г., Аглиуллин М.Б. Способ предупреждения роев пчел // Пчеловодство. 2013. № 6. С. 18–20.
6. Губин В.А. Слаборойливые пчелы – это не вырождение // Пчеловодство. 1966. № 12. С. 10–13.
7. Кашковский В.Г. Предупреждайте роев // Пчеловодство. 1972. № 4. С. 14–16.
8. Кодесь Л.Г., Шаров М.А. Влияние растительных стимулирующих подкормок на хозяйственно полезные и биологические признаки пчел в условиях Приморского края. Усурийск, 2012. 149 с.
9. Кривцов Н.И., Сокольский С.С. Породы пчел и их селекция. Майкоп: Полиграф-Юг, 2010. 172 с.
10. Леяков А. Промышленное пчеловодство в условиях Дальнего Востока. Владивосток, 1925. 208 с.
11. Новомодный Е.В. Исторические свидетельства о китайской восковой пчеле (*Apis cerana cerana* F.) и начале российского пчеловодства на Дальнем Востоке // Чтения памяти А.М. Куренцова. Владивосток, 2010. Вып. 21. С. 14–28.
12. Поздняков Г.Г. О зимовке пчел // Усурийское садоводство и огородничество. 1928. № 4. С. 42–45.
13. Пчелы медоносные (*Apis mellifera* L.). Порода дальневосточная: пат. 9428 от 18.01.2018. Заявка № 8356497 / М.А. Шаров; заявитель и патентообладатель ФНЦ агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки // Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 2. Породы животных. М.: Росинформграгротех, 2020. С. 23.
14. Родионов В.В., Шабаршов И.А. Методы современного пчеловодства. Воронеж: Центр. кн. изд-во, 1975. 135 с.

значение имеют леспедеца двуцветная, осеннее разнотравье, включающее до 150 видов нектароносов и пыльценосов [8]. Но несмотря на это, пчелы вновь приступали к закладке роевых маточников (см. таблицу).

Анализ данных показывает, что во второй декаде августа роевой показатель составил 13,3 % в среднем по трем сезонам. Для предотвращения роевого настроения в каждое гнездо пчел устанавливалось в среднем по 5 рамок вошины.

Е.М. ФОКИНА, С.А. ТИТОВ

Новые сорта сои амурской селекции

Представлены описание и особенности новых сортов сои амурской селекции – скороспелого Чародейка и ультраскороспелого Топаз, включенных в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2020 г. и допущенных к использованию в Дальневосточном регионе Российской Федерации. Показано их преимущество и хозяйственная ценность по сравнению со скороспелым стандартным сортом Лидия. Сорта сои созданы методами аналитической и синтетической селекции, что обеспечивает экологическую безопасность продукции и возможность их использования на пищевые и кормовые цели.

Ключевые слова: соя, сорт, урожайность, период вегетации, адаптивность, технологичность, устойчивость к болезням.

New varieties of soybeans of the Amur selection. E.M. FOKINA, S.A. TITOV (Federal Scientific Center “All-Russian Research Institute of Soybean”, Blagoveshchensk).

The article presents a description and features of new varieties of soybeans of the Amur selection – early-maturing Charodeyka and ultra-early-maturing Topaz, included in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation in 2020, approved for use in the 12th region of the Russian Federation. Their advantage and economic value are shown in comparison with the early ripening standard variety Lydia. Soybean varieties are created by methods of analytical and synthetic selection, which ensures the environmental safety of products and the possibility of their use for food and feed purposes.

Key words: soybean, variety, yield, growing season, adaptability, manufacturability, disease resistance.

Введение

Селекция – один из основных механизмов интенсификации сельского хозяйства, поскольку прирост земледельческой продукции ведущих аграрных стран мира формируется за счет культивирования новых сортов и гибридов, доля которых в структуре урожая достигает 40–70 % эффективности производства [5, 7, 16]. Главной задачей селекции всех сельскохозяйственных культур, включая сою, как ранее, так и в настоящее время, является непрерывное улучшение основных хозяйственно ценных признаков в процессе создания новых сортов с целью увеличения объемов производства, расширения ареала возделывания и улучшения качества продукции [3, 8, 9]. Формирование сортовых ресурсов – мощный фактор, в значительной степени обеспечивающий продовольственную безопасность и являющийся приоритетной задачей любого аграрного государства. Роль научной составляющей, в первую очередь селекционного улучшения сортов, в повышении величины и качества урожая будет неуклонно возрастать [1].

В настоящее время соя является одной из ключевых сельскохозяйственных культур в мировом агропромышленном комплексе. За последние 10 лет мировое потребление сои выросло приблизительно в 1,6 раза, при этом валовой сбор культуры в Российской

*ФОКИНА Евгения Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, и. о. заведующего лабораторией селекции и генетики сои, ТИТОВ Сергей Александрович – старший научный сотрудник (Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», Благовещенск).

*E-mail: fem@vniisoi.ru

Федерации увеличился более чем в 5 раз (с 0,7 до 3,6 млн т) [18, 20, 22]. В последние годы в Российской Федерации повсеместно наблюдается положительная динамика увеличения площади сельскохозяйственных земель, занятых под возделыванием сои. По статистическим данным, с 2015 по 2019 г. она выросла на 908 тыс. га, а за последние 10 лет – на 1830 тыс. га, и в настоящее время сою высевают на площади более 3039 тыс. га¹. При этом производство сои неуклонно растет, причем одновременно как за счет существенного расширения посевных площадей под культурой, так и за счет повышения ее урожайности. На территории Дальневосточного федерального округа (ДФО) соя является основной возделываемой культурой, на долю четырех южных регионов ДФО приходится около 50 % общей площади посевов сои в России. В соответствии со стратегией социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона до 2025 г. планируется повысить роль экспортной составляющей в производстве сои, для чего решаются задачи планирования необходимых посевных площадей с использованием современных методов прогнозирования урожайности культуры [2, 14, 18, 21].

Большой ареал выращивания сои, разнообразие зон по природно-климатическим условиям обуславливает основную задачу селекции на современном этапе: создание сортов, сочетающих высокий генетический потенциал урожайности с адаптивностью к местным условиям выращивания.

В ДФО задачу создания сортов сои, способных давать высокие урожаи в условиях с ограниченными тепловыми ресурсами, успешно решают селекционеры научно-исследовательских учреждений региона. Созданные ими сорта являются основой роста продуктивности культуры на Дальнем Востоке [4, 10, 15, 19]. Однако большинство возделываемых сортов относятся к средне- и позднеспелым, многие из них используются в производстве более 15–20 лет, в связи с чем происходит их вырождение. В процессе возделывания наблюдается снижение сортовых качеств семян, вызываемое накоплением отрицательных мутаций, биологическим засорением, снижением устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды. Поэтому необходимо постоянное обновление ассортимента – выведение сортов сои нового поколения, с более коротким периодом вегетации, что будет способствовать не только расширению ареала распространения культуры и увеличению урожайности в производстве, но и улучшению качества производимой продукции².

Цель исследования – оценка и описание новых скороспелых сортов сои, сочетающих высокую потенциальную продуктивность, устойчивость к основным болезням и вредителям, адаптированных к местным условиям произрастания.

Условия, материалы и методы

Создание новых сортов в ФНЦ ВНИИ сои ведется традиционными методами селекции (синтетическая, аналитическая), без использования генных модификаций. Исходным материалом являются гибридные популяции разных поколений, получаемые путем внутривидовой гибридизации специально подобранных родительских форм и отбора отклоняющихся растений на местных сортах.

Научно-исследовательскую работу по созданию новых скороспелых сортов выполняли в 2008–2017 гг. в полевом севообороте Всероссийского НИИ сои (с. Садовое Тамбовского района) с применением классической схемы селекционного процесса для самоопыляющихся культур. Возделывание сои проводилось по технологии, разработанной для южной сельскохозяйственной зоны Амурской области [17]. Почва опытного участка луговая

¹ Федеральная служба государственной статистики. – http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516 (дата обращения: 15.11.2019).

² Фокина Е.М., Беляева Г.Н., Титов С.А. Новые сорта сои для Дальневосточного региона // Дальневост. аграр. вестн. 2020. № 3 (55). С. 68–75. – <http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-13035> ISSN 1999-6837, eISSN 2077-9089, ИФ 0,246 (дата обращения 20.01.2021).

черноземовидная среднemocная. Обработка почвы включала зяблевую вспашку. Перед посевом проводили дискование, вносили минеральные удобрения (аммофос $N_{12}P_{52}$) – 0,10 т/га с последующей культивацией, почвенный гербицид Фронтьер Оптима (1,2 л/га). Отбор в гибридных питомниках проводили по методу «педигри» с прослеживанием родословной по потомству. На заключительном этапе селекционного процесса материал изучался в питомниках предварительного и конкурсного сортоиспытания (ПСИ, КСИ). Посев ПСИ проводили в 3-кратной, КСИ – 4-кратной повторности методом рендомизированных повторений (блоков), сеялкой СН-П-16 в каждом блоке высевались стандартные сорта. Скороспелые образцы сои сравнивали с сортом Лидия. Площадь делянок ПСИ – 25,8 м², КСИ – 40,5 м².

Перед посевом определяли всхожесть семян по ГОСТ 12038-84. Посев проводили с нормой высева всхожих семян из расчета для скороспелых сортов – 600 тыс. шт/га, ультра-скороспелых – 700 тыс. шт/га. Фенологические наблюдения, оценки, учеты в течение всего периода вегетации осуществлялись по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [13]. В период цветения и созревания проводили сортовые прополки. Уборку делянок осуществляли сплошным обмолотом. Урожайность сортов определяли с пересчетом на стандартную влажность семян (14 %) согласно ГОСТ 12041-182, массу 1000 семян – согласно ГОСТ 12042-80. Математическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова [6], описание сортов – по методике ГСИ и ВИР³ [11]. Содержание белка и масла в семенах определяли с применением ИФК-анализатора FOSS NIRSystem 5000. Оценку на поражение сортов и сортообразцов болезнями в период массового цветения проводили на фоне естественного заражения [12].

Результаты исследований

В 2018–2020 гг. в Государственный реестр селекционных достижений для использования в производстве были включены 8 сортов сои амурской селекции (Кружевница, Журавушка, Невеста – 2018 г, Сентябринка, Статная, Золушка – 2019 г., Чародейка и Топаз – 2020 г.), четыре из них скороспелые (Кружевница, Сентябринка, Статная, Чародейка), один – ультраскороспелый (Топаз). Особый интерес представляют новые сорта, районированные в Дальневосточном регионе в 2020 г.

Новые сорта сои

Чародейка. Селекционный номер образца Ам.2358. Относится к маньчжурскому (manshurica) подвиду, апробационной группе hibrida Enk.

Сорт зернового использования, создан методом внутривидовой гибридизации путем скрещивания отдаленных в географическом отношении родительских форм – ♀ Хэй-хэ 40 (КНР) × ♂ Ам.2104 [Соер 4 (ЕОС) × Ам.1084] – (ВНИИ сои) с последующим использованием многократного индивидуального отбора с прослеживанием по потомству (метод педигри). Сорт создан за 10 лет. Скрещивание гибридных компонентов проводили в 2008 г. В 2008–2012 гг. гибридное потомство изучалось в питомниках F₁... F₄ поколений. Константная форма была выделена в 2012 г. Изучение данной формы в контрольном питомнике проводили в 2013 г. Изучение сортообразца в ПСИ и КСИ осуществляли в 2014–2017 гг.

По производственной классификации, принятой в Амурской области, Чародейка относится к группе скороспелых сортов, период вегетации 102–110 дней, в среднем 105 дней, предназначен для зоны с суммой активных температур 1800–2200 °С. Рекомендован для возделывания в Дальневосточном регионе.

³ Методика проведения испытания на отличимость, однородность и стабильность. Соя (*Glycine Max* (L.) Merrill.). – <http://gossort.com/22-metodiki-ispytaniy-na-oos.html> (12) (дата обращения: 22.12.2020).

Характеристика сорта сои Чародейка представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика сорта сои Чародейка по хозяйственно ценным признакам, 2015–2017 гг.

Показатель	Сорт сои Чародейка				Сорт сои Лидия (стандарт)			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее за 3 года	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее за 3 года
Урожайность семян при стандартной влажности, т/га	2,89	2,80	2,70	2,80	2,80	2,54	2,47	2,60
НСР ₀₅	0,09	0,10	0,12	–	0,09	0,10	0,12	–
Период вегетации, дни	104	110	102	105	101	106	102	103
Высота растений, см	70	88	72	77	70	73	73	72
Высота прикрепления нижних бобов, см	12	13	15	14	13	11	12	12
Масса 1000 семян, г	189,4	179,8	217,0	195,4	137,1	121,2	161,4	139,9
Содержание в семенах белка, %	38,2	38,8	39,9	39,0	42,6	39,3	38,5	40,1
Содержание в семенах жира, %	19,0	19,6	20,3	19,6	18,5	19,1	20,4	19,3
Поражение болезнями и вредителями, %								
Аскохитоз (<i>Ascochyta sojaecola</i> Abramov)	0	0	0	0	0	0	0	0
Корневые гнили (<i>Fusarium</i>)	9,3	10,3	15,0	11,5	10,8	11,2	11,7	11,2
Септориоз (<i>Septoria glycines</i> Hemmi)	15,4	16,4	12,9	14,9	15,8	16,8	10,0	14,2
Филлостиктоз (оливковая пятнистость) (<i>Phyllosticta soyaecola</i> Массе)	0	2,2	1,7	1,3	3,3	7,6	0,6	3,8
Бактериоз (<i>Bacterium glycineum</i> Coerper)	3,3	7,4	2,9	4,5	2,5	10,6	2,1	5,1
Пероноспороз или ложная мучнистая роса (<i>Perenospora manchurika</i>)	0	0,2	0	0,1	0	1,6	0	0,5
Соевая плодоярка (<i>Leguminivora glycinivorella</i> Mats)	2,1	3,8	10,2	5,4	2,7	9,1	16,6	9,5

За годы изучения в конкурсном сортоиспытании урожайность семян сорта сои Чародейка составила 2,70–2,89 т/га (средняя 2,80 т/га), превысила таковую у стандартного сорта Лидия в среднем на 0,20 т/га. Повышение урожайности сорта на 0,20 т/га обеспечивает условно чистый доход 6 000 руб. с 1 га.

Сорт характеризуется полудетерминантным типом роста, форма куста прямостоячая (сжатая). Стебель прямой, формирует 2–3 ветви, имеются ветви второго порядка. Высота растений составляет 77 (70–88) см. Высота прикрепления нижних бобов в среднем 14 см, в разные годы варьировала от 12 до 15 см.

Лист заостренно-яйцевидный, 3-листочковый. Соцветие – кисть, в узле в средней части стебля 7–11 цветков, верхушечная кисть содержит до 12–15 цветков. Бобы слабоизогнутой формы, опушение боба и стеблей среднее, окраска рыжевато-коричневая. Бобы в основном 2- и 3-семянные, 1-семянные составляют 6,7 %, 2-семянные – 49,2 %, 3-семянные – 34,3 %, 4-семянные – единичные.

Цветок среднего размера, фиолетовой окраски. Семена желтые, округлой, почти шаровидной формы, поверхность семян гладкая. Рубчик короткий, линейной формы, желтой окраски, в середине рубчика белый глазок.

Масса 1000 семян 179,8–217,0 г, средняя – 195,4 г. Содержание в семенах белка 39,0 % (38,2–39,9 %), жира – 19,6 % (19,0–20,3 %). При содержании в семенах белка в среднем 39,0 % и урожайности 2,80 т/га обеспечивает сбор сырого протеина до 0,94 т с 1 га. Сорт устойчив к переувлажнению и полеганию, болезнетворным патогенам и вредителям, распространенным в регионе, технологичен при уборке.

Растения сои сорта Чародейка высокоустойчивы к бактериальным болезням – бактериоз (*Bacterium glycineum* Coerper) и грибным – филлостиктоз (*Phyllosticta soyaecola* Масс). Устойчивы к септориозу (*Septoria glycines* Hemmi) и корневым гнилям (*Fusarium*). Поражение церкоспорозом (*Cercospora kikuhii*), пероноспорозом (*Perenospora manchurika*) слабое. В годы изучения поражение данного сорта аскохитозом (*Ascochyta sojaecola* Abramov) отсутствует. Степень повреждения семян сои сорта Чародейка плодояжкой ниже, чем у стандарта Лидия, на 4,1%.

Сорт сои Чародейка рекомендован для механизированного возделывания с шириной междурядий 15, 30, 45 см, срок посева с 20 мая по 10 июня, норма высева – 600 тыс. всхожих семян на 1 га.

Тоназ. Селекционный номер образца КС-2/17 относится к маньчжурскому (*manshurica*) подвиду, апробационной группе *hibrida* Enk.

Сорт создан за 6 лет методом аналитической селекции – путем индивидуального отбора из сорта Закат (ВНИИ сои). Отбор элитного растения и последующее изучение проводили в 2012–2017 гг.

Характеристика сорта Тоназ представлена в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика сорта сои Тоназ по хозяйственно ценным признакам, 2015–2017 гг.

Показатель	Сорт сои Тоназ				Сорт сои Лидия (стандарт)			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее за 3 года	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее за 3 года
Урожайность семян при стандартной влажности, т/га	1,53	2,23	2,43	2,06	2,80	2,54	2,47	2,60
НСР ₀₅	0,09	0,10	0,12	–	0,09	0,10	0,12	–
Период вегетации, дни	89	93	89	90	101	106	102	103
Высота растений, см	44	59	62	55	70	73	73	72
Высота прикрепления нижних бобов, см	10	12	11	11	13	11	12	12
Масса 1000 семян, г	162,0	140,0	177,5	159,8	137,1	121,2	161,4	139,9
Содержание в семенах белка, %	38,9	39,4	40,8	39,7	42,6	39,3	38,5	40,1
Содержание в семенах жира, %	18,0	19,6	20,0	19,2	18,5	19,1	20,4	19,3
Поражение болезнями и вредителями, %								
Аскохитоз (<i>Ascochyta sojaecola</i> Abramov)	0	0	0	0	0	0	0	0
Корневые гнили (<i>Fusarium</i>)	8,9	9,4	16,7	11,7	10,8	11,2	11,7	11,2
Септориоз (<i>Septoria glycines</i> Hemmi)	17,1	12,8	16,2	15,4	15,8	16,8	10,0	14,2
Филлостиктоз (оливковая пятнистость) (<i>Phyllosticta soyaecola</i> Масс)	5,0	6,1	7,3	6,1	3,3	7,6	0,6	3,8
Бактериоз (<i>Bacterium glycineum</i> Coerper)	5,0	7,4	4,6	5,7	2,5	10,6	2,1	5,1
Пероноспороз или ложная мучнистая роса (<i>Perenospora manchurika</i>)	0	0	0	0	0	1,6	0	0,5
Соевая плодояжка (<i>Leguminivora glycinivorella</i> Mats)	7,7	7,1	17,6	10,8	2,7	9,1	16,6	9,5

Сорт сои Топаз по производственной классификации, принятой в Амурской области, относится к группе ультраскороспелых сортов, период вегетации 89–93 дней, в среднем 90 дней, предназначен для зоны с суммой активных температур 1600–2000 °С. Рекомендован для возделывания в Дальневосточном регионе.

За годы изучения в конкурсном сортоиспытании урожайность семян сорта сои Топаз составила 1,53–2,43 т/га (средняя 2,06 т/га). Его урожайность ниже, чем стандартного скороспелого сорта сои Лидия, однако созревание наступает на 12–13 дней раньше, чем у стандарта. Короткий период вегетации сорта Топаз в перспективе позволит расширить площади посева сои в зонах с ограниченными тепловыми ресурсами, что будет способствовать увеличению валовых сборов зерна данной культуры в регионе.

Сорт сои Топаз характеризуется индетерминантным типом роста, форма куста прямостоячая (сжатая). Стебель прямой, формирует 3 длинные и 2 укороченные ветви. Высота растений составляет 55 (44–62) см. Высота прикрепления нижних бобов в среднем 11 см, в разные годы составляла от 10 до 12 см. Лист заостренно-яйцевидный, 3-листочковый, цветок фиолетовой окраски. Соцветие – кисть, в узле в средней части стебля содержится 6–11 цветков, верхушечная кисть состоит из 8–13 цветков. Бобы изогнутой формы, опушение боба и стеблей среднее, окраска рыжевато-коричневая. Бобы в основном 2- и 3-семянные, из них 2-, 3- и 4-семянных – 30,7, 56,7 и 1,9 % соответственно. Семена бледно-желтой окраски, удлинённой формы, их поверхность гладкая, наблюдается морщинистость, на микропиле вдавлины. Рубчик короткий, узкий, желтой окраски, вокруг рубчика темное очертание, в середине рубчика белый глазок.

Масса 1000 семян 140,0–177,5 г, средняя – 159,8 г. Содержание в семенах белка 39,7 % (38,9–40,8 %), жира – 19,2 % (18,0–20,0 %). При содержании в семенах белка в среднем 39,7 % и урожайности 2,06 т/га обеспечивает сбор сырого протеина в количестве 0,70 т с 1 га. Высокое содержание белка в семенах предопределяет возможность использование данного сорта для изготовления соевых белковых продуктов.

Сорт устойчив к полеганию, растрескиванию бобов, отличается высоким адаптивным потенциалом, комплексной устойчивостью к болезням, распространенным в регионе.

Растения сорта Топаз высокоустойчивы к бактериальным болезням: бактериоз (*Bacterium glycineum* Coerper) и грибным: церкоспорозом (*Cercospora kikuhii*), филлостиктоз (*Phyllosticta soyaecola* Масс); устойчивы – к септориозу (*Septoria glycines* Hemmi), корневым гнилям (*Fusarium*). В годы изучения поражение данного сорта пероноспорозом (*Perenospora manchurika*), аскохитозом (*Ascochyta sojaecola* Abramov) не наблюдалось.

Сорт сои Топаз рекомендован для механизированного возделывания с шириной междурядий 15, 30, 45 см, срок посева – с 10 мая по 10 июня, норма высева – 700 тыс. всхожих семян на 1 га.

В 2018–2019 гг. сорта сои Чародейка и Топаз проходили государственное сортоиспытание на семи Государственных сортовых участках (ГСУ) Дальневосточного региона – Тамбовском, Свободненском, Мазановском (Амурская область), Вяземском (Хабаровский край), Амурском (ЕАО), Кировском, Уссурийском (Приморский край). Максимальная урожайность семян сои сорта Топаз (2,67 т/га) и сорта Чародейка (3,12 т/га) была получена на Тамбовском ГСУ в 2019 г. при урожайности стандарта Лидия 2,42 т/га. По итогам ГСИ оба сорта были включены в Государственный реестр селекционных достижений для использования в производстве в 2020 г. На данные сорта получены патенты.

Заключение

Новые сорта сои амурской селекции – Чародейка и Топаз, созданные в ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои, обладают улучшенными хозяйственно ценными признаками, имеют ряд преимуществ над стандартным сортом Лидия. Сорт сои Чародейка превышает стандарт по урожайности в среднем на 0,2 т/га, характеризуется более высокими растениями 77 см (+5 см к st) и прикреплением нижнего боба 14 см (+5 см к st), крупными семенами

195,4 г (+55 г к ст), потенциалом урожайности до 3,12 т/га. Сорт Топаз характеризуется компактным габитусом куста, содержащим до 5 длинных и укороченных ветвей, созревает на 12–13 дней раньше стандарта, имеет более крупные семена 159,8 г (+19,9 г к ст), характеризуется потенциалом урожайности до 2,67 т/га.

Оба новых сорта успешно прошли государственное сортоиспытание и были включены в Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию в Дальневосточном регионе в 2020 г. (патенты № 10991, № 10992 от 10.03.2020 г.). С 2020 г. ведется размножение семян новых сортов в питомниках первичного семеноводства и активное внедрение их в производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асанов А.М., Юсова О.А., Омелянюк Л.В. Новый перспективный сорт сои Сибириада // Масличные культуры. 2020. Вып. 2 (182). С. 148–153.
2. Асеева Т.А., Терехова М.В. Рациональные приемы использования сельскохозяйственных земель в Хабаровском крае при возделывании сои // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2016. № 1. С. 168–171.
3. Бельшикина М.Е. Приоритетные направления развития производства сои в Российской Федерации // Агро XXI. 2013. № 10/12. С. 9–11.
4. Боровая С.А. О состоянии и перспективах селекции сои в Приморском НИИСХ // Вестн. Алтай. гос. аграр. ун-та. 2017. № 12 (158). С. 16–20.
5. Ващенко А.П., Мудрик Н.В., Фисенко П.П., Дега Л.А., Чайка Н.В., Капустин Ю.С. Соя на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 2014. 435 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии (эколого-генетические основы). Теория и практика. М.: Агрорус, 2010. 1053 с.
8. Зайцев Н.И., Бочкарев Н.И., Зеленцов С.В. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. 2016. Вып. 2 (166). С. 3–11.
9. Зеленцов С.В. Методические основы селекционного процесса у сои и его улучшающие модификации во ВНИИМК: обзор // Масличные культуры. 2020. Вып. 2 (182). С. 128–143.
10. Каталог сортов сои селекции Всерос. НИИ сои / Н.Д. Фоменко, В.Т. Синеговская [и др.]. Благовещенск: Одеон, 2015. 91 с.
11. Международный классификатор СЭВ рода *Glycine Willd.* Л.: Типогр. ВИР, 1990. 48 с.
12. Методические указания по изучению устойчивости сои к грибным болезням / ВАСХНИЛ, ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова; сост. д. с.-х. н. Н.И. Корсаков, к. б. н. А.М. Овчинникова, В.М. Мизева. Л.: ВИР, 1979. 46 с.: ил.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур. Вып. 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / подгот. М.А. Федин и др. М.: Госагропром СССР, 1989. 194 с.
14. Минакир П.А. «Программная» экономика: Дальний Восток // Пространственная экономика. 2019. Т. 15, № 2. С. 7–16.
15. Синеговская В.Т., Синеговский М.О., Антонова Н.Е. Роль сорта в повышении эффективности производства сои в Амурской области // Вестн. Рос. с.-х. науки. 2016. № 5. С. 28–30.
16. Синеговский М.О., Малашонок А.А. Экономическая эффективность использования сортов сои в Амурской области. Благовещенск: Одеон, 2016. 56 с.
17. Система земледелия Амурской области / под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф. П.В. Тихончука. Благовещенск: Изд-во Дальневост. ГАУ, 2016. 570 с.
18. Степанов А.С., Асеева Т.А., Дубровин К.Н. Влияние климатических характеристик и значений вегетационного индекса NDVI на урожайность сои (на примере районов Приморского края) // Аграр. вестн. Урала. 2020. № 1 (192). С. 10–19. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-10-19.
19. Фокина Е.М., Беляева Г.Н., Титов С.А. Практические результаты селекционных исследований по сое в Амурской области // Дальневост. аграр. вестн.: науч.-практ. журн. 2018. Вып. 2 (46). С. 60–66.
20. Boyarskiy V. Application of NDVI Data to Analyse the Effects of Sowing Methods and Seeding Rates on Soybean Crop Yield // J. Eng. and Appl. Sci. 2019. Vol. 14. P. 4290–4294.
21. Boyarskiy B.S., Hasegawa H., Lyude A. Demand for Russian soybean based on the needs of food industry in Japan // Scientific support of soybean: problems and prospects. Collection of scientific articles on materials of the International research and practice conference dedicated to the 50th anniversary of the foundation of the All-Russian Scientific Research Institute of Soybean. Blagoveshchensk, 2018. P. 36–41.
22. Gaso D.V., Berger A.G., Ciganda V.S. Predicting wheat grain yield and spatial variability at field scale using a simple regression or a crop model in conjunction with Landsat images // Comput. and Electron. in Agriculture. 2019. Vol. 159. P. 75–83.

А.И. СОРОКИНА, М.В. ЯКИМЕНКО, С.А. БЕГУН

Динамика роста титра микробных клеток штаммов *Bradyrhizobium japonicum* и *Sinorhizobium fredii* при глубинном культивировании в лабораторном ферментере

Представлены результаты исследований динамики роста бактериальных клеток штаммов *Bradyrhizobium japonicum* (Jordan, 1982) и *Sinorhizobium fredii* (Scholla, Elkan, 1984) в жидкой культуре в течение 24, 48, 72 ч глубинного культивирования, усваивающих широкий спектр источников углеродного питания. Наиболее технологичными по способности накапливать высокий титр КОЕ/мл в условиях глубинного культивирования оказались штаммы *B. japonicum* ТМ-455, БМ-88, ТМ-469, БМ-91 и *S. fredii* ОБ-46, 071, ТБ-496, СБ-38. При 72-часовом культивировании в лабораторном ферментере серии ТН-50L при температуре культивирования +28 °С, вращении мешалки 70 об/мин и $\text{pH}_{\text{среды}}$ 6,73 – 6,77 получен максимальный титр активных клеток штаммов *B. japonicum* СМ-42 и *S. fredii* ББ-49, составивший $8 \cdot 10^9$ КОЕ/мл и $17 \cdot 10^9$ КОЕ/мл соответственно.

Ключевые слова: ризобии, штамм, *B. japonicum*, *S. fredii*, глубинное культивирование, титр, источники углерода, питательная среда.

Dynamics of growth of microbial cell titer of *Bradyrhizobium japonicum* and *Sinorhizobium fredii* strains during submerged cultivation in a laboratory fermenter. A.I. SOROKINA, M.V. YAKIMENKO, S.A. BEGUN (Federal Scientific Center “All-Russian Research Institute of Soybeans”, Blagoveshchensk).

The results of studies of the dynamics of growth of bacterial cells of *Bradyrhizobium japonicum* (Jordan, 1982) and *Sinorhizobium fredii* (Scholla, Elkan, 1984) strains in liquid culture for 24, 48, 72 hours of submerged cultivation, assimilating a wide range of carbon sources, are presented. The most technological in ability of accumulation high titer CFU/ml in conditions of submerged cultivation are the strains of *B. japonicum* ТМ-455, БМ-88, ТМ-469, БМ-91 and *S. fredii* ОБ-46, 071, ТБ-496, СБ-38. The maximum titer of active cells of *B. japonicum* СМ-42 and *S. fredii* ББ-49 strains was obtained during 72-hour cultivation in a laboratory ТН-50L series fermenter, at a cultivation temperature +28°C, stirrer rotation at 70 rpm and $\text{pH}_{\text{medium}}$ 6.73–6.77, which amounted to $8 \cdot 10^9$ CFU/ml and $17 \cdot 10^9$ CFU/ml, respectively.

Key words: rhizobia, strain, *B. japonicum*, *S. fredii*, submerged cultivation, titer, carbon sources, nutrient medium.

Введение

В современных экономических условиях стала очевидной необходимость биологизации сельскохозяйственного производства для повышения плодородия почв и получения высоких урожаев [9, 14, 20]. Один из способов достижения этой цели – частичное или полное замещение агрохимикатов препаратами симбиотических микроорганизмов,

* СОРОКИНА Арина Игоревна – кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, ЯКИМЕНКО Мария Владимировна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, БЕГУН Степан Алексеевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник (Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», Благовещенск). *E-mail: mariy-y@yandex.ru

которые в природе успешно обеспечивают своих хозяев питательными веществами и защищают их от биотических и абиотических стрессов [7, 19, 21]. В связи с этим особенно актуально применение биопрепаратов, которые содержат клубеньковые бактерии семейства *Rhizobiaceae*, вступающие в симбиоз с корневыми системами бобовых растений и снабжающие растение азотом, фиксированным ими из воздуха [4, 8, 22]. Опыт применения подобных препаратов свидетельствует о том, что это наиболее простой, экономичный и совершенно безопасный для человека, животных и других компонентов биоценозов способ увеличения продуктивности растений [5, 11, 13]. Кроме того, использование сельхозпроизводителями ризобияльных препаратов способствует повышению качества выращиваемой продукции, улучшению свойств почвы [1, 26, 27]. Для достижения максимального эффекта от ризобияльных препаратов необходимо постоянно вести поиск новых высокоэффективных, обладающих повышенной конкурентной способностью штаммов клубеньковых бактерий, на основе которых готовят инокулянты [10, 16, 23]. Кроме того, ризобии, составляющие основу биопрепаратов, должны обладать способностью накапливать достаточное количество активных бактериальных клеток при культивировании в производственных условиях, так как одним из критериев качества микробиологических препаратов является высокий титр КОЕ, который для ризобияльных препаратов должен быть не менее $10^7 - 10^9$ /мл [2, 17, 18].

Особенностью Дальневосточного региона является наличие в почвах активных природных популяций ризобий, что дает возможность отбирать наиболее ценные по хозяйственно полезным свойствам штаммы. В историческом плане это явление связано с повсеместным распространением в регионе дикорастущей сои и ее симбиотических взаимоотношений с определенной группой почвенных микроорганизмов [24]. В наших предыдущих исследованиях был изучен рост штаммов *B. japonicum* и *S. fredii* из коллекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои на средах с различными источниками углерода и отобраны культуры с универсальными способностями роста (усваивающие все предложенные источники), что предполагает их успешное культивирование в промышленных условиях [25].

Цель работы – изучить динамику роста бактериальных клеток в жидкой культуре в течение 24, 48, 72 ч глубинного культивирования штаммов *B. japonicum* и *S. fredii*, усваивающих широкий спектр источников углеродного питания.

Объекты и методы

Исследования проведены в Федеральном научном центре «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» (г. Благовещенск). Объекты исследований – штаммы ризобий сои *Bradyrhizobium japonicum* (Jordan, 1982) 648a, ТМ-455, БМ-91, БМ-88, ТМ-469, МС-63 и *Sinorhizobium fredii* (Scholla, Elkan, 1984) 071, ОБ-46, КБ-11, СБ-43, ТБ-496, СБ-38, выделенные из природных популяций Дальнего Востока. В качестве стандартов использовали запатентованные штаммы СМ-42 (для *B. japonicum*) и ББ-49 (для *S. fredii*).

Глубинное культивирование чистых культур ризобий сои амурской селекции, отобранных для исследований, проводили на питательной среде № 79 следующего состава, г/л: K_2HPO_4 – 0,5; NaCl – 0,1; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,2; $CaCO_3$ – следы; дрожжевой экстракт – 1,0; маннит – 20,0; агар-агар – 20,0, где вместо маннита в качестве источника углерода использовали глюкозу (для штаммов *B. japonicum*) и сахарозу (для штаммов *S. fredii*) согласно ранее проведенным исследованиям [25]. Отработку параметров культивирования проводили на лабораторном ферментере TN-50L (максимально возможная скорость вращения мешалки 70 об/мин) объемом 50,0 л, мощностью воздушного компрессора 1,1 кВт (максимальное давление 0,7 МПа, объем производимого газа 0,11 м³). Для засева ферментера использовали 5–7-суточный посевной материал в количестве 10 % от объема питательной среды. Посевной материал готовили путем выращивания чистых культур на лабораторной

качалке в колбах объемом 250 мл с жидкой питательной средой (100 мл) в термостате при температуре +27–28 °С [3, 6, 12]. Титр КОЕ/мл и pH культуральной жидкости определяли через 24, 48, 72 ч культивирования, подсчет количества клеток изучаемых штаммов в инокуляте проводили методом серийных разведений и их пересевом методом Коха на плотную питательную среду [15].

Статистическую обработку полученных данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализа с использованием программы Statistica 10 (StatSoft Inc., США).

Результаты и обсуждение

На первоначальном этапе в лабораторных условиях из коллекции ФНЦ ВНИИ сои были отобраны технологичные штаммы, усваивающие широкий спектр источников углеродного питания [25]. На 7-е сутки роста 85 % исследуемых штаммов *B. japonicum* на питательной среде без источника углеродного питания показали скудный рост штриха чистой культуры, 9 % – умеренный (табл. 1).

Таблица 1
Интенсивность роста штаммов видов *B. japonicum*, *S. fredii* на питательной среде № 79 с различными источниками углеродного питания (7-е сутки после посева)

Интенсивность роста штриха чистой культуры	Количество штаммов, давших рост на питательной среде № 79, шт.											
	<i>B. japonicum</i>						<i>S. fredii</i>					
	без углевода	маннит	мальтоза	глюкоза	сахароза	лактоза	без углевода	маннит	мальтоза	глюкоза	сахароза	лактоза
Обильный	0	0	0	0	0	0	21	16	15	20	7	
Хороший	0	4	2	2	3	0	0	15	18	13	16	26
Умеренный	4	24	17	22	15	4	1	7	8	13	6	8
Скудный	40	19	26	21	27	36	13	1	2	3	2	3
Нет роста	3	0	2	2	2	7	30	0	0	0	0	0

При добавлении в питательную среду мальтозы, глюкозы, сахарозы, маннита интенсивность роста бактериальной массы изучаемых штаммов возрастала (рис. 1).

Наилучший рост штриха чистых культур *B. japonicum* был отмечен на средах с маннитом и глюкозой.

Штаммы *S. fredii* практически не росли на питательной среде № 79 без углевода, но показали интенсивный рост бактериальной массы со всеми испытываемыми

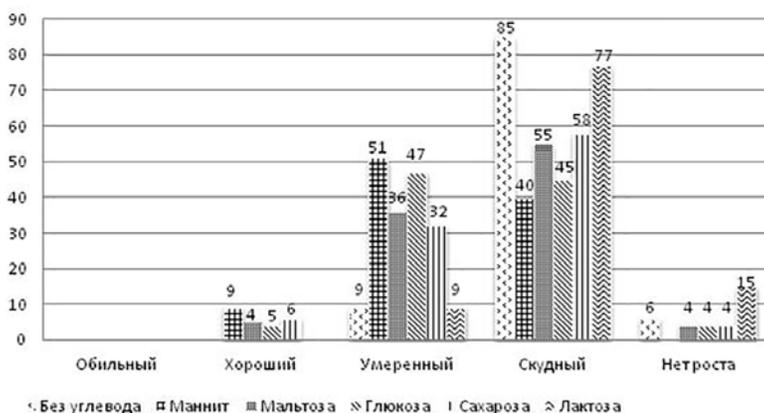


Рис. 1. Интенсивность роста штаммов *B. japonicum* на питательной среде № 79 с различными источниками углеродного питания (7-суточная культура), %

источниками углеродного питания. Наибольшее количество штаммов *S. fredii*, показавших обильный и хороший рост (82 %), было в вариантах с добавлением в питательную среду маннита и сахарозы (рис. 2).

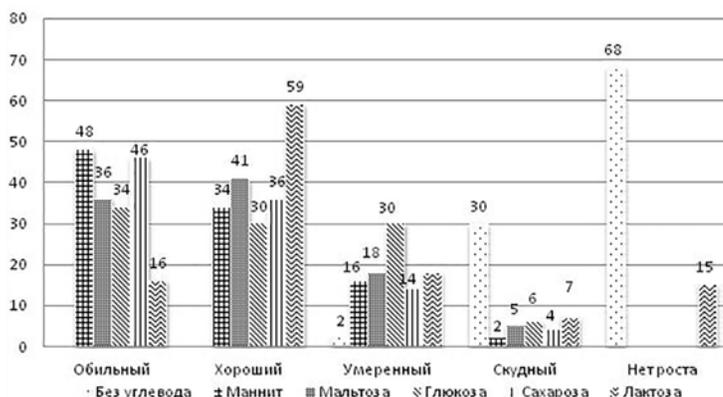


Рис. 2. Интенсивность роста штаммов *S. fredii* на питательной среде № 79 с различными источниками углеродного питания (7-суточная культура), %

Статистическая обработка полученных данных показала сильные различия в характеристиках роста штамма чистых культур на питательной среде при однородной популяции штаммов каждого вида (табл. 2, 3).

Таблица 2

Статистические данные роста штаммов вида *B. japonicum* на питательной среде № 79 с различными углеводами на 7-е сутки (n = 47)

Углевод	Средняя арифметическая, x	Размах вариации, R	Стандартное отклонение, σ	Статистическая ошибка средней, m	Коэффициент вариации, C _v , %
Без углеводов	1,02	4	5,7	0,83	37,73
Маннит	1,68	4	2,59	0,37	37,03
Мальтоза	1,40	4	4,30	0,63	45,66
Глюкоза	1,51	4	4,17	0,61	42,91
Сахароза	1,40	4	4,23	0,62	47,96
Лактоза	0,94	4	5,7	0,83	51,22
Дисперсия S _d = 1,64					

Таблица 3

Статистические данные штаммов вида *S. fredii* на питательной среде № 79 с различными углеводами (n = 44)

Углевод	Средняя арифметическая, x	Размах вариации, R	Стандартное отклонение, σ	Статистическая ошибка средней, m	Коэффициент вариации, C _v , %
Без углеводов	0,33	4	4,92	0,74	152,46
Маннит	3,27	4	3,12	0,47	24,69
Мальтоза	3,09	4	3,13	0,47	27,43
Глюкоза	2,91	4	2,89	0,44	32,63
Сахароза	3,23	4	3,28	0,49	26,31
Лактоза	2,86	4	3,68	0,55	27,00
Дисперсия S _d = 1,32					

Статистическая обработка полученных данных показала сильные различия в характеристиках роста штамма на питательной среде при однородной популяции штаммов каждого вида (табл. 2, 3).

Отобранные из 47 коллекционных штаммов *B. japonicum* семь штаммов, усваивающих широкий спектр источников углеродного питания, при 72-часовом культивировании в лабораторном ферментере имели титр КОЕ·10⁹/мл в различное время экспозиции ферментации, исключение составил штамм МС-63, при этом рН питательной среды колебалась в узких пределах (рН_{среды} 5,96–7,76) (табл. 4).

Таблица 4

Динамика роста активных клеток штаммов *B. japonicum* при глубинном культивировании в ферментере

Штамм	Период ферментации, ч	рН среды	Титр КОЕ·10 ⁷ /мл	Титр КОЕ·10 ⁹ /мл
СМ-42	24	6,83	1	1
	48	6,89	13	2
	72	6,77	37	8
648a	24	7,76	7	1
	48	7,35	1	–
	72	6,89	1	–
ТМ-455	24	7,30	1	1
	48	6,93	1	1
	72	6,81	3	1
БМ-91	24	7,33	4,3	–
	48	7,14	3,6	–
	72	6,00	6,6	1
БМ-88	24	7,38	–	–
	48	7,20	1	1
	72	7,15	3	1
ТМ-469	24	7,24	–	–
	48	6,73	1	1
	72	6,27	–	–
МС-63	24	7,28	1	–
	48	6,75	–	–
	72	5,96	–	–

Примечание. Прочерк – нет роста.

Наблюдения за ростом изучаемых штаммов *B. japonicum* в процессе глубинного культивирования показали, что штамм ТМ-455 сохранял титр $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл на протяжении всего времени ферментации, у штамма 648 максимальный титр бактериальных клеток был отмечен при 24-часовом культивировании и рН_{среды} 7,76. Штаммам БМ-88, ТМ-469 и БМ-91 понадобилось больше времени для наращивания биомассы необходимой концентрации в ферментере, они показали титр $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл только через 48 и 72 ч культивирования соответственно. Штамм МС-63 уже при 24-часовом культивировании показал хороший титр $1 \cdot 10^7$ КОЕ/мл при рН_{среды} 7,28, но в дальнейшем рост микробных тел этого штамма прекратился. Штамм МС-63 оказался наиболее чувствительным к снижению активной кислотности субстрата. Максимальный титр клеток штамма-стандарта *B. japonicum* СМ-42 получен при 72-часовом глубинном культивировании и рН_{среды} 6,77, он составил $8 \cdot 10^9$ КОЕ/мл.

Титр КОЕ·10⁷ штаммов *S. fredii* в среднем был выше по сравнению с показателями штаммов *B. japonicum* (табл. 5). Наибольший титр клеток клубеньковых бактерий в этом разведении через 72 ч культивирования получен у штаммов 071 ($26,6 \cdot 10^7$ КОЕ/мл при рН_{среды} 6,59) и ББ-49 ($40 \cdot 10^7$ КОЕ/мл при рН_{среды} 6,73).

Максимальный титр клеток штамма *S. fredii* КБ-11 получен при 24-часовом культивировании и рН_{среды} 6,77, он составил $61 \cdot 10^7$ КОЕ /мл. Увеличение времени ферментации привело к снижению титра активных клеток штамма КБ-11. Через 72 ч культивирования титр клеток штаммов *S. fredii* ТБ-496 при рН_{среды} 5,51 и ОБ-46 при рН_{среды} 6,20 составил $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл, штамма 071 – $2 \cdot 10^9$ КОЕ/мл при рН_{среды} 6,59. Штамм ТБ-496 сохранял титр $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл на протяжении всего времени ферментации. У штамма СБ-43 в условиях

Таблица 5

Динамика роста активных клеток штаммов *S. fredii* при глубинном культивировании в ферментере

Штамм	Период ферментации, ч	pH среды	Титр КОЕ·10 ⁷ /мл	Титр КОЕ·10 ⁹ /мл
ББ-49	24	6,74	–	–
	48	6,55	4	2
	72	6,73	40	17
071	24	7,04	–	–
	48	6,69	4	1
	72	6,59	26,6	2
ОБ-46	24	7,70	3,5	–
	48	7,24	1	1
	72	6,20	1	1
КБ-11	24	6,77	61	–
	48	6,62	36	–
	72	6,46	8	–
СБ-43	24	7,29	–	–
	48	7,02	–	–
	72	7,07	–	–
ТБ-496	24	7,35	3	1
	48	6,06	2,3	1
	72	5,51	3	1
СБ-38	24	7,61	1	–
	48	7,21	37,6	2
	72	7,09	46,6	3

Примечание. Прочерк – нет роста.

Таблица 6

Корреляционная зависимость титра КОЕ штаммов от времени ферментации, *r*

<i>B. japonicum</i>			<i>S. fredii</i>		
Штамм	КОЕ·10 ⁷ /мл	КОЕ·10 ⁹ /мл	Штамм	КОЕ·10 ⁷ /мл	КОЕ·10 ⁹ /мл
ТМ-455	≈0,87	=1	071	≈0,93	=1
БМ-91	≈0,73	≈0,87	ОБ-46	≈–0,87	≈0,87
СМ-42	≈0,99	≈0,93	КБ-11	≈–0,99	0
648 _a	≈–0,87	≈–0,87	ББ-49	≈0,91	≈0,92
БМ-88	≈0,98	≈0,87	СБ-43	0	0
ТМ-469	0	0	ТБ-496	0	0
МС-63	≈–0,87	0	СБ-38	≈0,95	≈0,98

глубинного культивирования рост микробных клеток в разведении 10⁷ и 10⁹ отсутствовал. Возможно, это связано с изменением метаболизма бактерий при глубинном культивировании, но в любом случае необходимо подбирать для штамма иные условия культивирования. Наилучший показатель количества микробных единиц (17 · 10⁹ КОЕ/мл) при глубинном культивировании в лабораторном ферментере установлен у штамма *S. fredii* ББ-49 через 72 ч культивирования и рН_{среды} 6,73.

У большинства штаммов вида *B. japonicum* и *S. fredii* титр КОЕ/мл зависел от времени экспозиции в ферментере. У штаммов 648а, МС-63, КБ-11 и ОБ-46 выявлена отрицательная корреляционная зависимость. Это связано с тем, что титр КОЕ/мл с увеличением времени экспозиции снижался. У штамма СБ-43 в титрах КОЕ·10⁷/мл и КОЕ·10⁹/мл рост микробных клеток отсутствовал, а у штамма ТБ-496 зависимости от времени ферментации и титром КОЕ не выявлено (табл. 6).

Заключение

В результате исследования коллекционных штаммов *B. japonicum* и *S. fredii*, усваивающих широкий спектр источников углеродного питания, выявлено, что наиболее технологичными по способности накапливать высокий титр КОЕ/мл в условиях глубоководного культивирования оказались штаммы *B. japonicum* ТМ-455, БМ-88, ТМ-469, БМ-91 и *S. fredii* ОБ-46, 071, ТБ-496, СБ-38. Максимальный титр клеток ризобий получен при культивировании в лабораторном ферментере серии TN-50L (время культивирования 72 ч, температура +28 °С, рН_{среды} 6,73–6,77, скорость вращения мешалки 70 об/мин) штаммов *B. japonicum* СМ-42 и *S. fredii* ББ-49, он составил $8 \cdot 10^9$ КОЕ/мл и $17 \cdot 10^9$ КОЕ/мл соответственно.

Эти культуры можно использовать при производстве ризобияльных препаратов под сою.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волобуев О.Г. Симбиотическая азотфиксация как фактор экологической безопасности почвы // Вестн. РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2011. № 1. С. 53–60.
2. Гаврилова Н.Н., Саданов А.К., Даданова Т.Д., Ратникова И.А. Технологии производства биопрепаратов на основе клубеньковых бактерий // Изв. Нац. акад. наук Респ. Казахстан. Серия биол. и мед. 2015. № 1. С. 78–83.
3. Гарипова С.Р. Развитие методологических подходов к разработке микробных препаратов для повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных растений // Вестн. Оренбург. ун-та. 2009. № 10. С. 437–439.
4. Глянко А.К., Ищенко А.А., Филинова Н.В. Бобово-ризобияльный симбиоз: некоторые современные знания // Вестн. Харьк. нац. аграр. ун-та. Серия: Биология. 2017. Вып. 3 (42). С. 6–22.
5. Каримова Е.Р., Худайгулов Г.Г. Изучение влияния биопрепарата на основе клубеньковых бактерий *Rhizobium lupine* на бобовые и злаковые культуры // Вестн. ЮУрГУ. Серия: Пищевые биотехнологии. 2018. Т. 6, № 2. С. 52–57.
6. Картыжова Л.Е., Семенова И.В., Короленок Н.В., Алещенкова З.М., Романова Л.В. Эффективный штамм медленнорастущих клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium japonicum* 84 KL – основа биоудобрения Соя Риз // Вестн. Нацыянальнай Акадэміі Навук Беларусі. Серия: біялагічных навук. 2014. № 2. С. 107–112.
7. Кожемяков А.П., Лактионов Ю.В., Попова Т.А., Орлова А.Г., Кокорина А.Л., Вайшла О.Б., Агафонов Е.В., Гужвин С.А., Чураков А.А., Яковлева М.Т. Агротехнологические основы создания усовершенствованных форм микробных биопрепаратов для земледелия // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50, № 3. С. 369–376.
8. Кокорина А.Л., Кожемяков А.П. Бобово-ризобияльный симбиоз и применение микробиологических препаратов комплексного действия – важный резерв повышения продуктивности пашни: лекция. СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2010. 50 с.
9. Коломиец Э., Сверчкова М., Мандрик-Литвинкович М. Экологически безопасные биотехнологии для сельского хозяйства // Наука и инновации. 2019. № 3 (193). С. 4–8.
10. Крутило Д.В. Эффективность штаммов *Bradyrhizobium japonicum* на фоне местных популяций ризобий сои // Вестн. Алтай. гос. аграр. ун-та. 2014. Т. 114, № 4. С. 42–47.
11. Лактионов Ю.В. Создание стабильной формы ростстимулирующих микробиологических препаратов и их эффективность // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 3. С. 116–118.
12. Методы культивирования азотфиксирующих бактерий. Способы получения и применения препаратов на их основе: метод. рекомендации / под ред. А.В. Хотяновича. М.: ВНИИСХМ, 1991. 60 с.
13. Миннебаев Л.Ф., Кузина Е.В., Рафикова Г.Ф., Чанышев И.О., Логинов О.Н. Продуктивность бобово-ризобияльного комплекса под влиянием ростстимулирующих штаммов микроорганизмов // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54, № 3. С. 481–493.
14. Петров В.Б., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России // Достижения науки и техники АПК. 2002. № 10. С. 16–20.

15. Практикум по микробиологии / под ред. Н.С. Егорова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. 307 с.
16. Саданов А.К., Гаврилова Н.Н., Дадонова Т.Н., Ратникова И.А. Критерии отбора клубеньковых бактерий в состав биопрепаратов для обогащения почвы биологическим азотом и повышения урожайности бобовых культур // News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biological and medical. 2015. Vol. 1, N 307. P. 115–124.
17. Сидоренко О.Д. Перспективы использования биологических препаратов на основе микроорганизмов // Изв. ТСХА. 2012. № 6. С. 70–79.
18. Сытников Д.М. Биотехнология микроорганизмов – азотфиксаторов и перспективы применения препаратов на их основе // Биотехнология. 2012. Т. 5, № 4. С. 34–45.
19. Тихонович И.А. Использование биопрепаратов – дополнительный источник элементов питания растений // Плодородие. 2011. № 3. С. 9–13.
20. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Сельскохозяйственная микробиология как основа экологически устойчивого агропроизводства: фундаментальные и прикладные аспекты // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 3. С. 3–9.
21. Ториков В.Е., Сорокин А.Е. Биологизация земледелия как основа современного сельскохозяйственного производства // Аграр. вестн. Урала. 2011. № 5 (84). С. 18–20.
22. Турина Е.Л. Высокопродуктивные растительно-микробные системы в агроценозах бобовых культур // Рос. с.-х. наука. 2015. № 3. С. 28–30.
23. Урамян Г.Р. Биопрепараты на основе *Bradyrhizobium japonicum* и проблемы их применения // Вестн. соврем. исслед. 2019. Вып. 2–7 (29) (февр.). С. 78–81.
24. Якименко М.В., Бегун С.А. Отличительные признаки быстро- и медленнорастущих клубеньковых бактерий сои, обитающих в дальневосточных почвах // Рос. с.-х. наука. 2020. № 6. С. 38–41.
25. Якименко М.В., Бегун С.А., Сорокина А.И. Оценка интенсивности роста штаммов *Bradyrhizobium japonicum* и *Sinorhizobium fredii* дальневосточной селекции на средах с различными углеводами // Достижения науки и техники АПК: спец. выпуск по материалам Междунар. науч.-практ. конф. «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса» (16–17 июля 2020 г., ДальНИИСХ). 2020. Т. 34, № 6. С. 33–37.
26. Co-inoculation of *Bradyrhizobium* stimulates the symbiosis efficiency of *Rhizobium* with common bean / E. da C. Jesus, R. de A. Leite, R. do A. Bastos et al. // Plant Soil. 2018. N 425. P. 201–215.
27. Effects of inoculation by *Bradyrhizobium japonicum* strains on nodulation, nitrogen fixation, and yield of *lablab purpureus* in Algeria / A. Benselama, S. Tallan, S.M. Ounane et al. // Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special Issue. 2014. N 2. P. 1870–1876.

Г.П. ВЛАСЕНКО

Оценка экологической пластичности ранних и среднеранних сортов картофеля в Камчатском крае

Представлены результаты оценки сортов картофеля по параметрам экологической пластичности, стабильности, адаптивности в условиях короткого периода вегетации. На основе проведенного анализа к пластичным сортам, продуктивность которых варьирует в соответствии с изменением условий среды, сочетающим высокую урожайность и стабильность (при коэффициенте регрессии $b_i \geq 1,0$), относятся Фреско, Юбиляр, Сантэ, Эволюшен, Северянин. Выделен сорт Аризона ($b_i = 1,42$; $S^2d = 8,99$) интенсивного типа, характеризующийся высокой урожайностью, отзывчивостью на изменение условий выращивания, но имеющий низкую стабильность. К нейтральным сортам (b_i близкое к нулю), слабо реагирующим на изменение среды, относятся раннеспелые сорта Каменский, Барон, среднеранние Отрада, Маяк. Среднеранние сорта Ирбитский и Памяти Рогачёва характеризуются высокой пластичностью ($b_i = 1,45$ и $1,3$ соответственно) и стабильностью ($S^2d = 0,74$ и $0,05$), но сравнительно низкой урожайностью (22,6 и 22,3 т/га). На основании коэффициента регрессии пластичным можно назвать сорт Лилия белорусская (23,0 т/га; $b_i = 0,91$; $S^2d = 10,12$), но в то же время показатель стабильности у него самый низкий, т.е. сорт зависим от условий года, и его поведение непредсказуемо. Высокой адаптивностью к условиям короткого периода вегетации с низкой теплообеспеченностью характеризуются сорта Аризона, Эволюшен, Сантэ, Фреско, Северянин, Юбиляр.

Ключевые слова: картофель, сорт, экологическая пластичность, стабильность, коэффициент адаптивности, урожайность.

Assessment of the ecological plasticity of early and medium-early potato varieties in the Kamchatka Krai. G.P. VLASENKO (Kamchatka Research Institute of Agriculture, Kamchatka Krai, Yelizovsky district, Sosnovka village).

The results of the evaluation of potato varieties by the parameters of ecological plasticity, stability, adaptability in the conditions of a short growing season are presented. Based on the performed analysis to the plastic varieties whose productivity varies in accordance with changes in environmental conditions, combining high yield and stability (with a regression coefficient $B_i \geq 1.0$) include Fresco, Jubilyar, Sante, Evolution, Severyanin. Selected variety Arizona ($b_i = 1.42$; $S^2d = 8.99$) of the intensive type, characterized by high yield, responsiveness to changes in growing conditions, but having low stability. Neutral varieties (b_i close to zero) weakly responding to changes in the environment include: early-maturing varieties – Kamensky, Baron; medium-early varieties – Otrada, Mayak. The medium-early varieties Irbitky and Pamyati Rogacheva are characterized by high plasticity ($b_i = 1.45$ and 1.3 , respectively) and stability ($S^2d = 0.74$ and 0.05), but relatively low yield (22.6 and 22.3 t/ha). Based on the regression coefficient, the Lilya Belorusskaya variety can be called plastic (23.0 t / ha; $b_i = 0.91$; $S^2d = 10.12$), but at the same time it has the lowest stability index, that is, the variety depends on the conditions of the year and its behavior is unpredictable. The varieties Arizona, Evolution, Sante, Fresco, Severyanin, and Jubilyar are characterized by high adaptability to the conditions of a short growing season with low heat supply.

Key words: potato, variety, ecological plasticity, stability, coefficient of adaptability, yield.

Повышение урожайности и улучшение качества картофеля для полного обеспечения региона этим продуктом – одна из главных задач сельскохозяйственного производства Камчатского края. Важнейшим фактором увеличения производства картофеля

ВЛАСЕНКО Галина Панфиловна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Камчатский край, Елизовский район, пос. Сосновка). E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

является эффективным использование сортовых ресурсов. Необходимо постоянное совершенствование сортимента за счет создания новых сортов местной селекции и использования лучших отечественных селекционных достижений [9, 12].

Постоянное улучшение набора сортов – необходимое условие интенсификации картофелеводства. Вместе с тем большинство районированных сортов картофеля недостаточно адаптированы к условиям короткого периода вегетации с низкой теплообеспеченностью, что приводит к потерям урожайности и ее широкой вариабельности по годам. Внедрение новых генотипов, способных противостоять воздействию неблагоприятных абиотических и биотических факторов среды, позволит полнее удовлетворять потребность населения в качественном картофеле [1].

Картофель занимает ведущее место среди возделываемых на Камчатке сельскохозяйственных культур, однако его выращивание сопряжено с рядом особенностей. Вегетационный период непродолжителен – 60–80 дней. Тепловые ресурсы юго-восточного побережья, где сосредоточено основное производство, обеспечивают минимум биологических потребностей картофеля. Сумма активных температур выше 10 °С составляет 1056–1089 °С [10]. На рост и развитие картофеля отрицательно влияют недостаток влаги в первой половине лета, избыточное увлажнение почв во второй. Развитию грибных и бактериальных болезней способствует высокая относительная влажность воздуха в условиях умеренных температур. Естественного увядания ботвы не наблюдается. В соответствии с этим здесь возможно возделывание сортов ранней и среднеранней групп спелости. При возделывании картофеля, особенно в зоне неустойчивого земледелия, к которой относится Камчатка, необходимы адаптивные к экстремальным условиям среды сорта с высокой и стабильной урожайностью [2].

Анализ структуры и объемов производства картофеля по категориям хозяйств показывает, что в крае преобладает мелкотоварное производство. В структуре производства картофеля 82 % приходится на крестьянские (фермерские) и личные подсобные хозяйства населения [6], требования к качеству сортов у которых иные, чем у крупного производителя. На первое место выдвигаются вкусовые качества, товарный вид, неприхотливость к условиям выращивания. В настоящее время в Дальневосточном регионе допущено к использованию 77 сортов. Количество сортов, разрешенных к применению, постоянно пополняется за счет сортов отечественной и зарубежной селекции, для эффективного использования которых необходимо проводить их экологическую оценку в почвенно-климатических условиях Камчатского края.

Цель исследований – оценка районированных и перспективных сортов картофеля на предмет экологической пластичности, стабильности и адаптивности в условиях короткого периода вегетации в Камчатском крае.

Условия, материалы и методы

Исследования проводили в 2018–2020 гг. на опытном участке Камчатского НИИСХ. Полевые опыты закладывали на легкой по механическому составу охристой вулканической почве. Предшественник – сидеральный пар. Схема посадки 70 × 30 см. Размещение вариантов систематическое. Повторность четырехкратная. Площадь учетной делянки 25 м². Локально в борозды вносили минеральные удобрения в дозе (NPK)₁₂₀. Посадку проводили в первой декаде июня клубнями размером 50–80 г. В первый год для посадки использовали семенной материал класса элита, в последующие – из урожая предыдущего года. Уход за посадками картофеля включал обработку гербицидом (Торнадо, 2 л/га) до всходов, междурядного рыхления и окучивания. В целях защиты растений от фитофтороза проводили четырехкратную обработку фунгицидами контактно-системного действия. В первой декаде сентября перед уборкой ботву скашивали косилкой-измельчителем КИР -1,5 после обработки растений десикантом Реглон-супер в дозе 2,0 л/га.

Изучались отечественные сорта Каменский, Барон, Ирбитский, Отрада, Маяк – Уральского НИИСХ; Юбиляр, Памяти Рогачёва – ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха и СибНИИСХ и Т; Северянин – Камчатского НИИСХ. Сорта Эволюшен и Аризона – Нидерланды; Лилея белорусская – Беларусь. В качестве стандарта приняты ранний сорт Фреско и среднеранний Сантэ (Нидерланды), районированные в Камчатском крае. Исследования проводили согласно общепринятым методикам ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха [7]. Математическую обработку данных по урожайности осуществляли с использованием дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [3]. Пластичность и стабильность изучаемых сортов оценивали по методике Е.А. Эберхарта и У.А. Рассела в изложении В.А. Зыкина [5]. Метод основан на расчете коэффициента линейной регрессии (b_i), характеризующего экологическую пластичность сорта, и дисперсии стабильности (S^2d), определяющей стабильность сорта в условиях среды.

Оценку адаптивного потенциала сорта по показателю «урожайность» проводили по методике Л.А. Животкова, З.А. Морозовой, Л.И. Секутаевой [4]. При анализе продуктивного и адаптивного потенциала сортов использовали показатель «среднесортная урожайность года» – это уровень урожайности в конкретном году и конкретном регионе. Критерием для сравнения служит общая видовая адаптивная реакция культуры на конкретные условия выращивания, реализованная в средней величине урожайности для сравниваемых сортов. Общую видовую реакцию определяли путем суммирования урожайности отдельных сортов с последующим делением показателя на общее их число. Полученная величина является показателем нормы реакции определенной совокупности сортов на факторы внешней среды в каждом конкретном году. Коэффициент адаптивности (K_a) рассчитывали для каждого года и сорта по формуле: $K_a = (X_{ij} \times 100 : X) : 100$, где X_{ij} – урожайность i -го сорта в j -й год испытания, X – среднесортная урожайность года. В данной методике среднесортная урожайность берется за 100 % [8]. Перевод абсолютных величин урожайности в проценты позволяет сравнивать поведение сортов в разные годы. По полученному показателю можно судить об адаптивности или продуктивных возможностях сортов.

В период проведения исследований (2018–2020 гг.) погодные факторы, определяющие условия произрастания растений картофеля, имели существенные отклонения от средних многолетних показателей. Температурный режим летнего периода 2018 г. был пониженным. Сумма температур выше 10 °С за вегетационный период составила 1002 °С при норме 1092 °С. Июнь и первая декада июля были холоднее обычного на 0,5 и 1,2 °С соответственно. Отдельные фазы развития растений характеризовались переизбытком влаги. Осадков выпало 339,1 мм, или 126 % нормы, что неблагоприятно сказалось на формировании урожая. В 2019 г. также отмечен недостаток тепла по сравнению со средним многолетним значением, за период вегетации сумма температур воздуха составила 1009,5 °С – на 82,5 °С меньше среднемноголетнего значения. Осадков за летний период выпало 271,2 мм – на уровне среднего многолетнего значения (269 мм). В 2020 г. сумма температур воздуха выше 10 °С за вегетацию была близка к среднемноголетнему значению и составила 1121 °С. Среднесуточная температура воздуха в июне и июле была выше обычного на 1,3 и 1,5 °С. Осадков за летние месяцы выпало 297,3 мм – на 10,5 % больше среднемноголетнего значения.

Результаты исследований

Наиболее благоприятные метеорологические условия для возделывания картофеля складывались в 2019 и 2020 гг., когда его средняя урожайность составила 27,1 и 27,6 т/га, а индекс среды (I_j) достигал 2,95 и 3,49 соответственно (см. таблицу). Экстремальные для картофеля условия отмечались в 2018 г., когда индекс среды был отрицательным (–6,44), а урожайность изучаемых сортов – минимальной (17,7 т/га).

Урожайность и параметры стабильности ранних и среднеранних сортов картофеля

Сорт	Группа спелости	Урожайность, т/га				b_i	S^2d
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее		
Фреско, st.	P	19,1	29,5	31,9	26,7	1,21	2,77
Каменский	P	18,0	25,2	22,6	22,0	0,61	2,72
Барон	P	15,1	21,1	18,4	18,7	0,56	0,85
Юбиляр	P	19,4	28,9	30,2	26,0	1,09	0,09
Сантэ, st.	CP	20,3	30,6	31,4	27,3	1,14	0,19
Эволюшен	CP	22,3	32,3	30,4	28,0	0,92	3,13
Отрада	CP	15,9	21,9	24,9	21,0	0,79	3,32
Северянин	CP	20,1	28,4	30,9	26,3	0,99	3,04
Ирбитский	CP	12,3	25,2	27,2	21,3	1,45	0,74
Памяти Рогачёва	CP	13,7	25,8	26,7	22,3	1,30	0,05
Маяк	CP	16,1	23,2	21,0	20,0	0,61	2,72
Лилея белорусская	CP	16,7	27,5	23,9	23,0	0,91	10,12
Аризона	CP	21,6	33,3	37,9	31,0	1,42	8,99
Среднее		17,7	27,1	27,6	24,1		
НСР ₀₅		2,8	2,7	2,7			
Индекс среды I_j		-6,44	2,95	3,49			

Средняя урожайность по опыту составила 24,1 т/га. У сортов Фреско (26,7 т/га), Юбиляр (26,0 т/га), Сантэ (27,3 т/га), Эволюшен (28,0 т/га), Северянин (26,3 т/га), Аризона (31,0 т/га) урожайность была выше средней по опыту.

Оценка экологической пластичности по методике Е.А. Еберхарта и У.А. Рассела позволяет выделить три параметра их продуктивности и средовой устойчивости: среднее значение признака во всех средах, показатель линейной регрессии (b_i), который характеризует отзывчивость сорта на изменение условий, и показатель нелинейной регрессии (вариансу стабильности (S^2d), который характеризует степень отклонения продуктивности сорта за годы испытания. Чем меньше числовое значение данного показателя, тем стабильнее сорт [5].

Известно, что чем выше значение коэффициента регрессии (b_i), тем сильнее сорт реагирует на изменение условий среды, и, наоборот, чем ближе коэффициент к нулю, тем сорт менее отзывчив на изменение условий выращивания [5].

Наибольшую ценность для производства представляют сорта, имеющие достаточно высокую урожайность (средняя или высокая), коэффициент регрессии, близкий к 1 или больше 1 (высокая экологическая пластичность), близкую к нулю вариансу стабильности. Такое сочетание показателей свидетельствует о том, что урожайность сорта соответствует изменению условий среды. Среди изученной группы к сортам, отличающимся сочетанием высокой продуктивности, экологической пластичности и стабильности урожая, относятся Фреско (26,7 т/га; $b_i = 1,2$; $S^2d = 2,77$), Юбиляр (26,0 т/га; $b_i = 1,09$; $S^2d = 0,09$), Сантэ (27,3 т/га; $b_i = 1,14$; $S^2d = 0,19$), Эволюшен (28,0 т/га; $b_i = 0,92$; $S^2d = 3,13$), Северянин (26,3 т/га; $b_i = 0,99$; $S^2d = 3,04$).

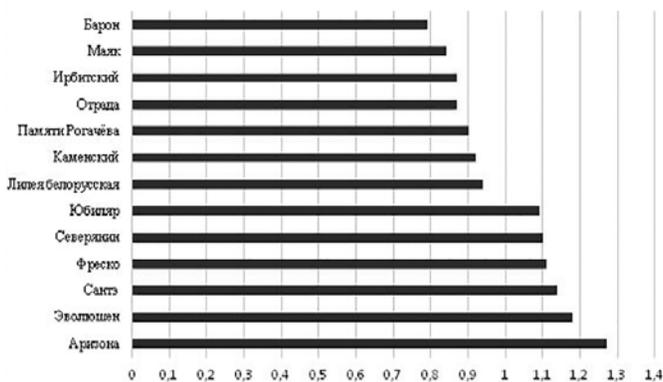
Сорта, коэффициент регрессии (b_i) у которых значительно выше единицы, относятся к интенсивному типу, они хорошо отзываются на улучшение условий выращивания, но вместе с тем имеют низкую стабильность. В неблагоприятные по погодным условиям годы, а также при низком агрофоне у них резко снижается продуктивность [1]. В наших исследованиях таким сортом является Аризона (31,1 т/га; $b_i = 1,42$; $S^2d = 8,99$).

Сорта, коэффициент регрессии у которых значительно ниже 1, относятся к нейтральному типу (с низкой экологической пластичностью). Они слабо отзываются на изменение

факторов среды, в условиях интенсивного земледелия не могут достигать высоких результатов, но при плохих условиях у них меньше снижаются показатели в сравнении с сортами интенсивного типа [2]. К сортам с низкой экологической пластичностью относятся раннеспелые сорта Каменский (22,0 т/га; $b_1 = 0,61$; $S^2d = 2,72$), Барон (18,7 т/га; $b_1 = 0,56$; $S^2d = 0,85$), Отрада (21,0; $b_1 = 0,79$; $S^2d = 3,32$), Маяк (20,0 т/га, $b_1 = 0,62$; $S^2d = 2,72$).

Среднеранние сорта Ирбитский (22,6 т/га; $b_1 = 1,45$; $S^2d = 0,74$) и Памяти Рогачёва (22,3 т/га; $b_1 = 1,3$; $S^2d = 0,05$) характеризуются высокими показателями пластичности и стабильности, но сравнительно низкой урожайностью. На основании коэффициента регрессии пластичным можно назвать сорт Лилея белорусская (23,0 т/га; $b_1 = 0,91$; $S^2d = 10,12$), но при этом у него отмечена нестабильность урожайности, т.е. сорт зависим от условий года, и его поведение непредсказуемо.

По полученному среднему коэффициенту адаптивности (K_a) можно судить о продуктивных возможностях изучаемых сортов. Если коэффициент адаптивности сорта в неблагоприятные и благоприятные годы превышает единицу, то такой сорт соответственно потенциально адаптивный или потенциально продуктивный [11]. В наших исследованиях K_a варьировал от 7,9 до 12,7 (см. рисунок). В среднем за три года коэффициент адаптивности свыше 1 имели 6 сортов из изучаемых, или 46 %. По абсолютному показателю коэффициента адаптивности сорта расположились в следующем порядке: Аризона (1,27), Эволюшен (1,18), Сантэ (1,14), Фреско (1,11), Северянин (1,10), Юбиляр (1,09). Менее адаптивными к условиям короткого периода вегетации с низкой теплообеспеченностью Камчатского края были сорта Лилея белорусская (0,94), Каменский (0,92), Памяти Рогачёва (0,90), Отрада (0,87), Ирбитский (0,87), Маяк (0,84), Барон (0,79).



Коэффициент адаптивности ранних и среднеранних сортов картофеля

Заключение

К пластичным сортам картофеля, продуктивность которых варьирует в соответствии с изменением условий среды, отличающимся достаточно высокой урожайностью, коэффициентом регрессии, близким к 1, и стабильностью, близкой к 0, относятся следующие: Фреско (26,7 т/га; $b_1 = 1,2$; $S_1^2 = 2,77$), Юбиляр (26,0 т/га; $b_1 = 1,09$; $S_1^2 = 0,09$), Сантэ (27,3 т/га; $b_1 = 1,14$; $S_1^2 = 0,19$), Эволюшен (28,0 т/га, $b_1 = 0,92$; $S_1^2 = 3,13$), Северянин (26,3 т/га, $b_1 = 0,99$; $S_1^2 = 3,04$).

Выделен сорт Аризона (31,1 т/га; $b_1 = 1,42$; $S^2d = 8,99$) интенсивного типа, характеризующийся высокой урожайностью, хорошо отзывающийся на изменение условий выращивания (b_1 больше единицы), но имеющий низкую стабильность.

Высокой адаптивностью к условиям короткого периода вегетации с низкой теплообеспеченностью отличаются сорта Аризона (1,27), Эволюшен (1,18), Сантэ (1,14), Фреско (1,11), Северянин (1,10), Юбиляр (1,09).

В условиях короткого периода вегетации с низкой теплообеспеченностью для выращивания картофеля в личных подсобных, крестьянских и фермерских хозяйствах следует выращивать сорта Фреско, Юбилар, Сантэ, Эволюшен, Северянин, в сельхозпредприятиях с высоким уровнем агротехники – сорт Аризона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакунов А.Л., Дмитриева Н.Н. Экологическая пластичность перспективных сортов и гибридов картофеля в условиях Самарской области // Картофелеводство: результаты исследований, инновации, практический опыт: материалы науч.-практ. конф. и координац. совещ. «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства». М., 2008. Т. 1. С. 198–202.
2. Власенко Г.П. Пластичность и стабильность сортов картофеля в условиях Камчатского края // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 4. С. 44–46.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
4. Животков Л.А., Морозова, Л.И. Секатуева. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3–6.
5. Зыкин В.А., Мешкова В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: метод. рекомендации. Новосибирск, 1984. 23 с.
6. Камчатский край в цифрах (статистический сборник); номер по каталогу 1.1.5. Петропавловск-Камчатский, 2020. С. 158–159.
7. Методика исследований по культуре картофеля. М.: НИИКХ, 1967. 263 с.
8. Моляко А.А., Марухленко А.В., Борисова Н.П. Коэффициент адаптивности сорта картофеля определяет продуктивность // Картофель и овощи. 2012. № 3. С. 10–11.
9. Мониторинг современного состояния производства картофеля в России: справочник / В.С. Чугунов, С.В. Жевора, Б.В. Анисимов и др. М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2016. 31 с.
10. Научно-прикладной справочник по агроклиматическим условиям Камчатской области / под ред. В.П. Веснянской. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 289 с.
11. Попова Л.А., Головина Л.Н., Шаманин А.А., Маслова В.М. Оценка продуктивности и адаптивности сортов картофеля различных групп спелости в условиях Архангельской области // Аграр. наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 3. С. 26–31.
12. Старовойтов В.И., Жевора С.В. Концепция «Интеграционное развитие инновационных технологий производства картофеля и топинамбура в ЕАС на 2018–2022 годы»: материалы науч.-практ. конф. «Современные технологии производства, хранения и переработки картофеля». М., 2017. С. 14–17.

Л.В. САМУТЕНКО

Лабильное органическое вещество аллювиальной серогумусовой почвы с разными агрохимическими фонами (остров Сахалин)

Исследована степень влияния систем удобрения на динамику лабильного органического вещества аллювиальной серогумусовой почвы в многолетнем стационарном опыте. Установлено, что лабильная часть занимает в органическом веществе преимущественное положение (>60 %). Отсутствие минеральной поддержки (0NPK) обусловило потери лабильной и стабильной частей. Более эффективной в накоплении разнородных частей органического вещества оказалась известково-минеральная система удобрения (3NPK + Ca).

Ключевые слова: почва, лабильное органическое вещество, системы удобрения, известкование.

Labile organic matter of alluvial gray-humus soil with different agrochemical backgrounds (Sakhalin Island).
L.V. SAMUTENKO (Sakhalin Research Institute of Agriculture, Yuzhno-Sakhalinsk).

The degree of influence of fertilizer systems on the dynamics of labile organic matter of alluvial gray-humus soil in a long-term stationary experiment is studied. It was found that the labile part occupies a predominant position in the organic matter (>60 %). The lack of mineral support (0NPK) caused the loss of labile and stable parts. The lime-mineral fertilizer system (3NPK + Ca) proved to be more effective in the accumulation of heterogeneous parts of organic matter.

Key words: soil, labile organic matter, fertilizer systems, liming.

Введение

Некоторые авторы, ссылаясь на работы своих предшественников, связывают уровень плодородия почв в основном с содержанием гумуса [20, 23]. Однако исследования показали, что при оценке органического вещества почв помимо общего содержания гумуса необходимо учитывать его качество, особенно обогащенность активными компонентами [13, 15, 21]. Органическое вещество почвы исследователи представляют не только в привычном нам фракционно-групповом составе, но и в виде двух основных пулов: устойчивого (инертного), слабо поддающегося минерализации (C_{min}) и лабильного, легко трансформируемого (C_{trans}) [8, 14, 21]. Первый пул включает в себя практически не поддающиеся химической и биологической деструкции соединения. Другая часть углеродного фонда представлена активными компонентами, формирующими основные режимы и свойства почвы.

Существуют разные варианты распределения почвенных органических компонентов в зависимости от их качества, активности и видения исследователей [9, 12, 18]. Одни авторы варианты формирования пулов органического углерода основывают на результатах

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

анализа фракционно-группового состава гумуса [9], при этом оговаривается некоторая условность представленной интерпретации. По мнению других исследователей [4], лабильный пул органического вещества почвы состоит из более мелких групп органических веществ. Авторы ссылаются на работу [24], где к числу важнейших компонентов лабильного органического вещества отнесены микробная масса, легкие фракции углерода и пулы углерода, способные к быстрой минерализации.

Трансформируемая (активная) часть гумуса служит наиболее доступным источником питания растений. Она предопределяет биологическую деятельность, основные агрохимические свойства почв и заметно изменяется под влиянием различных агротехнических приемов. Активная часть гумуса участвует в круговороте углерода и других элементов, формирует основные функции органического вещества и определяет эффективное плодородие почвы [3, 8, 12, 22].

Смена вида землепользования, изменения в системах севооборотов, способах обработки почвы, дозах удобрений приводят к изменению количественного и качественного состава органического вещества [5, 8, 19, 20].

Многолетние наблюдения позволили исследователям сделать ряд общих выводов относительно особенностей воздействия на органическое вещество систем минеральных, органических удобрений и их сочетаний.

По мнению Л.К. Шевцовой и В.А. Романенкова [22], минеральные удобрения воздействуют на гумусное состояние почв опосредованно через изменение биомассы растительных остатков, кислотно-основных свойств почвы, активацию биохимических процессов. Органические удобрения оказывают как прямое, так и косвенное воздействие. Прямое воздействие определяется привнесением дополнительного количества органического вещества с высоким содержанием веществ, свойственных почвенному гумусу. Косвенное воздействие аналогично влиянию минеральных удобрений. Системы удобрений оказывают слабое влияние на фракционно-групповой состав гумуса почв, но способствуют накоплению гидрофильных органических веществ.

При внесении в почву высоких доз органических удобрений органические вещества и корни растений проникают на большую глубину. Однако, по мнению Р.Ф. Байбекова и его соавторов [2], в созданной более плодородной почве увеличение органического вещества и неравномерность его распределения снижают степень устойчивости почвы и приводят к неравновесному экологическому состоянию по сравнению с исходным аналогом.

Низкие дозы органических удобрений не влияют на содержание общего гумуса и подвижного органического вещества [13]. При низких дозах внесения органических и минеральных удобрений возникает необходимость в применении мер по регулированию содержания и качественного состава органического вещества. Это наиболее полно можно установить только в длительных полевых опытах при изучении закономерностей изменения органического вещества под воздействием разнообразных агроприемов [8, 19, 21, 22].

Фрагментарные сведения о фракционно-групповом составе островных почв разных типов получены А.М. Ивлевым [10]. Практически все они имеют гуматно-фульватный и фульватный состав гумуса. В научных источниках [22] фракционно-групповой состав почв относят скорее к генетическим признакам; их изменения происходят в течение длительного периода.

В многолетнем стационарном опыте Сахалинского научно-исследовательского института сельского хозяйства (СахНИИСХ) был определен состав гумуса аллювиальной серогумусовой (агродерновой) почвы [11], сложившийся под влиянием разных систем удобрения. В нем преобладали фульвокислоты (32,6–54,3 %); на гуминовые кислоты приходилось 11,2–35,2 %. Сведений об определении лабильных органических веществ в почвах о-ва Сахалин обнаружить не удалось.

Таким образом, выявление степени насыщения органического вещества почвы разнообразными компонентами, определяющими ее агрономически важные свойства и продуктивность сельскохозяйственных культур, представляется актуальным.

Цель данной работы – определить состав лабильного органического вещества (основных пулов) аллювиальной серогумусовой старопахотной почвы, сложившийся под действием разных по интенсивности систем удобрения.

В задачу исследования входило установление содержания мобильных групп органического вещества и их временной динамики.

Материал и методы исследования

Наблюдения и отбор почвенных образцов проведены в долголетнем стационарном опыте СахНИИСХ. Стационар имеет три последовательно заложенных повторения в пространстве (по 3 га) и во времени (закладки 1989, 1990 и 1991 гг.). В травяно-пропашном севообороте применяется чередование во времени культур, что не противоречит методике полевого опыта [6].

Системы удобрения, влияние которых на органическое вещество почвы проанализировали в данной работе, были представлены нулевым (0NPK), минеральным (3NPK + Ca) и органоминеральным (100 и 200 т/га ТНК (отдаленное последствие) + 40 т/га навоза (действие и последствие) + 3NPK + Ca) вариантами. Базовая одинарная доза удобрений (кг/га д.в.) под многолетние травы в третьей ротации севооборота – 60N108P108K. Торфо-навозный компост (ТНК) и известь (Ca) были внесены при закладке стационара, навоз (N) и известь (повторно по 1ГК) применены в 2010 г.

Аллювиальная серогумусовая старопахотная почва (агрозем) характеризуется неоднородным гранулометрическим составом (средний суглинок – легкая глина) и разными агрохимическими свойствами. Отбор образцов для установления динамики основных агрохимических свойств почвы осуществлялся ежегодно, начиная с момента закладки стационарного опыта.

Образцы почв для определения состава органического вещества отбирались на постоянных площадках вариантов в трех повторениях в 2010–2016 гг. Параметры почвы за этот период отражены в табл. 1.

Анализ проводился по общепринятым методикам [1]. При определении состава органического вещества использована редко применяемая методика, предложенная А.И. Поповым с соавторами [16]. Как и в классическом варианте, основным реагентом в ней является бихромат калия, но в сочетании с серной кислотой разной концентрации (10 разбавлений + концентрированная H_2SO_4). Были сделаны, однако, и некоторые отступления от методики. Во-первых, применялось принятое при определении гумуса титровальное завершение вместо рекомендуемого колориметрирования. Это связано с очень малым количеством рабочего раствора и необходимостью предотвратить искажение результата при попадании почвы в кювету. Во-вторых, первый водный экстрагент заменили на слабоконцентрированный раствор H_2SO_4 (0,1 М). На наш взгляд, внесенные в методику изменения (согласованы с основным автором методики) если и повлияли на конечный результат, то только на доли процента. В итоге цель – аналитическая дифференциация органического вещества исследуемой почвы – была достигнута.

По степени окисления органического вещества фракции в соответствии с рекомендациями [16] были объединены в разные по мобильности группы: I–IV – легкоокисляемую (лабильную) часть; V–VII – среднеокисляемую (среднемобильную) часть; VIII–XI – относительно трудноокисляемую (стабильную) часть.

Математическую обработку материалов проводили по методике Б.А. Доспехова [6].

Результаты и обсуждение

Наиболее значимые изменения в почве рабочих вариантов после внесения в 2010 г. извести и навоза произошли с кислотностью и зависящими от ее уровня

показателями суммы поглощенных оснований. Максимальный рост значений произошел в первый год последействия Са и Н: рН увеличился на 0,97–1,04 ед., сумма Са + Mg – на 12,4–16,4 ммоль (табл. 1).

В дальнейшем последействие известкования и органо-известкового комплекса (Са + Н) сопровождалось постепенным снижением показателей свойств почвы, но они все еще оставались на уровне благоприятных. За тот же период в контрольном варианте с 0NPK, который не подвергался внешним агрохимическим воздействиям, произошло увеличение кислотности (рН < на 0,17), снижение количества NPK и гумуса.

Таблица 1

Динамика основных агрохимических свойств почвы вариантов с разными системами удобрения

Вариант системы удобрения	Год отбора образцов	рН солевой	Сумма поглощенных оснований, ммоль на 100 г почвы	N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус, %
				мг на 1 кг почвы				
0NPK (контроль)	2010	4,32	10,0	8,1	12,5	360	162	4,13
	2016	4,15	10,4	9,5	8,2	267	70	4,11
3NPK + Са	2010 (д)	4,40	12,5	5,5	9,5	544	122	4,21
	2011 (п/д)	5,44	24,9	8,7	6,2	543	109	4,34
	2013 (п/д)	5,11	18,5	7,0	5,4	558	115	4,24
	2016 (п/д)	5,37	20,0	10,5	6,9	546	110	4,57
200 т/га ТНК (п/д) + 40 т/га Н (д и п/д) + 3NPK + Са	2010 (д)	4,81	15,6	сл.	6,8	598	106	4,24
	2011 (п/д)	5,78	32,0	8,2	6,2	530	105	4,47
	2013 (п/д)	5,26	20,1	7,4	7,0	578	105	4,17
	2016 (п/д)	5,14	20,0	7,9	6,8	475	80	4,43

Примечание. Здесь и в последующих таблицах: Са – известь; Н – навоз; ТНК – торфянонавозный компост; д – действие; п/д – последействие.

Потери органического вещества невелики, возможно, благодаря корневому отпаду многолетних трав, поступающему в почву в период наблюдений. О положительной роли многолетних травостоев в сохранении и увеличении гумусного пула свидетельствует ряд исследований [3, 5, 7, 22].

Среднее количество корневых остатков в рассматриваемых вариантах находилось в пределах 8,18–9,20 т/га сухого вещества. Принимая корневой отпад за 30 %, можно рассчитать реально поступающую в почву органическую массу: она составляла ежегодно 2,4–2,8 т/га. С этим объемом корневых остатков трав при разных системах удобрения поступало, по расчетам, 330,9, 342,0 и 372,5 кг новообразованного гумуса.

Таким образом, закономерным является рост содержания гумуса в вариантах с интенсивными системами удобрения к 2016 г.: +0,36 (+8,55 %) в почве с минеральной системой (3NPK+ Са) и +0,19 (+4,48 %) с органоминеральной системой (200 т/га ТНК (отдаленное п/д) + 40 т/га Н (д и п/д) + 3NPK + Са). Более существенным фактором воздействия в этом процессе оказалось известкование, о чем свидетельствуют более высокие показатели роста содержания гумуса в случае произвесткованного минерального фона. Следует отметить, что действие и длительное последействие исходных систем со 100 и 200 т/га ТНК + 3NPK на продукционный процесс культур севооборота в течение трех ротаций уступало действию органоминеральных систем со 100 т/га ТНК + 2NPK. Возможная причина этого – изменение скорости микробиологических процессов из-за более интенсивного поступления органической массы. На процесс гумификации могли повлиять также качественный состав ТНК и недостаточный почвенный азотный фонд.

В табл. 2 приведены результаты изучения динамики качественного состава органического вещества в почве при наиболее интенсивных системах удобрения на фоне малоинтенсивной системы (контрольный вариант).

Лабильная часть, согласно предложенной в работе [16] дифференциации, занимала основную долю в органическом веществе почвы. Эта часть в меньшей степени была

подвержена существенным изменениям, хотя ее увеличение на 2,6–2,9 % имело место в 2013 г. (п/д органоминерального комплекса) и на 3,2–3,7 % – в 2016 г. (п/д 3NPK). В более широких пределах изменялось содержание среднемобильной и стабильной частей – вероятных поставщиков лабильного вещества при определенных почвенных условиях.

Таблица 2

Качественный состав органического вещества почвы в зависимости от разноинтенсивных систем удобрения и сроков наблюдения

Вариант системы удобрения	Год отбора образцов	Содержание в органическом веществе, %		
		лабильной части	среднемобильной части	стабильной части
0NPK (контроль)	2010	63,6	9,0	27,4
	2016	61,4	19,0	19,6
3NPK + Ca	2010	66,4	15,9	17,7
	2011	66,9	10,8	22,3
	2013	66,4	12,3	21,3
	2016	70,1	11,1	18,8
200 т/га ТНК (п/д) + 3NPK + 40 т/га Н (д и п/д) + Ca	2010	66,4	13,1	20,5
	2011	66,1	9,5	24,4
	2013	69,0	16,1	14,9
	2016	66,4	11,5	22,1
HCP ₀₅		2,5	3,2	3,6

Полученные нами результаты вполне соответствуют составу пулов почвенного органического вещества, представленному авторами методики [16] при анализе их собственных данных.

Самые заметные изменения произошли в составе органического вещества почвы при экстенсивном варианте эксплуатации почв – с 0NPK (табл. 3). В данном случае отмечалось снижение содержания (в пересчете на углерод) не только первой, наиболее подвижной, фракции и всей лабильной части, но и стабильной части, являющейся наиболее устойчивой к воздействию микроорганизмов. Однако в этом варианте увеличилась среднемобильная часть, пополнение которой, вполне вероятно, происходило за счет стабильного пула.

Таблица 3

Динамика качественных показателей органического вещества почвы в зависимости от действия и последствия систем удобрения (в пересчете на С), % общего количества углерода

Вариант системы удобрения	Составляющая часть органического вещества	2010 г.		2016 г.		Разница, + или –	
		min	max	min	max	min	max
0NPK	Лабильная	0,778	1,519	0,454	1,462	-0,324	-0,057
	Среднемобильная	1,498	1,735	1,584	1,915	0,086	0,180
	Стабильная	1,908	2,390	2,117	2,383	0,209	-0,007
3NPK + Ca	Лабильная	0,749	1,620	0,727	1,858	-0,022	0,238
	Среднемобильная	1,598	2,009	1,814	2,153	0,216	0,144
	Стабильная	1,994	2,441	2,290	2,650	0,296	0,209
200 т/га ТНК (п/д) + 3NPK + 40 т/га Н (д и п/д) + Ca	Лабильная	0,410	1,634	0,662	1,706	0,252	0,072
	Среднемобильная	1,634	1,958	1,706	2,006	0,072	0,048
	Стабильная	2,059	2,462	2,254	2,570	0,195	0,108

При длительном экстенсивном использовании почвы активная часть гумуса может замещаться инертной, что вызывает деградацию почв [8].

В результате действия и последствия на органическое вещество известково-минеральной системы 3NPK + Ca в почве также сложился отрицательный баланс содержания

углерода первой лабильной фракции, однако здесь потери углерода были многократно (примерно в 15 раз) меньше показателя контрольного варианта (ОНПК). Количество углерода среднеобильной и стабильной частей к 2016 г. увеличилось относительно данных за 2010 г.

В почве с органоминеральным комплексом потерь углерода в составе разных фракций и частей органического вещества не наблюдалось. Однако по накоплению составляющих частей органического вещества преимущество (в 1,5–4,4 раза) имел известково-минеральный фон.

Сравнивая промежуточные показатели динамики углерода в 2011 и 2013 гг. в вариантах с разноинтенсивными системами удобрения (последствие), мы установили, что изменения в большей степени касаются среднеобильной части, где содержание углерода сохранялось на прежнем уровне или иногда уменьшалось (на 0,36 %).

При трактовке собственных аналитических результатов А.И. Попов с соавторами [16] относят почвенные системы с преобладанием лабильной части к неустойчивым и несбалансированным. По их мнению, негативные изменения в содержании органического вещества могут быть вызваны неумеренным технологическим вмешательством в процессы сохранения плодородия почвы и производства сельскохозяйственной продукции. В качестве провоцирующего фактора они называют даже внесение органических удобрений. Однако проведенные нами наблюдения свидетельствуют о положительной реакции хорошо окультуренной аллювиальной серогумусовой (агродерновой) почвы и растений на поступление органических веществ. При более позднем обсуждении результатов исследований [17], полученных при использовании усовершенствованной методики определения состава лабильного органического вещества, те же авторы указывают на то, что если на долю лабильной части приходится более 50 %, то почва имеет условия, способствующие образованию и накоплению гумуса.

Заключение

Проведенный нами анализ позволил установить динамику содержания гумуса и дифференциацию лабильного органического вещества аллювиальной серогумусовой (агродерновой) почвы при действии и последствии разных по степени интенсивности систем удобрения. Длительное отсутствие какого-либо агрохимического воздействия на почву (ОНПК) приводит к сокращению не только лабильной, но и стабильной частей органического вещества. Более эффективной для накопления разнообильных частей почвенной органики является известково-минеральная система удобрения. Полученные данные свидетельствуют о неодинаковом действии на лабильное органическое вещество почвы разных по интенсивности систем удобрения, что дает основание для выбора факторов, регулирующих гумусовое состояние почвы.

Данный этап исследований по определению влияния систем удобрения на состав органического вещества аллювиальной серогумусовой почвы и его динамику является исходным. Изучение факторов воздействия на эти свойства будет продолжено в рамках дальнейших стационарных наблюдений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А.В. Соколова. М.: Наука, 1975. 656 с.
2. Байбеков Р.Ф., Седых В.А., Савич В.И., Поветкина Н.Л. Влияние на развитие дернового процесса высоких доз органических удобрений // Плодородие. 2012. № 4 (66). С. 8–10.
3. Байбеков Р.Ф., Хайдуков К.П., Коваленко А.А., Забугина Т.М. Качественный состав органического вещества дерново-подзолистой почвы в длительном полевом опыте // Земледелие. 2020. № 1. С. 8–11.
4. Гамкало З.Г., Бедерничек Т.Ю. Лабильное органическое вещество почвы как индикатор ее экологического качества в разных условиях землепользования // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2014. Вып. 10. С. 193–200.

5. Груздева Н.А., Котченко С.Г., Еремин Д.И. Динамика содержания и запасов гумуса в агросерых лесных почвах Северного Зауралья // Плодородие. 2017. № 3 (96). С. 16–20.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1985. 416 с.
7. Еремин Д.И. Залежь как средство восстановления содержания и запасов гумуса старопашотных черноземов лесостепной зоны Зауралья // Плодородие. 2014. № 1 (76). С. 24–26.
8. Завьялова Н.Е. Гумусное состояние дерново-подзолистых почв Предуралья при различном землепользовании и длительном применении удобрений и известки: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2007. 45 с.
9. Зорина С.Ю., Соколова Л.Г., Засухина Т.В. Состояние гумуса агросерых почв лесостепи Прибайкалья в условиях техногенного загрязнения // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2014. Т. 16, № 5. С. 81–84.
10. Ивлев А.М. Особенности генезиса и биогеохимии почв Сахалина. М.: Наука, 1977. 143 с.
11. Классификация и диагностика почв России. М.: Ойкумена, 2004. 341 с.
12. Когут Б.М., Яшин М.А., Семенов В.М., Авдеева Т.Н., Маркина Л.Г., Лукин С.М., Тарасов С.И. Распределение трансформированного органического вещества в структурных отдельностях дерново-подзолистой почвы // Почвоведение. 2016. № 1. С. 52–56.
13. Мамонтов В.Г., Родионова Л.П., Бугаев П.Д., Абрамова О.В., Сирадж А. Содержание и состав лабильного органического вещества в дерново-подзолистой почве при внесении низких доз органических удобрений // Изв. ТСХА. 2004. Вып. 2. С. 52–60.
14. Мерзлая Г.Е., Шевцова Л.К. Гумус и органические удобрения как основа плодородия // Плодородие. 2006. № 5 (32). С. 27–29.
15. Полякова Н.В., Платонычева Ю.Н. Легкоразлагаемое органическое вещество как показатель антропогенной эволюции серых лесных почв // Докл. РАСХН. 2007. № 3. С. 28–31.
16. Попов А.И., Русаков А.В., Яковлева В.В., Русакова Е.А. Характеристика качественного состава органического вещества агропочв с помощью окисления дихроматом калия // Ноосферные изменения в почвенном покрове: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию юбилею Ивлева Анатолия Михайловича, Владивосток, 14–22 сент. 2007 г. Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2007. С. 212–217.
17. Попов А.И., Русаков А.В. Хемодеструктивное фракционирование органического вещества почв // Почвоведение. 2016. № 6. С. 663–670.
18. Пуртова Л.Н., Киселева И.В., Бурдуковский М.Л. Состояние гумуса в некоторых типах залежных почв Приморья // Вестн. Сев.-Вост. науч. центра ДВО РАН. 2019. № 2. С. 46–54.
19. Титова В.И., Артемьева З.С., Архангельская А.М. Агрогенная трансформация органического вещества светло-серой лесной легкосуглинистой почвы (по исследованиям в длительном опыте) // Изв. ТСХА. 2013. Вып. 3. С. 18–30.
20. Усенко В.И., Усенко С.В., Литвинцева Т.А. Содержание гумуса в выщелоченном черноземе в зависимости от севооборота, системы обработки почвы и удобрений в лесостепи юга Западной Сибири // Земледелие. 2020. № 6. С. 18–21.
21. Хайдуков К.П., Шевцова Л.К., Коваленко А.А., Милотина А.А. Влияние длительного применения и последствий различных систем удобрения на кислотность, содержание и качественный состав органического вещества почвы // Плодородие. 2014. № 1 (76). С. 30–33.
22. Шевцова Л.К., Романенков В.А. Гумусное состояние почв в современном земледелии и его изменения при длительном применении различных систем удобрения: к 75-летию Всерос. НИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова // Актуальные проблемы агрохимической науки. М.: ВНИИА, 2006. С. 79–91.
23. Шевченко В.А., Соловьев А.М., Попова Н.П. Динамика содержания органического вещества при освоении выбывших из оборота малопродуктивных мелиорированных земель в зависимости от системы удобрения и предшественников // Плодородие. 2019. № 6 (111). С. 6–10.
24. Gregorich E.G., Carter M.H., Angers D.A., Monreal C.M., Ellert B.H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils // Can. Journ. Soil Sci. 1994. Vol. 74. P. 367–385.

Н.А. СЕЛЕЗНЕВА, А.Г. ТИШКОВА, Т.Н. ФЕДОРОВА, Т.А. АСЕЕВА

Влияние антропогенной нагрузки на изменение агробиологических свойств почвы, урожайность и качество зерна яровой пшеницы

Установлено, что при длительном антропогенном воздействии на лугово-бурые почвы происходит снижение почвенного плодородия. При этом применение возрастающих доз минеральных удобрений несколько нивелирует отрицательные изменения агрохимических и биологических свойств почвы. Изменение соотношения почвенных микроорганизмов увеличило коэффициент минерализации и скорость минерализации органического вещества почвы. Отмечено, что минеральные удобрения в период исследования оказывали положительное влияние на качество яровой пшеницы, содержание белка увеличилось в 1,3 раза.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, лугово-бурые почвы, минеральные удобрения, продуктивность, почвенная микрофлора.

The impact of the anthropogenic load on the change in agrobiological properties of the soil, the yield and quality of the spring wheat crop. N.A. SELEZNEVA, A.G. TISHKOVA, T.N. FEDOROVA, T.A. ASEEVA (Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk).

It was found that with long-term anthropogenic effects on meadow-brown soils there is a decrease in soil fertility. In this case, the use of increasing doses of mineral fertilizers somewhat offsets negative changes in agrochemical and biological properties of the soil. Changes in the ratio of soil microorganisms have increased the mineralization rate and the rate of mineralization of soil organic matter. It was noted that mineral fertilizers during the study had a positive effect on the quality of spring wheat, the protein content increased by 1.3 times.

Key words: anthropogenic impact, meadow-brown soils, mineral fertilizers, productivity, soil microflora.

Введение

Выращивание сельскохозяйственных культур в настоящее время предусматривает научно обоснованный подход к выбору системы удобрения, которая является одним из основополагающих факторов повышения урожайности. Использование фиксированных доз минеральных удобрений без учета почвенного плодородия приводит к нарушению оптимального соотношения питательных веществ в почве, что негативно отражается на продуктивности пашни. Почва – невозобновляемый ресурс, который выполняет множество жизненно важных функций, имеющих социально-экономическое и экологическое значение. Поэтому сохранение плодородия почвы является основным

*СЕЛЕЗНЕВА Наталья Александровна – аспирант, ТИШКОВА Анна Геннадьевна – научный сотрудник, ФЕДОРОВА Тамара Николаевна – аспирант, АСЕЕВА Татьяна Александровна – доктор сельскохозяйственных наук (Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровск).

*E-mail: nataliselezneva82@mail.ru

фактором, который следует учитывать при ее интенсивном использовании¹ [2, 9]. Растения и почвенные микроорганизмы тесно связаны круговоротом питательных веществ, изменения физико-химических свойств почвы при антропогенном воздействии могут повлиять на состав и функционирование растительных и микробных сообществ [10]. Почвенные микроорганизмы играют важную роль в почвенных биогеохимических процессах. Они являются критическими факторами, определяющими степень разложения органического вещества почвы, круговорот и доступность минеральных веществ, таких как азот, фосфор и сера, способствующих росту растений. Использование удобрений влияет на разнообразие микроорганизмов – один из наиболее важных показателей здоровья почвы. Различные нормы внесения удобрений и их источники по-разному влияют на здоровье почвы² [7].

Сохранение глобальной продовольственной безопасности требует устойчивого сельскохозяйственного производства. Яровая пшеница – одна из лидирующих в мире, в том числе в России, возделываемых зерновых культур. Значение ее постоянно возрастает, поскольку она представляет собой питательную и экономически выгодную продовольственную культуру [4]. Актуальным остается вопрос увеличения урожайности и повышение качества зерна на малопродуктивных лугово-бурых почвах.

Цель исследования – изучение влияния различных доз минеральных удобрений на агрохимические и биологические свойства почв для сохранения и рационального использования почвенного плодородия и производства качественной сельскохозяйственной продукции. Задачи исследования – определить агрохимические показатели почв при внесении возрастающих доз минеральных удобрений в длительном стационарном опыте; изучить изменения почвенной микрофлоры при усилении антропогенного воздействия; оценить влияние изменения агрохимических и биологических свойств лугово-бурых почв на продуктивность и качество яровой пшеницы.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в 2017–2019 гг. в длительных стационарных опытах, заложенных в 1963–1965 гг. на трех полях полевого севооборота. Объект исследования – лугово-бурые почвы, на которых в течение 55 лет воспроизводятся одни и те же условия, определяемые агротехникой. Перед закладкой опыта в 1963–1965 гг. содержание в них органического вещества (по Тюрину) было 4 %, подвижного фосфора – 1,4–4,2 мг/100 г, обменного калия – 12,5–26,6 мг/100 г, $pH_{(сол)}$ – 4,2–4,6, гидролитическая кислотность – 4,7–6,6 мг-экв/100 г, сумма поглощенных оснований – 13,2–19,8 мг-экв/100г. Индикатор изменений агрохимических свойств почвы – яровая пшеница сорта Хабаровчанка. Сорт интенсивного типа, среднеспелый, среднерослый, продолжительность периода «всходы – созревание» 75–90 сут, содержание белка в зерне 14–16 %.

Схема опыта включала следующие варианты: без удобрений – контроль; последствие известкования, проводившегося в течение 6 ротаций севооборота (32 т/га известковой муки) с доведением общей дозы Са до 2,25 г.к.; известь по 2,25 г.к. – фон; внесение на указанном фоне возрастающих доз минеральных удобрений – $N_{32}P_{32}K_{32}$, $N_{48}P_{48}K_{48}$, $N_{64}P_{64}K_{64}$, $N_{76}P_{76}K_{76}$. Минеральные удобрения вносили ежегодно перед предпосевной культивацией. Площадь делянок 150 м², повторность 4-кратная.

¹ Yang T., Siddique K.H.M., Liu K. Cropping systems in agriculture and their impact on soil health-A review // Global Ecology and Conservation. 2020. Vol. 23. e01118. – <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01118> (дата обращения: 25.01.21).

² Gautam A., Sekaran U., Guzman J., Kovács P., Gonzalez Hernandez J.L., Kumar S. Responses of soil microbial community structure and enzymatic activities to long-term application of mineral fertilizer and beef manure // Environmental and Sustainability Indicators. 2020. Vol. 8. – <https://doi.org/10.1016/j.indic.2020.100073> (дата обращения: 26.01.21).

Образцы почвы отбирали в фазу трубоквания. В почвенных образцах определяли: аммоний – колориметрическим методом с реактивом Несслера; нитратный азот и значения $pH_{(сол.)}$ – потенциометрическим; гидролитическую кислотность – по методу Каппена; фосфор и калий – по методу Кирсанова, обменные основания (кальций, магний) – комплексонометрическим методом; степень насыщенности почв обменными основаниями – расчетным методом; органическое вещество – по Тюрину в модификации ЦИНАО.

Пробы для микробиологического анализа отбирали с соблюдением асептики. Общую численность, а также количественную характеристику основных групп (аммонифицирующих, амилитических) микроорганизмов определяли путем посева на плотные питательные среды с серией последовательных разведений почвенной суспензии согласно действующим методикам [6].

Для учета аммонифицирующих микроорганизмов, разлагающих азотсодержащее органическое вещество почвы, использовали мясептонный агар (МПА) амилитической микрофлоры, способной проводить деструкцию олиго- и полисахаридов, иммобилизацию азота, а также актиномицетов – крахмало-аммиачный агар (КАА). После посева чашки инкубировали в термостате при температуре +27 °С. Подсчет колоний, выросших на МПА, осуществляли на 2–4-е сутки инкубации, на КАА – начиная с 4-х суток по мере разрастания колоний. Пересчет количества колоний в чашках Петри на 1 г почвы (грунта) выполняли по действующей методике [5].

Определение проводили в трехкратной повторности, среднее значение использовали для дальнейшего расчета.

Статистический анализ результатов проводили по методике дисперсионного и корреляционного анализов с использованием стандартных компьютерных программ (Statistica 6.0; Microsoft Office, Excel 2003–2007).

Результаты и обсуждение

Применение возрастающих доз минеральных удобрений оказало значительное влияние на изменение агрохимических свойств почвы (табл. 1). Обменная кислотность возросла в среднем в 1,1 раза, почвы стали менее кислыми, изменения гидролитической кислотности были незначительными.

Таблица 1

Влияние длительного применения удобрений на изменение свойств лугово-бурой почвы

Вариант	$pH_{сол.}$	Hг, мг-экв/100 г почвы	Ca + Mg, мг-экв/100 г почвы	V, %
Контроль (без удобрений)	4,3	4,0	18,9	82,39
Фон + $N_{32}P_{32}K_{32}$	4,7	3,4	22,1	85,57
Фон + $N_{48}P_{48}K_{48}$	4,6	3,7	21,9	85,64
Фон + $N_{64}P_{64}K_{64}$	4,6	4,2	21,0	83,43
Фон + $N_{76}P_{76}K_{76}$	4,7	3,5	22,1	86,18

Увеличение суммы обменных оснований при внесении минеральных удобрений составило в среднем 2,9 мг-экв/100 г, что улучшило степень насыщенности почвы основаниями на 2,8 % в сравнении с контрольным вариантом (без удобрений).

Наблюдали выраженную тенденцию увеличения в почве содержания подвижного фосфора и обменного калия во всех вариантах систематического внесения удобрений. Наибольшее влияние на содержание подвижного фосфора оказали повышенные дозы удобрений ($N_{64}P_{64}K_{64}$, $N_{76}P_{76}K_{76}$), его содержание возросло на 0,9–1,7 мг/100 г в сравнении с контрольным вариантом (табл. 2). Только длительное применение минеральных удобрений в дозе $N_{76}P_{76}K_{76}$ позволило повысить группу по обеспеченности подвижным фосфором.

Таблица 2

**Изменение агрохимических показателей почвы под яровой пшеницей
при длительном применении удобрений**

Варианты	N-NO ₃ +N-NH ₄ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/100 г почвы	K ₂ O, мг/100 г почвы	Органическое вещество, %
Контроль (без удобрений)	5,4	0,9	5,1	2,8
Фон + N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	10,3	1,2	8,1	3,2
Фон + N ₄₈ P ₄₈ K ₄₈	11,2	1,5	9,8	3,4
Фон + N ₆₄ P ₆₄ K ₆₄	11,6	1,8	10,7	3,6
Фон + N ₇₆ P ₇₆ K ₇₆	10,7	2,6	11,0	3,1

Содержание обменного калия зависело от дозы минеральных удобрений и соответственно повышалось с разной степенью интенсивности (табл. 2). В вариантах с применением минеральных удобрений в дозе N₇₆P₇₆K₇₆ отмечены наибольшие положительные изменения в содержании обменного калия (в 2,2 раза) в сравнении с контрольным вариантом.

Наибольший прирост органического вещества был в вариантах с дозами минеральных удобрений N₄₈P₄₈K₄₈, N₆₄P₆₄K₆₄, в сравнении с контрольным вариантом его содержание увеличилось в 1,3 раза. В этих же вариантах наблюдали наибольшее содержание минерального азота, которое увеличилось в среднем на 6,0 мг/кг в сравнении с контролем.

В исследуемых почвах агроценозов количество амилотической микрофлоры больше, чем аммонифицирующей, что оказывает существенное влияние на развитие процессов минерализации органического вещества, которые характеризует величина коэффициента минерализации (табл. 3). В условиях агроценоза слишком большое значение коэффициента минерализации (>3–5) может косвенно свидетельствовать о повышении скорости разложения специфического органического вещества почвы – гумуса.

Таблица 3

Влияние доз минеральных удобрений на коэффициент минерализации в посевах пшеницы

Вариант	Коэффициент минерализации (соотношение КАА/МПА)
Контроль (без удобрений)	1,56
Фон + N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	1,19
Фон + N ₄₈ P ₄₈ K ₄₈	1,18
Фон + N ₆₄ P ₆₄ K ₆₄	1,14
Фон + N ₇₆ P ₇₆ K ₇₆	1,16

Внесение различных доз минеральных удобрений снижает величину данного коэффициента в 0,7 раза по сравнению с контрольным вариантом, что, в свою очередь, может свидетельствовать о замедлении процессов минерализации гумусовых веществ при внесении элементов минерального питания.

Изменение агрохимических показателей почвы влияет на микробный ценоз почвы, который играет важную роль в сохранении устойчивости агроэкосистем и повышении урожайности сельскохозяйственных культур [1, 8]. Корреляционный анализ количества аммонифицирующей и амилотической микрофлоры с агрохимическими показателями за период исследования выявил высокую степень их взаимозависимости (табл. 4). Численность микробиологического пула, как аммонифицирующего, так и амилотического, находилась в сильной и очень сильной прямой зависимости от содержания в почве элементов минерального питания, а также от степени кислотности почвы.

Установлена средняя положительная взаимосвязь численности всех групп микроорганизмов со степенью насыщенности почвы основаниями. Количество амилотиков очень слабо зависит от количества органического вещества почвы, так как основным его источником являются пожнивные остатки, содержащие мало азота, необходимого для

**Корреляционная зависимость между численностью микроорганизмов почвы
и ее агрохимическими показателями**

Количество микроорганизмов	pH сол.	V, %	N-NO ₃ +N-NH ₄ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г	Органическое вещество, %
Аммонифицирующая микрофлора	0,83	0,69	0,83	0,94	0,96	0,54
Амилитическая микрофлора	0,98	0,61	0,61	0,99	0,84	0,28
Общее количество микроорганизмов	0,76	0,66	0,74	0,98	0,92	0,43

построения клеточных стенок данных микроорганизмов. Связь между численностью аммонификаторов и органическим веществом характеризовалась как средняя положительная, так как данная группа микроорганизмов участвует в разложении растительных и животных остатков.

Применение удобрений благоприятно сказалось на урожайности яровой пшеницы (табл. 5). Анализ результатов действия минеральных удобрений на лугово-бурых почвах в среднем за период исследований показал, что наибольшая прибавка урожайности зерна яровой пшеницы получена при внесении минерального удобрения в дозе N₇₆P₇₆K₇₆ (15,3 ц/га, или 194,3 %). Минеральные удобрения в других вариантах повышали урожайность на 5,9–13,5 ц/га в сравнении с контролем.

Таблица 5

**Влияние длительного применения удобрений
на урожайность зерна яровой пшеницы**

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая	
		ц/га	%
Контроль (без удобрений)	7,9	–	–
Фон + N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	13,8	5,9	75,2
Фон + N ₄₈ P ₄₈ K ₄₈	17,6	9,7	123,6
Фон + N ₆₄ P ₆₄ K ₆₄	21,3	13,5	171,3
Фон + N ₇₆ P ₇₆ K ₇₆	23,1	15,3	194,3
НСР ₀₅	3,6		

Качество зерна яровой пшеницы зависит от химического состава растений и соответственно от агрохимического состава почвы. Применение высоких доз минеральных удобрений (N₇₆P₇₆K₇₆) увеличило массу 1000 зерен в 1,2 раза по сравнению с контролем. В вариантах с внесением минеральных удобрений в дозах N₄₈P₄₈K₄₈, N₆₄P₆₄K₆₄ при улучшении азотного питания увеличение массы 1000 зерен составило 2,0 и 2,2 г. соответственно (табл. 6). Наименьшее увеличение массы 1000 зерен было в опыте с минимальной дозой минеральных удобрений.

Таблица 6

**Влияние длительного применения удобрений
на качественные показатели зерна яровой пшеницы**

Вариант	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %			
		Белок	P ₂ O ₅	Ca	Mg
Контроль (без удобрений)	26,4	12,43	0,88	0,14	0,16
Фон + N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	27,6	13,54	0,85	0,14	0,17
Фон + N ₄₈ P ₄₈ K ₄₈	28,4	14,34	0,90	0,15	0,19
Фон + N ₆₄ P ₆₄ K ₆₄	28,6	15,68	0,98	0,13	0,19
Фон + N ₇₆ P ₇₆ K ₇₆	30,5	14,63	0,81	0,12	0,18

Содержание белка в зерне – один из важных критериев его качества. Белок служит структурным каркасом формирования клейковины и определяет пищевую ценность

получаемых продуктов [3]. В процессе исследований наблюдалось снижение качественных показателей яровой пшеницы с увеличением ее урожайности. Наиболее высокие показатели качества за период исследования были в варианте с дозой минеральных удобрений $N_{64}P_{64}K_{64}$: содержание белка в сравнении с контрольным вариантом повысилось в 1,3 раза. В вариантах с дозами удобрений $N_{32}P_{32}K_{32}$, $N_{48}P_{48}K_{48}$ содержание белка увеличилось в 1,1–1,2 раза, изменение минеральных элементов было незначительным.

Заключение

В стационарном опыте на лугово-бурой почве Хабаровского района установлено, что длительное антропогенное воздействие привело к ухудшению ее плодородия, снизило содержание органического вещества и минерального азота, а также суммы поглощенных оснований.

Применение минеральных удобрений несколько уменьшило негативное влияние антропогенного воздействия на агрохимические свойства почвы, способствовало поддержанию в ней количества органического вещества и минерального азота. Внесение минеральных удобрений повысило содержание подвижных фосфатов на 33,3–189 %. При систематическом внесении минеральных удобрений положительные изменения отмечены в содержании обменных форм калия, содержание которого возросло в 1,6–2,2 раза. В исследуемых почвах агроценозов количество амилитической микрофлоры больше, чем аммонифицирующей, что оказывает существенное влияние на развитие процессов минерализации органического вещества и может косвенно свидетельствовать о повышении скорости разложения гумуса. Изменения агрохимических свойств почвы при длительном антропогенном воздействии повлияли на продуктивность и качество яровой пшеницы. Максимальный урожай (23,1 ц/га) и прибавка (15,3 ц/га) зерна яровой пшеницы получены при применении минеральных удобрений в дозе $N_{76}P_{76}K_{76}$, при этом высокие показатели содержания белка и минеральных компонентов получены при внесении удобрения $N_{64}P_{64}K_{64}$ (15,68 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Глушень Е.М., Дубойский М.В. Микробиологическая активность почв как показатель экологического состояния агроценозов // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. Минск: Изд. дом «Белорусская наука», 2018. С. 448–457.
2. Ерёмин Д.И. Влияние длительного использования органоминеральной системы удобрения зернового севооборота на динамику подвижного калия чернозема выщелоченного // Плодородие. 2013. № 2. С. 28–31.
3. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). М.: Агрорус, 2004. 1109 с.
4. Рафальская В.А., Радикорская В.А., Тимошенко Э.В. Действие биопрепаратов на урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы // Дальневост. аграр. вестн. 2010. № 1 (13). С. 11–13.
5. Терещенко Н.Н., Акимова Е.Е., Минаева О.М. Практикум по микробиологии для оценки плодородия почвы и качества грунтов: учебно-метод. пособие для студентов биол. специальностей. Томск: ТГУ, 2011. 96 с.
6. Титова В.И., Козлов А.В. Методы оценки функционирования микробноценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества: науч.-метод. пособие / Нижегородская с.-х. акад. Нижний Новгород, 2012. 64 с.
7. Basu S., Kumar G., Chhabra S., Prasad R. New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering // Phytomicrobiome for Sustainable Agriculture. 2020. P. 149–157.
8. García-Delgado C., Barba-Vicente V., Marín-Benito J.M., Igual J.M., Sánchez-Martín M.J., Rodríguez-Cruz M.S. Influence of different agricultural management practices on soil microbial community over dissipation time of two herbicides // Science of the Total Environment. 2019. Vol. 646. P. 1478–1488.
9. Rodríguez-Cruz M.S., Pose-Juan E., Marín-Benito J.M., Igual J. M., Sánchez-Martín M.J. Pethoxamid dissipation and microbial activity and structure in an agricultural soil: Effect of herbicide rate and organic residues // Applied Soil Ecology. 2019. Vol. 140. P. 135–143.
10. Yuan X., Niu D., Weber-Grullon L., Fu H. Nitrogen deposition enhances plant-microbe interactions in a semi-arid grassland: The role of soil physicochemical properties // Geoderma. 2020. Vol. 375. P. 3688–3697.

В.А. ЧУВИЛИНА, О.С. ПАРХАТОВА

Влияние сроков посева на кормовую и зерновую продуктивность ячменя в условиях острова Сахалин

Определены оптимальные сроки посева ячменя ярового в условиях муссонного климата о-ва Сахалин. Наибольший выход с 1 га зеленой массы (41,7–47,7 т), сухого вещества (8,3–8,8 т), кормовых единиц (6,9–7,2 т), сырого протеина (0,69–0,74 т), зерна (53,9–64,3 ц), а также показатель обменной энергии (68,2–71,9 ГДж) обеспечили майские сроки посева – II и III декады. Наилучшие показатели развития растений при формировании зерна (высота, суточный прирост, количество продуктивных стеблей, масса 1000 зерен) также наблюдались при посеве в ранние (майские) сроки.

Ключевые слова: ячмень яровой, сроки посева, кормовая продуктивность, зерно, муссонный климат, Сахалин.

Influence of sowing dates on forage and grain productivity of barley under conditions of the Sakhalin Island.
V.A. CHUVILINA, O.S. PARKHATOVA (Sakhalin Research Institute of Agriculture, Yuzhno-Sakhalinsk).

The optimal terms of sowing spring barley in the monsoon climate of the Sakhalin Island have been determined. The highest yield per hectare of green mass (41.7–47.7 t), dry matter (8.3–8.8 t), feed units (6.9–7.2 t), crude protein (0.69–0.74 t), grain (53.9–64.3 h) and exchange energy (68.2–71.9 GJ) provided the May sowing dates – II and III decades. The best indicators of plant development during grain formation (height, daily growth, number of productive stems, weight of 1000 grains) were also formed during sowing at an early date.

Key words: spring barley, sowing time, forage productivity, grain, monsoon climate, Sakhalin.

Введение

В России по площади возделывания зерновых культур ячмень занимает 2-е место после пшеницы. Ячмень выращивается практически во всех почвенно-климатических зонах – от Заполярья до южных границ России. В 2019 г., по данным Росстата, посевные площади ячменя составили 8,79 млн га, в том числе ярового – 8,16 млн га (<https://ab-centre.ru/news/yachmen-ploschadi-sbory-i-urozhaynost-v-2001-2019-gg>). Это в 13 раз больше площади, занятой озимым ячменем, что объясняется недостаточной морозоустойчивостью этой формы. На долю Дальневосточного федерального округа приходится всего лишь 56,8 тыс. га, т.е. 0,6 % всех посевов этой культуры. В Сахалинской области в 2019 г. яровой ячмень возделывали на площади 1,6 тыс. га с целью заготовки зерносеянки для использования в зимнестойловый период содержания крупного рогатого скота.

Ячмень – культура разностороннего использования: идет на корм сельскохозяйственным животным, на продовольственные и технические цели. В настоящее время селекция сортов ячменя направлена не только на их устойчивость к неблагоприятным факторам

*ЧУВИЛИНА Вера Алексеевна – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, ПАРХАТОВА Олеся Сергеевна – младший научный сотрудник (Сахалинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Южно-Сахалинск). *E-mail: solovushka.06@mail.ru

среды, но и на улучшение технологии возделывания и кормовых свойств зеленой массы, на повышение питательности зерна [13]. Для высокопродуктивного мясного и молочно-животноводства создают специальные кормовые сорта с повышенной протеиновой и энергетической ценностью [3].

Яровой ячмень является одной из основных зернофуражных культур [4], скороспелость и экологическая пластичность которой делают ее достаточно надежной в условиях экстремального земледелия (ограниченности вегетационного периода, резкой смены дневных и ночных температур в начале и конце полевое сезона, недостатка тепла и избыточной влажности в период налива зерна и др.) [5, 9, 15].

Продолжительность вегетационного периода ярового ячменя может колебаться в пределах 65–95 дней в зависимости от сорта и теплообеспеченности в регионе. По сравнению с пшеницей и овсом он созревает на 10–15 дней раньше. В условиях Сахалинской области созревание ярового ячменя происходит в августе–сентябре в зависимости от срока посева.

Зерно ячменя используют преимущественно для приготовления концентрированных кормов. Известно, что максимальное содержание питательных веществ достигается при восковой спелости зерна [14, 16]. Однако в последнее время в регионах с коротким вегетационным периодом и повышенной влажностью зерновые, в том числе ячмень, на кормовые цели убирают до наступления полного созревания зерна. При достижении фазы молочной и молочно-восковой спелости зерно плющат и консервируют [5] либо готовят зерносенаж, осуществляя безобмолотную уборку всей вегетативной массы и ее измельчение [7, 11]. При такой технологии упрощается процесс уборки: скошенную массу не надо провяливать, исключаются дорогостоящие операции по очистке зерна, его досушиванию, уборке соломы, подготовке к скармливанию отдельно соломы и зерна [6, 8].

В системе мероприятий по повышению урожайности зерновых культур, в том числе ячменя, важное значение имеет внедрение в сельскохозяйственное производство новых сортов, способных формировать высокие урожаи при хорошем качестве семян. Но учитывая большое влияние метеорологических условий на уровень продуктивности ячменя, немаловажную роль играют и технологические приемы, прежде всего выбор оптимальных сроков сева [5, 9, 12].

С позиций адаптивного растениеводства экологическая пластичность и потенциал ячменя как ценной кормовой культуры недостаточно изучены, а рекомендации по возделыванию ярового ячменя в условиях муссонного климата Сахалина вообще отсутствуют.

Цель нашего исследования – определить оптимальный срок посева ярового ячменя, обеспечивающий формирование высокого урожая качественных семян в условиях муссонного климата Сахалина.

Условия и методика исследований

Изучение влияния сроков посева на кормовую и зерновую продуктивность ячменя проводилось в 2018–2020 гг. с использованием сорта Красноярский 80, выделенного в предварительном агроэкологическом испытании в качестве наиболее перспективного для островного кормопроизводства.

Исследования осуществляли на опытном участке ФГБНУ «Сахалинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (СахНИИСХ) в соответствии с методикой полевого опыта Б.А. Доспехова [2]. Почва опытного участка лугово-дерновая среднесуглинистая старопашотная среднекислая (рН 5,2–5,3, гидролитическая кислотность 5,6–7,5 мг-экв), со средним содержанием минеральных форм азота (в сумме 30–48 мг), высоким фосфора (620–1320 мг) и калия (230–290 мг) на 1 кг почвы.

Изучали четыре срока посева – II и III декады мая, I и II декады июня (через 7–10 дней), два срока уборки – в фазу колошения (на зеленый корм) и фазу восковой спелости (на зерно).

Площадь делянки – 5 м². Повторность трехкратная. Расположение делянок рендомизированное. Норма высева 220 кг/га.

Приемы возделывания зерновых культур соответствуют технологиям, разработанным в СахНИИСХ [10]. Основные этапы обработки почвы под яровые зерновые включали зябь, весеннюю вспашку, внесение удобрений, предпосевную культивацию. Перед посевом вносили комплексные минеральные удобрения (диаммофоску) общим фоном в количестве 300 кг/га.

Средне многолетняя сумма активных температур для района исследований – 1800 °С. Часто происходят резкие колебания температуры в течение суток (до 20 °С), изменения температуры от одного дня к другому нередко составляют 10–12 °С. Для летних месяцев характерна высокая относительная влажность воздуха – 90–100 % [1].

Гидротермические показатели вегетационных периодов в 2018–2020 гг. имели определенные отклонения от среднее многолетних значений. Сумма положительных температур с апреля по октябрь была выше нормативных значений и достигала 2215,6–2265,7 °С в разные годы. Среднемесячные температуры практически на протяжении всего периода вегетации были выше нормы на 0,1–5,3 °С, за исключением августа и сентября, когда наблюдалось незначительное отклонение (на 0,7–0,9 °С) в сторону понижения.

Гидрологический режим был разнообразным. В 2018 г. недостаток влаги ощущался в период интенсивного роста и созревания семян (в июле–сентябре): отклонение от среднее многолетних значений составило 7,9–55,7 мм в зависимости от месяца. В последующие годы недостаточным увлажнением отличалась первая половина вегетации (с мая по июль включительно): в 2019 г. – на 31,2–54,8 %, в 2020 г. – на 16,1–48,9 % ниже нормы. Исключением были август и октябрь 2020 г., в течение которых количество выпавших осадков в 1,5 и 2,2 раза соответственно превысило среднее многолетние показатели.

Несмотря на колебания, гидротермические факторы в период вегетации (май–сентябрь) были удовлетворительными для роста и развития ячменя и позволили сформировать не только высокую кормовую продуктивность, но и зерно хорошего качества.

Результаты исследований

Наступление очередных фаз онтогенеза ячменя напрямую зависело от гидротермических характеристик в период роста и развития растений в год исследований.

При посеве ячменя во II и III декады мая полные всходы отмечены на 10–11-й, в I и II декады июня – на 7–9-й день после посева. Период от всходов до фазы колошения также сокращался от первого срока посева к последнему на 1–7 дней (табл. 1).

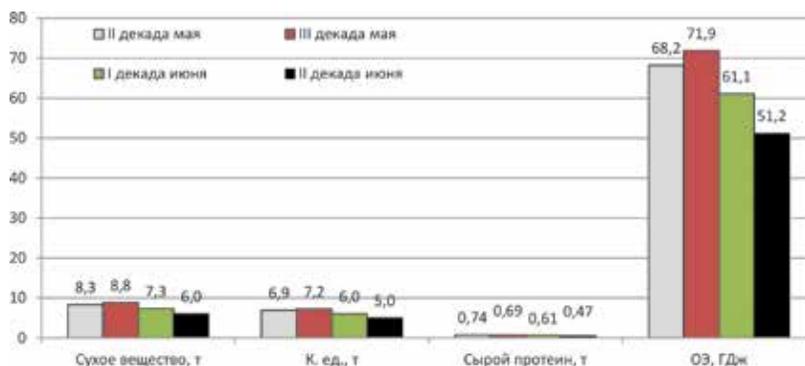
Таблица 1

Влияние сроков посева на показатели развития ячменя в фазу колошения (среднее за 2018–2020 гг.)

Срок посева	Период всходы–колошение, дней	Высота растений, см	Суточный прирост, см	Облиственность, %	Выход зеленой массы, т/га
II декада мая	58	100,5	1,73	53,7	47,7
III декада мая	57	97,2	1,69	54,9	41,7
I декада июня	55	101,0	1,85	53,5	37,2
II декада июня	51	92,3	1,82	53,9	29,3
НСР ₀₅	–	–	–	–	14,4

При посеве ячменя во II декаду июня высота растений в фазе колошения была наименьшей (на 4,9–8,7 см ниже, чем при более ранних сроках посева), что в наибольшей степени определило урожайность зеленой массы. Разница между максимальными и минимальными показателями облиственности и суточного прироста растений в зависимости от срока посева были незначительными – соответственно 1,4 % и 0,16 см в сутки.

Майские сроки посева ячменя обеспечили наибольший выход с 1 га зеленой массы (табл. 1), сухого вещества (СВ), кормовых единиц (к. е.), сырого протеина и высокий показатель обменной энергии (ОЭ) (см. рисунок). При июньских сроках посева выход зеленой массы оказался ниже на 4,5–18,4 т, сухого вещества – на 1,0–2,8 т, к. е. – на 0,9–2,2 т, сырого протеина – на 0,08–0,27 т, ОЭ – на 7,1–20,7 ГДж в расчете на 1 га.



Влияние сроков посева на кормовую продуктивность ячменя в расчете на 1 га (среднее за 2018–2020 гг.)

Энергетическая и протеиновая питательность кормовой массы ячменя зависела от срока посева (табл. 2). Максимальное значение обменной энергии (8,76 МДж) и кормовых единиц (0,86) в 1 кг сухого вещества (СВ) корма, а также сырого протеина в 1 к. е. (107 г) получено при самом раннем сроке посева – во II декаду мая.

Таблица 2

Влияние сроков посева на энергетическую и протеиновую питательность ячменя в фазу колошения (среднее за 2018–2020 гг.)

Срок посева	Содержание к. е. в 1 кг СВ	ОЭ, МДж на 1 кг СВ	Содержание сырого протеина, г/к. е.
II декада мая	0,86	8,76	107
III декада мая	0,83	8,40	94
I декада июня	0,82	8,57	99
II декада июня	0,82	8,57	95

В среднем в годы исследований на формирование полноценного зерна ячменя потребовалось 95–97 дней. Наблюдалась четкая закономерность снижения показателей развития растений ячменя в фазу созревания от ранних (майских) к более поздним (июньским)

Таблица 3

Влияние сроков посева на показатели развития ячменя в фазу созревания зерна (среднее за 2018–2020 гг.)

Срок посева	Период всходы–созревание, дней	Высота растений, см	Суточный прирост, см	Кол-во продуктивных стеблей, шт./м ²	Урожайность зерна, ц/га	Масса 1000 шт., г
II декада мая	96	107,7	1,12	1041	64,3	39,80
III декада мая	97	100,6	1,04	1094	53,9	36,86
I декада июня	96	94,7	0,99	950	52,2	36,59
II декада июня	95	88,6	0,60	854	43,4	35,91
НСР ₀₅	–	–	–	–	9,5	–

срокам посева: высоты растения – на 7,1–19,1 см, суточного прироста – на 0,08–0,52 см/сут, количества продуктивных стеблей – на 91–187 шт./м², массы 1000 зерен – на 0,27–3,89 г. В конечном итоге выход зерна с единицы площади сократился на 10,4–20,9 ц/га (табл. 3).

Заклучение

В условиях муссонного климата Сахалина ранние сроки посева (II и III декады мая) являются наиболее оптимальными для получения высокопродуктивной кормовой массы и качественного зерна ярового ячменя. По сравнению с июньскими сроками посева выход зеленой массы, сухого вещества, кормовых единиц, сырого протеина с 1 га и показатель обменной энергии оказались выше на 10,4–38,6 %, а урожайность – на 3,2–32,5 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматические ресурсы Сахалинской области. Л.: Гидрометеоздат, 1973. 104 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
3. Зубкович А.А., Гриб С.И. Современное состояние и приоритетные направления селекции ячменя для условий Республики Беларусь // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Минск: НВЦ Минфина, 2017. С. 220–223.
4. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Зернофураж в России: настоящее и будущее // Зерновое хоз-во России. 2011. № 5. С. 5–9.
5. Ламажап Р.Р., Липшин А.Г. Влияние климатических условий на урожайность ярового ячменя в Республике Тыва // Вестн. КрасГАУ. 2016. № 12. С. 13–19.
6. Перекопский А.Н., Баранов Л.Н., Тихонравов В.С. Опыт плющения и консервирования влажного фуражного зерна в Ленинградской области. М.: Росинформагротех, 2006. 64 с.
7. Попов В.В. О так называемом зерносенаже // Ветеринарный консультант. 2006. № 21 (136). С. 23–25.
8. Седюк И.Е. Качество зерносенажа и эффективность его использования в зависимости от параметров технологии заготовки: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Харьков, 1992. 23 с.
9. Сидоров А.В., Нешумаева Н.А., Якубышкина Л.И. Создание сортов ярового ячменя для использования на кормовые цели // Вестн. КрасГАУ. 2016. № 2. С. 148–152.
10. Система земледелия Сахалинской области. Воронеж: Ковчег, 2017. 396 с.
11. Скоробогатых Н.Н. Использование грубых кормов из целых растений фуражных культур при откорме крупного рогатого скота: обзорная информация. М., 1979. 56 с.
12. Смолин Н.В., Лапина В.В., Потапова Н.В., Мурашов А.В., Елчев О.А. Роль сроков посева в повышении урожайности ярового ячменя // Аграр. науч. журн. 2017. № 1. С. 29–34.
13. Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Донцов Д.П., Терновая Е.А., Витковская А.С., Дорошенко Э.С. Скрининг сортов ярового ячменя, различных по эколого-географическому происхождению // Зерновое хоз-во России. 2017. № 5. С. 43–51.
14. Эрнст Л.К., Боярский Л.Г., Зельнер В.Р. Производство и использование зерноотравяных кормосмесей из зернофуражных культур в промышленном скотоводстве: обзорная информация. М., 1976. 70 с.
15. Юсова О.А., Николаев П.Н. Оценка перспективных источников повышенной продуктивности и качества зерна в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестн. КрасГАУ. 2016. № 12. С. 26–32.
16. Larson K.N., Carter J.F. Harvesting cereals for forage in North Dakota // Farm. Res. 1970. N 27. P. 11–12.

С.С. ДИКУНИНА, Н.Н. ШУЛЬГА,
Е.П. КОТЕЛЬНИКОВА, Т.В. МИЛЛЕР

Сравнительная антибактериальная эффективность настойки чаги березовой и препарата Бифунгин

*Изучали сравнительную антибактериальную эффективность настойки чаги березовой и препарата Бифунгин. В экспериментах использовали указанный препарат, настойку чаги и полевые культуры микроорганизмов кишечной группы, изолированных от больных диареей телят (*Citrobacter diversus*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*). В результате установили, что препарат Бифунгин и настойка чаги задерживают рост тест-культур полевых вирулентных штаммов возбудителей *Citrobacter diversus*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* на искусственной питательной среде МПА.*

Ключевые слова: чага, Бифунгин, тест-культуры, задержка роста, антибактериальная активность.

Comparative antibacterial efficiency of the birch fungus tincture and the Befungin drug. S.S. DIKUNINA, N.N. SHULGA, E.P. KOTELNIKOVA, T.V. MILLER (Far East Zone Research Veterinary Institute, Blagoveshchensk).

*We studied the comparative antibacterial efficacy of the birch fungus tincture and the Befungin drug. In the experiments, the official drug Befungin, birch fungus tincture and 6 field cultures of microorganisms of the intestinal group of calves isolated from patients with diarrhea (*Citrobacter diversus*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*) were used. As a result, it was found that the Befungin drug and the birch fungus tincture retard the growth of testing cultures of the field virulent strains of pathogens: *Citrobacter diversus*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* on artificial nutrient medium of the beef-extract agar.*

Key words: birch fungi, Befungin, testing cultures, growth retardation, antibacterial activity.

Чага, или березовый гриб (*Fungus betulinus*), в народной медицине известная под названиями «черный березовый гриб» или «березовая губа», – старинное излюбленное средство народов северных и средних районов России для профилактики и лечения желудочно-кишечных заболеваний. По преданию, русский князь Владимир Мономах избавился от рака губы благодаря березовому грибу [3]. Чагой в сочетании с другими растениями лечили язву желудка и двенадцатиперстной кишки. Чагу использовали также при болезнях печени и желчных протоков, заболеваниях мочевыделительной системы и женской половой сферы, нервных расстройствах и сердечно-сосудистых заболеваниях. В полевых условиях, в лесу пьют чай из чаги при расстройствах желудка, тяжести и болях в кишечнике. Популярен чай из чаги у охотников и лесников. Он утоляет голод, снимает усталость, бодрит и улучшает общее самочувствие и повышает работоспособность. Чагу

*ДИКУНИНА Светлана Сергеевна – научный сотрудник, ШУЛЬГА Николай Николаевич – доктор ветеринарных наук, КОТЕЛЬНИКОВА Елена Петровна – младший научный сотрудник, МИЛЛЕР Татьяна Викторовна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник (Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, Благовещенск). *E-mail: dalznivilabvirus@mail.ru

используют как общеукрепляющее средство, для повышения общего тонуса организма. Настоями чаги лечат пародонтоз, экзему, дерматит, псориаз. Ссадины, порезы присыпают порошком чаги, чтобы прекратить нагноение раны¹ [2].

Бефунгин – лекарственная форма, раствор, предназначенный для приема внутрь, содержащий чагу 1000 г; кобальт хлористый гексагидрат 1,76 г; этанол (спирт этиловый) 101,55 г; воду очищенную до получения 1 л препарата. Регистрационный номер ЛСР-004202/08. Фармакологическая группа: общеукрепляющее средство растительного происхождения; код АТХ [A13A].

Фармакологические свойства. Действие препарата определяется эффектом входящих в его состав биологически активных веществ (полисахаридов, гуминоподобной чаговой кислоты, органических кислот, микроэлементов, в том числе марганца и кобальта, стероидных и других соединений). Препарат регулирует метаболические процессы, способствует повышению общей резистентности организма, уменьшает потоотделение, нормализует функцию кишечника, устраняет диспепсические явления, оказывает общетонизирующее действие.

Показания к применению. Применяют в комплексной терапии при хронических гастритах, дискинезиях желудочно-кишечного тракта с явлениями атонии, при язвенной болезни желудка вне обострения, а также в качестве симптоматического средства, улучшающего общее состояние онкологических больных² [1].

В связи с тем что в доступной литературе не удалось обнаружить данных относительно антибактериальной активности чаги, цель работы – изучить антибактериальную эффективность настойки чаги и препарата Бефунгин в сравнительном аспекте.

Материалы и методы исследования

В экспериментах использовали официальный препарат Бефунгин, произведенный ОАО «Татхимфармпрепараты» (Россия) и 10%-ю настойку чаги, полученную следующим образом: измельченную до порошка массу чаги березовой в количестве 10 г заливали водно-спиртовой смесью (1 : 1) в количестве 100 мл; смесь настаивали в течение 3 недель, затем фильтровали, фильтрат использовали в опытах.

Также для эксперимента брали 6 полевых культур микроорганизмов кишечной группы, изолированных от больных диареей телят (*Citrobacter diversus*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*) [4, 5].

Суточные культуры, выращенные на питательном агаре, смывали стерильным физиологическим раствором. Бактериальный смыв доводили до плотности соответствующей 0,5 по стандарту мутности МакФарланда (соответствует примерно $1,5 \times 10^8$ КОЕ/мл). Бактериальную суспензию засеивали газоном на поверхность чашки Петри с мясопептонным агаром (МПА) в объеме 1–2 мл, равномерно распределяли по поверхности чашки путем покачивания, избыток культуры удаляли пипеткой. После этого чашки Петри подсушивали при комнатной температуре в течение 15 мин, затем накладывали бумажные диски диаметром 6 мм, предварительно смоченные настойкой чаги и препаратом Бефунгин (раздельно). Инкубацию посевов проводили при $t = 370 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 24 ч. По окончании инкубации оценивали задержку роста микроорганизмов, определяли среднее арифметическое значение экспериментальных данных и отклонение от него (среднюю ошибку), вычисляли достоверность различия результатов и фотографировали результаты посевов. Эксперименты проводили в трех повторностях.

¹ Шашкина М.Я., Шашкин П.Н., Сергеев А.В. // Исследования чаги. Целебные свойства чаги / ГУ РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН, Москва. – <https://biochaga.ru/issledovaniya-chagi> (дата обращения: 22.07.2020).

² Саакян К.Р., Ващенко К.Ф., Дармрграф Р.С. Чага (черный березовый гриб) / Львовский государственный медицинский университет им. Д. Галицкого. – <https://provisor.com.ua/archive/2004/N16> (дата обращения: 10.02.2020).

Результаты исследования

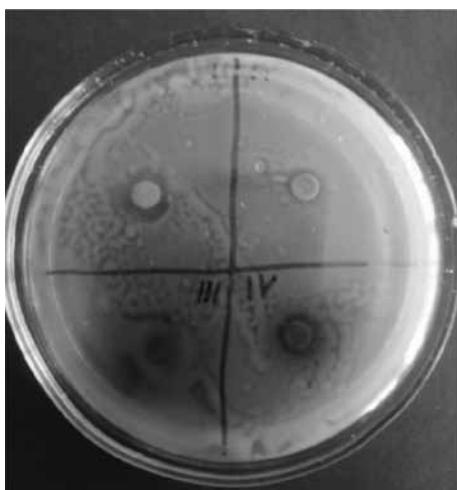
В результате экспериментов установлено, что настойка чаги и препарат Бефунгин задерживают рост МПА полевых вирулентных штаммов возбудителей *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* на искусственной питательной среде (см. рисунок, таблицу).

Задержка роста тест-культуры *Escherichia coli* при использовании настойки чаги составила 8 мм в диаметре, тест-культуры *Pseudomon*

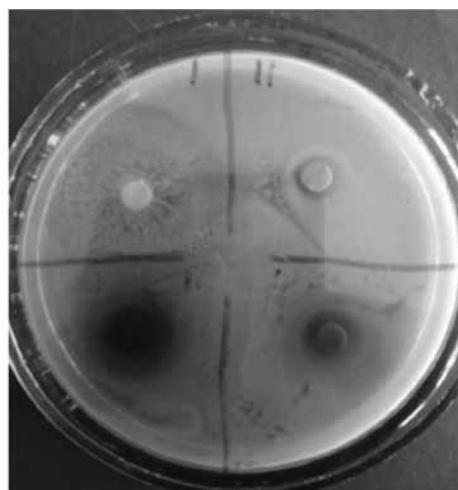
Задержка роста тест-культур микроорганизмов с помощью настойки чаги и препарата Бефунгин

Тест-культуры	Задержка роста, мм	
	Настойка чаги	Бефунгин
<i>Escherichia coli</i>	8	9
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	11	8
<i>Citrobacter diversus</i>	11	9
<i>Enterobacter cloacae</i>	12	10
<i>Proteus mirabilis</i>	11	9
<i>Proteus vulgaris</i>	12	9
$M \pm m$	$10,8 \pm 0,5$	$9,0 \pm 0,2$

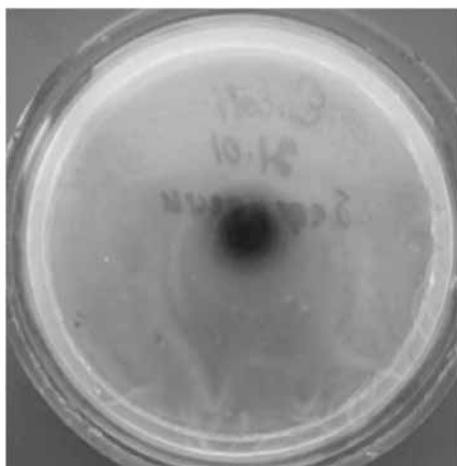
Примечание. $P < 0,01$.



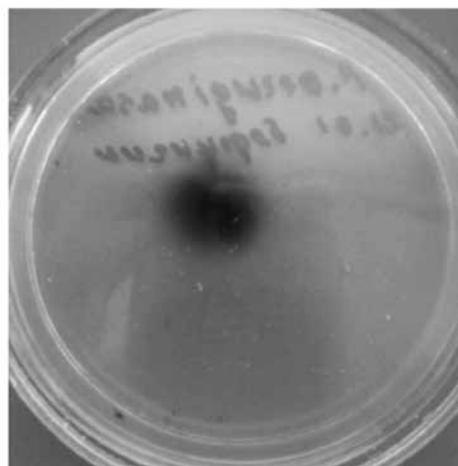
а



б



в



г

Задержка роста тест-культуры *Escherichia coli* (а) и тест-культуры *Pseudomonas aeruginosa* (б) настойкой чаги (IV), тест-культуры *Escherichia coli* (в) и тест-культуры *Pseudomonas aeruginosa* (г) – препаратом Бефунгин

asaeruginosa – 11 мм в диаметре (см. рисунок, а, б). Задержка роста тест культуры Escherichia coli с помощью препарата Бефунгин составила 9 мм в диаметре, тест-культуры Pseudomonas aeruginosa – 8 мм в диаметре (см. рисунок, в, г).

В соответствии с данными таблицы, настойка чаги более эффективно задерживала рост тест-культур Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, Citrobacter diversus, Proteus mirabilis, Proteus vulgaris. В среднем задержка роста тест-культур в диаметре составила $10,8 \pm 0,5$ мм. Препарат Бефунгин показал более высокую задержку роста, чем настойка чаги, только в опыте с Escherichia coli. В среднем диаметр задержки роста составил $9,0 \pm 0,2$ мм. Дальнейшие расчеты показали полную достоверность различия полученных данных ($p < 0,01$). Антибактериальная активность настойки чаги достоверно выше, чем препарата Бефунгин.

Заключение

Проведенные эксперименты наглядно показали возможность применения настойки чаги и препарата Бефунгин в качестве лечебных препаратов при кишечных заболеваниях, в патогенезе которых принимают участие патогенные микроорганизмы Citrobacter diversus, Enterobacter cloacae, Escherichia coli, Proteus mirabilis, Proteus vulgaris, Pseudomonas aeruginosa. При этом настойка чаги предпочтительнее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жукович Е.Н., Семенова М.Ю., Шарикова Л.А., Прибыткова Т.Ф. К вопросу о стандартизации препаратов «Чаги настойка» и «Бефунгин» // Хим.-фармацевт. журн. 2010. Т. 44, № 3. С. 35–37.
2. Кароматов И.Дж., Муродова М.М. Чага, березовый гриб // Биология и интегративная медицина. 2017. № 2. С. 164–179.
3. Миронов В.А. Грибы против грибов // Спортивная жизнь России. 1997. № 12. 15 с.
4. Определитель бактерий Берджи: в 2-х т. / Дж. Хоулд, Н. Криг, П. Снит, Дж. Стелми, С.М. Уилльямс. М.: Мир, 1997. 432 с.
5. Сидоров М.А., Скородумов Д.И., Федотов В.Б. Определитель зоопатогенных микроорганизмов: справочник / ред. М.А. Сидоров. М.: Колос, 1995. 318 с.

Г.А. БОНДАРЕНКО, И.А. СОЛОВЬЕВА, Т.И. ТРУХИНА, Д.А. ИВАНОВ

Трихинеллез в природных условиях Амурской области

Трихинеллез в Амурской области представляет собой природно-очаговую инфекцию. В настоящее время возбудитель трихинеллеза в природных условиях Амурской области выявлен у 7 видов диких животных: рысь, барсук, лисица обыкновенная, волк, енотовидная собака, кабан дикий и колонок. Для проведения мониторинговых мероприятий по трихинеллезу можно рекомендовать волка и лисицу обыкновенную как индикаторные виды на территории Амурской области. Роль мышевидных грызунов как источника инвазии для диких животных в условиях Амурской области не выявлена.

Ключевые слова: трихинеллез, дикие животные, мышевидные грызуны, мышечная ткань, Амурская область.

Trichinosis in the natural conditions of the Amur Region. G.A. BONDARENKO, I.A. SOLOVYEVA, T.I. TRUKHINA, D.A. IVANOV (Far East Zone Research Veterinary Institute, Blagoveshchensk).

Trichinosis in the Amur Region is an infectious disease with natural foci. Currently, the causative agent of trichinosis in the natural conditions of the Amur Region has been identified in 7 species of wild animals: lynx, badger, red fox, wolf, raccoon dog, wild boar and Siberian weasel. For monitoring activities on trichinosis, the wolf and red fox can be recommended as indicator species in the Amur Region. The role of mouse-like rodents as a source of invasion for wild animals under the conditions of the Amur Region has not been identified.

Key words: trichinosis, wild animals, mouse-like rodents, muscle tissue, Amur Region.

Трихинеллез – одно из наиболее опасных и распространенных в мире, остро или хронически протекающее заболевание человека и животных, вызываемое круглыми червями – нематодами из рода *Trichinella* [7]. Согласно рейтингу риска заражения пищевыми паразитами, который был опубликован в 2014 г. Всемирной организацией здравоохранения и Продовольственной сельскохозяйственной организацией ООН, трихинеллез занимает 7-е место [5]. В Российской Федерации отмечена постоянная заболеваемость населения и животных трихинеллезом [8], и Амурская область не является исключением – ежегодно регистрируются случаи заболевания среди населения [2, 4]. Известно, что на территории Дальнего Востока восприимчивы к возбудителю трихинеллеза 3 вида домашних и 24 вида диких животных [9]. В Приамурье носителями инфекции в настоящее время, как правило, являются дикие животные, реже сельскохозяйственные (свиньи) и домашние (собаки) [1], источником заражения человека служит мясо диких животных (медведь, барсук, кабан и др.) и собак [3].

Эффективное планирование противотрихинеллезных мероприятий должно основываться на оперативных данных эпизоотологического и эпидемиологического мониторинга. С учетом циркуляции возбудителя в природных и синантропных биоценозах

*БОНДАРЕНКО Галина Анатольевна – научный сотрудник, СОЛОВЬЕВА Ирина Александровна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ТРУХИНА Тамара Ивановна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ИВАНОВ Денис Александрович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, Благовещенск). *E-mail: galy78@yandex.ru

представляется важным включение в систему мониторинга данных по результатам экспертизы туш животных, отстреленных на охоте (медведи, кабаны, лисы, енотовидные собаки и др.) на конкретной административной территории [10]. Актуальным остается вопрос выявления видов диких животных, зараженных личинками трихинелл, в природных условиях Амурской области, что является целью данной работы.

Материалы и методы исследований

Работа выполнена на базе отдела паразитологии и зооэкологии Дальневосточного зонального научно-исследовательского ветеринарного института (г. Благовещенск). Материалом для исследования была мышечная ткань спонтанно инвазированных диких животных, предоставленных охотниками. Определяли инвазированных личинками трихинелл животных методом компрессорной трихинеллоскопии и перевариванием мышечной ткани в искусственном желудочном соке согласно МУК 4.2.2747-10¹.

Оценку качественных и количественных показателей зараженности личинками трихинелл мышечной ткани хозяев проводили с использованием показателей экстенсивности (ЭИ) и интенсивности (ИИ, число личинок в 1 г ткани) инвазии. Полученные данные были подвергнуты математической и статистической обработке общепринятыми методами с использованием стандартной компьютерной программы Microsoft Office Excel 2010.

Результаты

В течение 2016–2020 гг. было исследовано 996 экземпляров разных видов диких животных с территории Амурской области, выявлено 74 экз. диких животных, принадлежащих к 7 видам (волк, лисица обыкновенная, рысь, барсук, енотовидная собака, кабан дикий и колонок), зараженных личинками трихинелл (см. таблицу). Инвазированные животные были добыты в 12 из 17 районов Амурской области (Архаринский, Благовещенский, Бурейский, Завитинский, Ивановский, Магдагачинский, Мазановский, Михайловский, Тамбовский, Ромненский, Серышевский и Шимановский).

Результаты исследований диких животных на наличие возбудителя трихинеллеза в 2016–2020 гг. на территории Амурской области

Вид животного	Исследовано, экз.	Заражено, экз.	ЭИ, %	ИИ, лич./г ± m
Барсук	33	6	18,2	27,5 ± 5,25*
Белка	5	0	0	0
Белка-летяга	1	0	0	0
Бурузубка	239	0	0	0
Бурундук	1	0	0	0
Волк	21	16	76,2	20,3 ± 4,50**
Енотовидная собака	1	1	100,0	208
Кабан дикий	120	1	0,8	6
Колонки	20	1	5,0	18
Кот лесной	1	0	0	0
Лисица обыкновенная	76	46	60,5	35,3 ± 5,95**
Медведь бурый	9	0	0	0
Норка	22	0	0	0
Пищуха	3	0	0	0
Рысь	10	3	30,0	8,7 ± 2,94

¹ МУК 4.2.2747-10. Методы санитарно-паразитологической экспертизы мяса и мясной продукции. Методические указания. – <http://docs.cntd.ru/document/1200084304> (дата обращения: 08.01.2021).

Вид животного	Исследовано, экз.	Заражено, экз.	ЭИ, %	ИИ, лич./г ± m
Соболь	72	0	0	0
Грызуны, в т.ч.				
крыса серая	6	0	0	0
мышь восточноазиатская	18	0	0	0
мышь лесная	14	0	0	0
мышь-малютка	12	0	0	0
мышь полевая	39	0	0	0
полевка большая	10	0	0	0
полевка красная	41	0	0	0
полевка красно-серая	19	0	0	0
полевка Максимовича	56	0	0	0
полевка серая	16	0	0	0
хомячок барабинский	3	0	0	0
без определения вида	123	0	0	0
Итого	996	74	–	–

*P > 0,01, **P > 0,001.

Особый акцент в работе делался на установление роли мышевидных грызунов в распространении трихинеллеза, учитывая их значение в пищевых цепях. Известно, что до 80 % рациона лисиц обыкновенных составляют грызуны. Молодые рыси употребляют практически любой пригодный в пищу объект от грызунов и зайцев до остатков от добываемых охотниками копытных животных. Барсуки являются всеядными животными, едят как растительную, так и животную пищу, в том числе грызунов, мелких пернатых, рептилий, насекомых и их личинок, дождевых червей, наземных моллюсков. Основу питания волка составляют копытные животные, но в бесснежный период в рационе хищника увеличивается доля косуль и животных мелких (суслики, полевки, хомяки, мыши и др. грызуны, а также насекомоядные) и средних (енотовидная собака, лисица и др.) размеров.

Всего изучили 357 экз. мышевидных грызунов разных видов. Животных, инвазированных личинками трихинелл, выявлено не было, и исследования в данном направлении планируется продолжить.

Обсуждение результатов

Полученные нами результаты по экстенсивности инвазии имеют определенные отличия от приведенных в литературных источниках данных, что связано, вероятно, с разным периодом исследований. Так, по данным Н.М. Городовича [3], ЭИ волка в Амурской области составляет 27,54 % [3], но мы в 2016–2020 гг. определили значительное, практически трехкратное, превышение этого показателя – 76,2 %. Заметное увеличение ЭИ отмечено нами и у лисиц обыкновенных – от 29,27 % [3, 7] до 60,5 %. Более стабильные показатели у барсуков – снижение с 33,34 % [3, 7, 9] до 18,2 %, а также, с небольшими колебаниями, у рыси и колонка [3, 6, 7]. Уменьшился ЭИ у дикого кабана с 2,2–17,4 % [7] до 0,8 %. Случаи трихинеллеза у мышевидных грызунов [2, 3] нами не зафиксированы. По литературным данным заражение бурого медведя составляет от 6,7 до 27,5 % [3, 7, 9], также отмечено, что он являлся источником инвазии у человека в Амурской области в 17–31,7 % случаев [6, 8], но за период 2016–2020 гг. в Амурской области мы не обнаружили бурых медведей, инвазированных личинками трихинелл.

Заключение

Выявлены животные, зараженные личинками трихинелл в Амурской области, следующих видов: рысь, барсук, лисица обыкновенная, волк, енотовидная собака, дикий кабан и колонок. Высокие показатели по экстенсивности инвазии у волка и лисицы обыкновенной, данные виды можно рекомендовать для проведения мониторинговых мероприятий в условиях Амурской области. Значение мышевидных грызунов как источника инвазии возбудителя трихинеллеза для диких хищных животных не выявлено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев О.Н. К лабораторной диагностике трихинеллеза промысловых животных // Самарский науч. вестн. 2017. Т. 6, № 2. С. 10–14.
2. Бритов В.А. Трихинеллезная ситуация на Дальнем Востоке // Ветеринарная нозогеография: материалы 2-й конф. по проблемам медицинской географии юга Дальнего Востока. Владивосток, 1973. С. 134–136.
3. Городович Н.М., Городович С.Н. Мониторинг трихинеллеза на Дальнем Востоке России // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2009. № 10. С. 129–131.
4. Драгомерецкая А.Г., Иванова И.Б., Зайцева Т.А., Курганова О.П., Маслов Д.В., Гарбуз Ю.А., Голобокова Е.В., Троценко О.Е., Бондаренко А.П. Эпидемиологическая ситуация по трихинеллезу в Дальневосточном федеральном округе Российской Федерации // Здоровье населения и среда обитания. 2016. № 10. С. 44–48.
5. Заславська А.А., Ершова І.Б., Абілова Е.І., Лохматова І.А. Топ самых опасных пищевых паразитов // Актуальная инфектология. 2016. № 4. С. 85–92.
6. Зименков В.А., Сивкова Т.Н., Доронин-Доргелинский Е.А. Распространение трихинеллеза диких животных в Российской Федерации // Перм. аграр. вестн. 2016. № 4. С. 98–103.
7. Соловьева И.А., Бондаренко Г.А., Трухина Т.И., Иванов Д.А. Зараженность трихинеллезом диких животных на территории Амурской области // Вестн. ДВО РАН. 2017. № 3. С. 68–70.
8. Соловьева И.А., Бондаренко Г.А., Трухина Т.И., Иванов Д.А., Макеева Л.С., Лялина О.К. Источники заражения людей трихинеллезом на территории Амурской области // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2016. № 17. С. 450–451.
9. Соловьева И.А., Бондаренко Г.А., Трухина Т.И., Иванов Д.А. Особенности формирования природных очагов трихинеллеза на территории Дальнего Востока // Дальневост. аграр. вестн. 2016. № 4. С. 126–130.
10. Успенский А.В., Скворцова Ф.К. Паразитологический мониторинг в системе профилактики трихинеллеза // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2016. № 17. С. 478–479.

Н.Ф. КЛЮЧНИКОВА, М.Т. КЛЮЧНИКОВ

Способ повышения оплодотворяемости коров на молочных фермах Дальнего Востока

Рассматриваются проблемы использования смешанного семени двух быков для оплодотворения коров на фермах российского Дальнего Востока. В смешанных эякулятах активизируются биохимические процессы в сперматозоидах, а именно дыхание и гликолиз, которые обеспечивают повышение скорости движения клеток и их устойчивость к повреждающим факторам.

Ключевые слова: корова, осеменение, сперматозоид, смешивание эякулятов, оплодотворяемость.

How to increase the fertilization of cows on dairy farms in the Far East. N.F. KLUCHNIKOVA, M.T. KLUCHNIKOV (Far Eastern Research Institute of Agriculture, Khabarovsk).

The article examines the problems of the use of mixed seed of two bulls for insemination of cows on farms of the Far East. When mixing ejaculate two bulls-producers activate biochemical processes in sperm. There is simultaneously increased breathing and glycolysis, which provide an increase in speed and resistance to damaging environmental factors.

Key words: cow, insemination, spermatid, ejaculation mixing, fertilization.

Введение

Проблема воспроизводства и профилактики бесплодия у высокопродуктивных коров в условиях современных промышленных технологий содержания и эксплуатации, невзирая на значительные достижения в вопросах репродуктивной физиологии, распространена повсеместно и является одной из главных, стоящих перед работниками животноводства и учеными [2, 4, 5]. Увеличение выбраковки коров и сокращение продуктивного периода по причине низкой плодовитости – мировая тенденция молочного скотоводства. Выбраковка высокопродуктивных коров наносит огромный экономический ущерб производству за счет недополучения телят и молочной продукции, затрат на лечение и т.д. При низкой воспроизводительности коров возникают проблемы планового ремонта стада [1, 2, 11]. Сказанное выше в полной мере относится и к молочному скотоводству Дальнего Востока России, которое по уровню продуктивности и числу телят на 100 коров занимает одно из последних мест среди регионов страны. Из факторов, лимитирующих экономическое благополучие местных ферм, следует отметить высокую яловость коров, которая превышает 30 %. Например, на ферме хозяйства «Башмак» (ЕАО), где содержалось 207 коров, яловость составила 75,4 % [7], по этой причине за год там было недополучено 48 т молока и 156 телят, убытки составили 5,5 млн руб.

Одна из непосредственных причин яловости – низкая оплодотворяемость коров. Из 296 499 коров в первом месяце вновь стали стельными всего 3,52 % животных. Через

*КЛЮЧНИКОВА Наталья Федоровна – доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора, КЛЮЧНИКОВ Михаил Тихонович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровск). *E-mail: nauka1952@mail.ru

60–90 дней оплодотворяемость повышалась до 46 % и более [8, 9]. Это свидетельствует о патологических процессах в слизистой оболочке матки, которые препятствуют наступлению новой беременности и являются предметом внимания ветеринарных врачей. Обычно же специалисты и владельцы ферм больше озабочены частыми перегулами коров при отсутствии клинических симптомов заболеваний репродуктивных органов. Учитывая сложность физиологии размножения животных и ее зависимость от многочисленных внешних и внутренних факторов, установить причину отсутствия стельности в каждом случае весьма проблематично, особенно на первых этапах. Сложности возникают уже при введении семени в половые органы самки и продолжаются до рождения потомства.

Для решения проблемы яловости и повышения оплодотворяемости, помимо нормализации условий содержания, кормления и эксплуатации, предлагаются различные способы, в том числе применение биологически активных препаратов (гормональных, гомеопатических, витаминсодержащих и др.) и физического воздействия (электростимуляции, виброакустического массажа, ультразвука, лазеропунктуры и др.). Однако как механизмы нарушения плодовитости, так и оптимальные способы ее коррекции остаются до конца не выясненными [10–12].

И. Соколовская и В. Милованов впервые открыли стадии слияния яйцеклетки со сперматозоидами у домашних животных и доказали экспериментально избирательность процесса оплодотворения [13]. Оказалось, что организм самки реагирует на половые клетки самца и развивающийся зародыш как на чужеродный белок и включает все механизмы защиты. Результаты экспериментов на кроликах в последующем были подтверждены в скотоводстве и свиноводстве [14]. Было установлено, что смесь семени двух одно- или разнопородных быков повышает оплодотворяемость коров на 13–23 % [14]. Тем не менее на практике этот прием не всегда давал положительный эффект по ряду причин [14]. В связи с вышеизложенным целью наших исследований являлась проверка эффективности данного способа повышения оплодотворяемости коров на молочных фермах Дальневосточного региона.

Объекты и методы

Предмет исследований – воспроизводительная способность коров, семя быков-производителей черно-пестрой, холмогорской, симментальской и голштинской пород. Эксперименты шли в 1965–2019 гг. на фермах Хабаровского, Приморского краев, Амурской области и в лаборатории ДВ НИИСХ по общепринятой методике [14]. Количество кислорода в семени измеряли электрометрическим методом [6], потребление гексоз (редуцирующих веществ) – по методу Хагедорна–Йенсена [3], устойчивость сперматозоидов к температуре – по рекомендациям из работы [15].

Результаты

В опытах по повышению оплодотворяемости смесью семени двух быков под наблюдением находилось 3383 коровы (см. таблицу).

Данные, представленные в таблице, свидетельствуют о повышении оплодотворяемости коров при использовании смеси семени разных производителей, это согласуется с результатами других исследователей [13, 14]. В наших опытах показатели выше контрольных (один производитель) в среднем на 16,4 % ($P < 0,001$). В хозяйствах Хабаровского края цифры значительно лучше, что было обусловлено понижением температуры хранения разбавленного семени с 0 до -196 °С, внедрением новых технологий кормления и содержания скота.

Влияние смеси семени двух быков на повышение оплодотворяемости коров

Регион	Годы	Семя 2 производителей			Семя 1 производителя		
		осеменено коров, экз.	оплодотворено коров		осеменено коров, экз.	оплодотворено коров	
			экз.	%		экз.	%
Хабаровский край	1965–1967	262	211	80,5 ± 12,4	424	256	60,4 ± 2,4
	1967–2019	396	205	51,8 ± 2,5	785	314	40,0 ± 1,7
Приморский край	1970–1975	408	240	58,8 ± 2,4	872	370	42,4 ± 1,6
Амурская область	1968–1969	75	52	69,4 ± 5,3	161	83	51,6 ± 3,9
Итого		1141	708	62,05 ± 1,4	2242	1023	45,6 ± 1,1

В лаборатории ДВ НИИСХ авторы изучали биохимические процессы, происходящие при смешивании эякулятов двух быков. В частности, определяли потребление сперматозоидами кислорода и редуцирующих веществ.

Количество кислорода измеряли в 234 пробах семени. Потребление кислорода в смешанном семени (n = 78) составило, в пересчете на 1 млрд сперматозоидов, в среднем 3,40, несмешанном (n = 156) – 3,15 мкл/мин. Различие в пользу опыта – 0,25 ± 0,09 мкл/мин (P < 0,02, td = 2,6767). В смеси семени двух быков, имеющих разницу в возрасте до 2 лет, потребление кислорода снижалось с 3,3 до 3,2, а с увеличением возрастных различий производителей повышалось с 3,3 до 3,9 мкл/мин (на 19 %).

Содержание гексоз (редуцирующих веществ) в семени быков значительно варьировало и мало зависело от концентрации сперматозоидов: r = -0,36, P < 0,001. В то же время возраст производителя оказывал достоверное влияние: r = -0,86, P = 0,01. Методом расщепленного эякулята изучали потребление редуцирующих веществ до и после смешивания семени двух быков. Всего исследована 231 проба. Смешивание активизировало обмен веществ в среднем на 0,4 мг/ч – с 1,40 до 1,80 мг/ч в опыте. Эффект усиливался на 15 %, если возрастала разница в возрасте между быками, эякуляты которых использовали.

Скорость движения сперматозоидов определяли в камере Горяева под микроскопом при температуре 40 °С дважды в каждой пробе (через 10–14 мин и 3–4 ч после смешивания). Всего изучено 20 проб смешанного семени и 40 проб несмешанного (контроль). Скорость движения сперматозоидов снижалась с увеличением времени хранения вне организма на 25,1 % в первом случае и на 40,5 % во втором. В опыте абсолютные значения скорости изменялись с 5,1 до 3,8 мм/мин, в контроле – с 4,2 до 2,5 мм/мин.

При изучении устойчивости сперматозоидов к температуре 46,5 °С исследовано 108 проб семени 15 быков-производителей. Было установлено более длительное, в среднем на 11 ± 1,7 мин (P < 0001), сохранение подвижности половых клеток в смеси семени двух быков по сравнению с контролем. В 2 пробах из 36 в смеси семени наблюдали сокращение продолжительности жизни сперматозоидов против контроля.

Для оценки качества семени быков чаще используется другой показатель – резистентность сперматозоидов к 1%-му раствору хлористого натрия. Стандартную методику в своей работе мы модифицировали, что значительно сократило затраты времени. Всего изучено 36 образцов семени 8 производителей. В среднем показатели резистентности в опыте были выше на 62 % по сравнению с контролем, т.е. для семени каждого из пары производителей в отдельности.

Также изучали влияние секрета эякулята одного быка на половые клетки другого. В две пробирки помещали по 0,2 мл свежеполученного семени, разбавленного в 5 раз гликоль-цитратно-желточным бактериостатическим протектором. В одну из пробирок (контроль) добавляли еще 0,2 мл протектора, во вторую (опыт) – плазму эякулята другого быка, полученную 30-минутным центрифугированием при 3000 об/мин. Обе пробирки помещали в термостат при температуре 40 °С. Проведено 18 параллельных измерений

продолжительности жизни сперматозоидов. Этот показатель составил в среднем 55 мин в опыте и 36 мин в контроле. Различие $19 \pm 2,6$ мин достоверно при $P < 0,001$.

Заключение

Итоги многолетних опытов на фермах Дальневосточного региона свидетельствуют о возможности улучшить результаты искусственного осеменения коров, если использовать смеси семени двух быков. В этом случае результаты осеменения повысились на 16,4 % в среднем по всему поголовью ($P < 0,001$). Биохимические исследования выявили усиление процессов обмена веществ у сперматозоидов при смешивании семени, что обеспечивало повышение скорости движения и жизнеспособности клеток. Причина этого каким-то образом связана с различием состава плазмы семени у разных производителей. Отчасти это подтверждается корреляцией повышения потребления кислорода и редуцирующих веществ клетками и увеличения возрастных различий быков, семя которых смешивали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бекенёв В.А. Продуктивное долголетие животных, способы его прогнозирования и продления // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54, № 4. С. 655–666.
2. Белобороденко А.М., Белобороденко М.А., Белобороденко Т.А. Воспроизводство и профилактика бесплодия коров в условиях Северного Зауралья // Вестн. гос. аграр. ун-та Северного Зауралья. 2013. № 3. С. 58–61.
3. Биохимические методы исследования в клинике: справочник. М: Медицина, 1969. 652 с.
4. Василенко Т.Ф., Русаков Р.В. Современные подходы к оптимизации репродуктивных процессов у коров // Проблемы биологии продуктивных животных. 2018. № 1. С. 5–18.
5. Зиновьева Н.А. Гаплотипы фертильности голштинского скота // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, № 4. С. 423–435.
6. Ключников М.Т. Усовершенствование технологии искусственного осеменения коров в условиях Дальнего Востока: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Дубровицы, 1968. 16 с.
7. Ключникова Н.Ф. Аспекты повышения оплодотворяемости коров. Хабаровск, 2006. 178 с.
8. Ключникова Н.Ф., Ключников М.Т., Ключникова Е.М. Аспекты изменчивости продуктивности местного черно-пестрого скота на Дальнем Востоке // Евразийский союз ученых. 2016. № 3-3 (24). С. 132–134.
9. Ключникова Н.Ф., Шукюрова Е.Б., Ключников М.Т. Хозяйственно полезные признаки коров голштинской породы в экстремальных условиях Среднего Приамурья // Вестн. ДВО РАН. 2019. № 3. С. 118–122.
10. Никитин В.Я., Пьянов Б.В., Белугин Н.В., Писаренко Н.А., Скрипкин В.С. Бесплодие коров и телок в условиях МТФ ООО «Урожайное» Новоалександровского района Ставропольского края // Управление функциональными системами организма. Ставрополь: Респект, 2010. С. 62–63.
11. Никитин В.Я., Белугин Н.В., Писаренко Н.А., Скрипкин В.С., Федота Н.В. К вопросу о профилактике и лечению акушерско-гинекологических заболеваний коров // Вестн. АПК Ставрополя. 2015. № S1. С. 19–22.
12. Петкевич Н. Продолжительность продуктивного использования коровы и причины их выбраковки // Молочное и мясное скотоводство. 2003. № 1. С. 15–17.
13. Соколовская И.И., Милованов В.К. Иммунология воспроизведения животных. М: Колос, 1981. 264 с.
14. Соколовская И.И. Достижения и передовой опыт по искусственному осеменению животных. Киев: Урожай, 1966. 197 с.
15. Солсбери Г.У., Ван-Демарк Н.Л. Теория и практика искусственного осеменения коров в США. М.: Колос, 1966. 527 с.

И.Ю. КУЗЬМИНА, Е.В. ГИНТЕР, А.М. КУЗЬМИН

Экономическая эффективность применения кедрового стланика и лишайника в рационах помесного молодняка абердин-ангусской породы в условиях Магаданской области

Впервые в условиях Магаданской области проведены исследования по использованию кормовой добавки (КД) на основе кедрового стланика в сочетании с лишайниками в рационах кормления молодняка крупного рогатого скота голштинской породы и помесного молодняка голштинской и абердин-ангусской пород. Применение КД положительно влияет на продуктивность, повышает рентабельность производства. Опыт проводили на 40 бычках в возрасте от 14 до 16 мес. в период стойлового содержания. К концу опыта живая масса опытных бычков в 16-месячном возрасте превысила показатели контрольных групп: у молодняка голштинской породы на 2,15 кг (0,58 %), у помесей на 9,55 кг (2,3 %). В 16-месячном возрасте относительная скорость роста опытных бычков оказалась выше, чем у бычков контрольных групп: у голштинской породы на 0,12 %, у помеси на 2,57 %.

По результатам исследований получены экспериментальные данные, которые дают основание считать, что от скрещивания чистопородного голштинского скота с быками герефордской породы в условиях Магаданской области можно получать молодняк первого поколения, отличающийся от молодняка голштинской породы высокой скоростью роста и развития. Производство говядины от помесного молодняка характеризуется большей экономической эффективностью по сравнению с откормом сверхремонтного молодняка голштинской породы. Экономический эффект применения КД заключается в снижении расхода кормов на 1 кг прироста. В опытной группе помеси голштинской и абердин-ангусской пород I поколения данный показатель составил 6,6 ЭКЕ, что на 17,5 % ниже, чем в контроле, и на 20,5 % ниже, чем в опытной группе голштинской породы.

Ключевые слова: помесный молодняк абердин-ангусской породы, кормовая добавка, стланик, лишайник, экономическая эффективность.

The economic efficiency of the use of dwarf pine and lichen in the diets of mixed young Aberdeen-Angus breed in the conditions of the Magadan Region. I.Yu. KUZMINA, E.V. GINTER, A.M. KUZMIN (Magadan Research Agricultural Institute, Magadan).

For the first time in the conditions of the Magadan Region, studies were carried out on the use of a feed additive (FA) based on dwarf pine (mountain pine) in combination with lichens in the diets of young cattle of the Holstein breed and hybrid young animals of the Holstein and Aberdeen Angus breeds, the use of which has a positive effect on productivity and increases the profitability of production. The experiment was carried out on 40 bull calves aged from 14 to 16 months during the period of stall keeping. By the end of the experiment, the live weight of the experimental bulls at the age of 16 months exceeded the indicators of the control groups: in young Holstein breed by 2.15 kg (0.58 %), in hybrids by 9.55 kg (2.3 %). At 16 months of age, the relative growth rate of the experimental bulls was higher than that of the bulls of the control groups. In Holstein bulls, the growth rate is higher by 0.12 %, in crossbred bulls by 2.57 %.

According to the results of the research, experimental data were obtained that give reason to believe that from crossing purebred Holstein cattle with Hereford bulls in the conditions of the Magadan Region, you can get young animals of the first generation, which differ from young Holstein breed in high growth and development rates. The production of beef from crossbred young stock is characterized by better economic efficiency, compared to fattening

*КУЗЬМИНА Ирина Юрьевна – врио директора, ГИНТЕР Елена Валерьевна – научный сотрудник, КУЗЬМИН Алексей Михайлович – научный сотрудник (Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Магадан). *E-mail: agrarian@maglan.ru

super-renovated young Holstein breed. The economic effect of using FA is to reduce the consumption of feed per 1 kg of gain. In the experimental group of a cross between Holstein and Aberdeen-Angus breeds of the 1st generation, this indicator was 6.6 EFU, which is 17.5 % lower than in the control and 20.5 % lower than in the experimental group of Holstein.

Key words: hybrid young of the Aberdeen-Angus breed, feed additive, elfin wood, lichen, economic efficiency.

Введение

Обеспечение продовольственной безопасности страны в целом и севера Дальнего Востока в частности в настоящее время является ключевой задачей государственной политики.

Начиная с 2018 г. впервые в условиях Магаданской области проводятся научно-исследовательские работы для разработки научно обоснованных методов организации и ведения скрещивания крупного рогатого скота (КРС) молочной (голландской) породы с производителями скороспелых мясных пород (абердин-ангусской). Актуальность выбранного направления исследований связана с тем, что на севере Дальнего Востока для животноводов имеет научный и практический интерес разработка способов повышения продуктивности КРС, а также общей резистентности организма животных к неблагоприятным факторам среды.

В животноводстве региона главная роль на современном этапе принадлежит укреплению кормовой базы и организации рационального кормления КРС. Только полноценное кормление обеспечивает практическую реализацию генетически обусловленного уровня продуктивности животных, содействуя тем самым дальнейшему повышению эффективности отрасли. Перспективным направлением исследований следует считать детальное изучение основных кормов, кормовых добавок и биологически активных веществ в рационах с целью выяснения факторов, оказывающих значительное влияние на физиологическое состояние и продуктивность животных.

Стабильной динамики в развитии кормопроизводства Магаданской области не наблюдается, тенденции в производстве кормовых культур носят стагнационный характер. В 2019 г. посевные площади под всеми кормовыми культурами составили 6086 га, что на 20,8 и 1,4 % больше, чем в 2015 и 2019 гг. соответственно (табл. 1). В структуре посевных площадей основная доля приходится на кормовые культуры на силос (91,6 %), посевные площади под однолетние травы в 2019 г. сократились до 7 % от общей площади. Валовой сбор кормовых культур имеет стабильные тенденции и составляет 1,5 тыс. т. Урожайность однолетних трав по отношению к предыдущему году увеличилась в 2 раза, а многолетних снизилась [7].

Таблица 1

Основные показатели состояния кормопроизводства в Магаданской области в 2015–2019 гг.

Показатель	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Посевные площади (га) кормовых культур,	5037	5658	6120	5983	6086
в т.ч. на силос	4343	4635	1405	1230	5576
однолетние травы	139	1022	4347	4699	425
многолетние травы	553	1	361	53	30
Урожайность (ц/га):					
сено однолетних трав	45,8	23	52,7	17,9	39,6
сено многолетних трав	19,6	10,0	17,8	19,0	17,1

Большинство трав, произрастающих на естественных лугах и пастбищах севера Дальнего Востока, а также высеваемых здесь для получения сена и силоса, отличается недостатком витаминов, протеина и некоторых микроэлементов (кобальта, цинка), что отражается на физиологическом состоянии животных и их продуктивности. Высокая стоимость кормовых добавок (КД) и их транспортировки в регион лимитирует использование этих

необходимых компонентов рациона. Поэтому важным вопросом, стоящим перед учеными Северо-Востока в последнее время, становится изучение резервов местной кормовой базы и разработка системы кормления молодняка с целью сокращения затрат и повышения продуктивности животных в весьма специфических условиях данного региона.

В условиях Крайнего Севера определенного внимания заслуживает практическое использование ресурсов местной растительности, без значительных затрат на сбор и подготовку к скармливанию. Предлагаемая нами кормовая добавка разработана на базе местных растительных ресурсов: кедрового стланика (*Pinus pumila*) и лишайников – кладонии альпийской (*Cladonia alpestris*) и цетрарии исландской (*Cetraria islandica*).

Хвоя кедрового стланика обладает уникальным составом витаминов и минералов, является одним из лидеров по количеству выделяемых фитонцидов, содержит флавоноиды, витамин С, каротиноиды. Перечень ее полезных свойств кажется всеохватным: она обладает поливитаминным, противовоспалительным, обезболивающим, бальзамирующим, антисептическим, заживляющим действием, используется при лечении авитаминозов, легочных, кишечных и простудных заболеваний. Эффективные и безопасные антибактериальные компоненты хвои делают ее пригодной для переработки в антисептические препараты для дезинфекции пищевых и кормовых продуктов и для медицинских целей. Вещества, содержащиеся в хвое, проявляют антиоксидантную активность, удаляют свободные радикалы, ингибируют окислительное повреждение ДНК и клеток организма. По данным Всемирной организации здравоохранения, она способствует регуляции кровообращения и лечению болезней кровеносной системы.

Лишайники употребляются в пищу дикими животными, богаты углеводами и витаминами А, С, D, В₁, В₂, В₁₂ и др. [4, 6], вырабатывают уникальные лишайниковые кислоты, известные своими ферментативными свойствами [2, 3]. Лишайники оказывают положительное влияние на микрофлору желудочно-кишечного тракта, усиливая секрецию пищеварительных ферментов. Натриевая соль усниновой кислоты является первым отечественным антибиотиком, полученным из лишайников.

Мука, изготовленная из лишайников и хвои стланика кедрового, содержит в своем составе широкий спектр аминокислот: лизин, метионин, треонин, триптофан, аргинин, валин и др., минеральных веществ: натрия, фосфор, железо, магний и др., а также витаминов группы В, Е, С, Н, каротиноиды [1, 5, 8].

Исходя из представленной выше информации мы решили оценить влияние разработанной нами кормовой добавки из лишайников и хвои стланика кедрового на повышение общей резистентности и продуктивности крупного рогатого скота.

Материал и методы

С целью изучения влияния КД на физиологическое состояние молодняка и определения экономической эффективности в 2019 г. проведен научно-хозяйственный опыт на базе сельскохозяйственного предприятия «Комарова» Магаданской области. При проведении исследований использовались классические методики. Лабораторные анализы химического состава кормов, применяемых в хозяйстве, выполнены на базе ФГБНУ «Магаданский НИИСХ» с использованием методов, соответствующих нормативным документам*.

Опыт проводили на 14-месячных бычках (40 голов) в течение 60 дней в период стойлового содержания. По принципу пар-аналогов их разделили на четыре равные группы.

* Методические рекомендации по организации и проведению исследований по кормлению коров на промышленных фермах и комплексах. Дубровицы, 1983. 55 с.

ГОСТ 26657-85, ГОСТ 26570-85, ГОСТ 26176-84, ГОСТ 24556-89, ГОСТ 13496.2-84, ГОСТ 13496.15-97, ГОСТ 13496.4-84, ГОСТ 26226-95, ГОСТ 27548-97 // Каталог ГОСТов. – <https://gost.ruscable.ru/catalog/?c=0&f2=3&f1=П006017004008&l=&p=0&i=0&f2=3&f3=0&f4=0> (дата обращения: 01.03. 2021).

В первые две группы (опытную и контрольную) вошли бычки голштинской породы, а в остальные две (опытную и контрольную) – помесные бычки голштинской и абердин-ангусской пород I поколения. В контроле животных кормили основным рационом, к которому в опыте добавляли 120 г кедровой муки и 50 г лишайниковой муки на 1 голову в сутки.

Для проведения опыта было срезано 250 кг весенних побегов кедрового стланика и собрано 25 кг лишайников. Технология получения муки из стланика состоит из сушки сырья в специально оборудованном складском помещении на сетчатых стеллажах и приготовления муки с крупностью фракций 0,5–1,5 мм. Лишайники досушивались и крошились вручную. Мука хранилась в крафтмешках в помещениях складского типа.

Результаты и обсуждение

К концу эксперимента живая масса бычков опытной группы в 16-месячном возрасте превысила показатели контрольных групп: молодняк голштинской породы – на 2,15 кг (0,58 %), помесный – на 9,55 кг (2,3 %) (табл. 2). Дисперсионный анализ показал, что из всех действующих факторов, определяющих повышение веса помесного молодняка, на КД приходится 68,0 % ($P > 0,999$).

Таблица 2

Влияние кормовой добавки на динамику живой массы и среднесуточный прирост бычков

Возраст, мес.	Голштинская порода		Помеси голштинской и абердин-ангусской пород I поколения	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Живая масса на конец периода, кг				
0 (при рождении)	31,00 ± 0,26	30,98 ± 0,26	26,2 ± 0,28	26,15 ± 0,26
14	329,3 ± 3,02	330,85 ± 2,68	364,85 ± 1,75	365 ± 1,64
15	351,5 ± 3,26	353,32 ± 2,77	389,95 ± 1,8	392,9 ± 1,56
16	373,55 ± 3,5	375,7 ± 2,88	414,4 ± 1,82	423,95 ± 1,49*
Среднесуточный прирост, г				
14–16	729,39 ± 9,82	736,7 ± 8,09	797,54 ± 13,99	965,33 ± 7,09
15–16	722,84 ± 13,72	733,7 ± 8,64	725,13 ± 27,26	1018,03 ± 5,16
Абсолютный прирост, кг				
14–16	44,25 ± 0,63	44,85 ± 0,45	48,65 ± 0,85	58,95 ± 0,42
Относительная скорость роста, %				
14–16	12,59 ± 0,12	12,71 ± 0,13	13,59 ± 0,17	16,16 ± 0,16**

* $P \leq 0,01$, ** $P \leq 0,001$.

В 16-месячном возрасте относительная скорость роста бычков в опыте оказалась выше, чем у бычков контрольных групп, для голштинской породы на 0,12 %, для помеси на 2,57 %. Среднесуточный прирост бычков помесного молодняка в опыте был на 167,75 г выше, чем в контроле.

Расчет экономической эффективности за опытный период основывается на себестоимости производства и продуктивности скота. Себестоимость кормовых добавок включает в себя затраты на сбор и их подготовку и составляет 3251,9 руб. за период опыта, в том числе на кормовую добавку из стланика 2205,45 руб. и на добавку из лишайника 1046,43 руб. Расход КД за опытный период в стоимостном выражении составил 321 руб. на 1 голову скота. Экономический эффект применения КД заключается в снижении расхода кормов на 1 кг прироста: из табл. 3 видно, что в опытной группе помеси голштинской и абердин-ангусской пород I поколения данный показатель составил 6,6 энергетических кормовых единицы (ЭКЕ), что на 17,5 % ниже, чем в контроле, и на 20,5 % ниже, чем в опытной группе голштинской породы. При этом абсолютный прирост на одну голову в опытной группе помеси голштинской и абердин-ангусской пород I поколения больше, чем

в контрольной, на 10,3 кг, и больше, чем в контрольной и опытной группах голштинской породы, на 14,7 и 14,1 кг соответственно. Себестоимость 1 кг прироста продукции за счет наибольшего прироста была ниже, чем в контроле, на 15,6 %, что создает предпосылки для увеличения прибыли от производственной деятельности.

Таблица 3

Экономическая эффективность применения кормовых добавок в рационе молодняка за период опыта

Показатель	Голштинская порода		Помеси голштинской и абердин-ангусской пород I поколения	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Среднесуточный прирост, г	729,39	736,7	797,54	965,33
Абсолютный прирост, кг	44,25	44,85	48,65	58,95
Кол-во кормов на 1 голову, ЭКЕ	372	372	387	387
Стоимость 1 ЭКЕ, руб.	22,50	22,50	22,45	22,45
Затраты на корма на 1 голову, руб.	8370	8370	8688	8688
Затраты на выращивание 1 головы, руб.	12 877	13 198	13 366	13 687
Расход кормов на 1 кг прироста, ЭКЕ	8,4	8,3	8,0	6,6
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	291	294	275	232

Заключение

В статье приведены результаты исследований ввода нетрадиционной кормовой добавки растительного происхождения (хвоя стланика кедрового, лишайники) в рационы молодняка КРС молочного и мясного направления. Полученные результаты подтверждают целесообразность применения разработанной КД с целью повышения скорости роста и экономической эффективности производства в условиях Магаданской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баженов В.Н. Хвойные растения – целители. М.: ЛАДА, 2006. 96 с.
2. Вальдман А.Р. Роль витамина В₁₂ в питании сельскохозяйственных животных // Витамин В₁₂ и его применение в животноводстве: сб. статей / АН СССР. Научный совет по проблемам химизации животноводства. М.: Наука, 1971. С. 157–169.
3. Гарибова Л.В., Дундин Ю.К., Коптяева Т.Ф., Филин В.Р. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР. М.: Мысль, 1978. 386 с.
4. Локинская М.А. Антибиотик из лишайников // Магаданский оленевод. 1966. Вып. 15. С. 53–54.
5. Михайлов Н.Г. Корма и кормление сельскохозяйственных животных Магаданской области. Магадан, 1987. 190 с.
6. Моисеева Е.Н. Биохимические свойства лишайников и их практическое значение. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 82 с.
7. Сельское хозяйство Магаданской области: стат. сб. / Хабаровскстат. Магадан, 2020. 52 с.
8. Старикова Н.П. Биологически активные добавки: состояние и проблемы: монография. Хабаровск: ХГАЭП, 2005. 123 с.

И.Ю. КУЗЬМИНА

Использование ламинарии и лишайников в рационе молодняка крупного рогатого скота

*Впервые в условиях Магаданской области проведены исследования по использованию новой нетрадиционной кормовой добавки растительного происхождения, состоящей из муки ламинарии (*Laminaria*) и лишайников – кладони альпийской (*Cladonia alpestris*) и цетрарии исландской (*Cetraria islandica*), в рационах молодняка крупного рогатого скота мясного направления. В состав кормовой добавки входит широкий комплекс биологически активных веществ, природных антиоксидантов, необходимых для жизнедеятельности сельскохозяйственных животных и способных оказывать благотворное влияние на обменные процессы, стимулировать рост и развитие, обладающих антимикробным и противовоспалительным действием.*

Новая кормовая добавка способствует повышению абсолютного прироста телят молочного периода на 5,6 кг, относительного – на 7,16 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с контролем. Относительная скорость роста по С. Броди в опыте выше на 3,19 %.

Ключевые слова: молодняк, кормовые добавки растительного происхождения, ламинария, лишайники, продуктивность, скорость роста.

The use of laminaria and lichens in the diet of young cattle. I.Yu. KUZMINA (Magadan Research Agricultural Institute, Magadan).

*For the first time, in the conditions of the Magadan Region, studies were carried out to study the effect of introducing a new unconventional feed additive of plant origin into the diets of young beef cattle, consisting of laminaria flour (*Laminaria*) and lichens – reindeer moss (*Cladonia alpestris*) and Iceland moss (*Cetraria islandica*). The feed additive contains a wide range of biologically active substances, natural antioxidants necessary for the life of farm animals and capable of exerting a charitable effect on metabolic processes, stimulating growth and development, possessing antimicrobial and anti-inflammatory properties.*

The inclusion of a component feed additive in the diets of calves of the dairy period contributes to an increase in the absolute gain by 5.6 kg (relative gain by 7.16 %) ($P \leq 0.05$) relative to the calves of the control group. The relative growth rate according to S. Brody is higher in the experimental young by 3.19 % control.

Key words: young growth, plant feed additives, laminaria, lichens, productivity, growth rate.

Введение

Детальное изучение кормов и биологически активных кормовых добавок (КД), включаемых в рационы крупного рогатого скота (КРС) для увеличения продуктивности животных, является перспективным направлением в зоотехнической науке. Несмотря на достигнутые успехи, на практике приходится сталкиваться с тем, что в отдаленных районах страны экономический эффект от применения КД невысок из-за затрат на их транспортировку, кроме того, они разработаны без учета состава рационов, условий кормления и содержания местных животных. Логическим выходом из ситуации является разработка и производство добавок на месте. В качестве примера можно привести работу

КУЗЬМИНА Ирина Юрьевна – врио директора (Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Магадан). E-mail: agrarian@maglan.ru

Д.Е. Мурашкина, разработавшего рецепты белковой витаминно-минеральной и ферментативной пробиотической КД для молодняка различных экологических групп, выращиваемого в Амурской области [3].

В условиях Крайнего Севера определенного внимания заслуживает практическое использование местных дикоросов, не требующих значительных затрат на сбор и подготовку к скармливанию, таких как, например, лишайники и водоросли. Ранее проведенные исследования показали, что такие нетрадиционные фитогенные компоненты рациона обладают антимикробными, антиоксидантными и противовоспалительными свойствами [12, 22, 23]. Кроме того, они оказывают стимулирующее действие на пищеварительную систему за счет увеличения выработки пищеварительных ферментов и повышения эффективности использования корма в результате улучшения работы печени [8, 13, 20].

Лишайники являются богатым источником витаминов B_{12} и С, необходимых для жизнедеятельности организма животного. Было установлено, что при недостатке витамина B_{12} может развиваться анемия, снижается продуктивность. Некоторые полисахариды, содержащиеся в лишайниках, усиливают выработку закиси азота макрофагами, изменяют уровни продукции противовоспалительных цитокинов макрофагами и дендритными клетками. Они могут индуцировать иммуномодулирующие реакции в макрофагах и дендритных клетках за счет антиоксидантной, антимикробной и противоопухолевой активности некоторых основных метаболитов. В связи с высоким содержанием различных веществ лишайники имеют практическое применение в медицине, в том числе в качестве источников лекарственных веществ [14, 21]. Из лишайников был получен первый российский антибиотик – натриевая соль усниновой кислоты, который под названием «бинан» рекомендован к применению в ветеринарии. Его бактериостатическое действие проявляется в отношении золотистого стафилококка, стрептококков, различных анаэробов, пневмококков и туберкулезной палочки [11, 19].

Распространенный на Крайнем Севере лишайник *Cetraria islandica* (исландский мох) веками использовался в народной медицине многих стран как противовоспалительное средство, в основном в виде водного экстракта. *C. islandica* содержит много соединений, таких как полисахариды и вторичные метаболиты, некоторые из которых обладают биологической активностью. Однако очень мало известно об их влиянии на иммунную систему [11].

Целесообразность использования морских водорослей в качестве КД обусловлена недостатком в местных кормах ряда жизненно необходимых микроэлементов (йода, кобальта, меди, цинка). Среди незаменимых факторов питания микроэлементы имеют особое значение, так как, поступая в организм в ничтожно малых количествах, они оказывают значительное влияние на разные стороны обмена веществ, оказывают стимулирующее действие на активность и синтез ряда ферментов, витаминов, гормонов, играют важную роль в создании иммунитета против бактериальных и вирусных заболеваний.

Морские водоросли имеют уникальный химический состав. В них установлено наличие антибиотических, ростостимулирующих и лечебных веществ, обладающих высокой биологической активностью, нередко на порядок большей соответствующих показателей веществ, полученных из растений и животных суши; для них характерна химическая структура, не имеющая аналогов среди соединений из наземных организмов. Традиционно водоросли использовались для лечения различных инфекционных заболеваний, в последние годы было проведено много исследований биологической активности морских водорослей, подтверждающих их положительное влияние на организм. Они являются богатым источником природных антиоксидантов; их особенностью является ингибирующая активность в отношении фермента липоксигеназы, окисляющего ненасыщенные жирные кислоты, входящие в состав злаковых растений из рациона сельскохозяйственных животных и птицы [6–10, 17, 18].

Ламинария (*Laminaria*) богата содержащим все незаменимые аминокислоты белком. Особенно ценно присутствие в значительных количествах метионина, никотиновой

и фолиевой кислот, а также таких редких по своей природе биологически активных веществ, как таурин (до 220 мг%), цитрулин (до 240 мг%), хондрин (190 мг%) и их соединения, играющих важную роль в обмене веществ. Ламидан, изготовленный из ламинарии японской, способствует повышению среднесуточных приростов у молодняка крупного рогатого скота на 8,4 %, улучшает перевариваемость протеина, сырого жира, клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ [6], а также нормализует содержание в крови йода, кобальта и железа [2].

В настоящее время влияние ламинарии и лишайников кладонии альпийской (*Cladonia alpestris*) и цетрарии исландской (*Cetraria islandica*) на физиологическое состояние и продуктивность животных изучено довольно полно [16]. Вместе с тем отсутствуют данные о применении их в качестве комплексной КД, которая позволила бы наиболее эффективно повысить биологическую полноценность кормления и резистентность животных, реализовать генетически обусловленный уровень продуктивности животных в экстремальных условиях Крайнего Севера.

Материалы и методы

Основным объектом исследований являлся помесный молодняк крупного рогатого скота мясного направления. Эксперимент проводился в стойловый период на 20 помесных бычках в возрасте от 3 до 6 мес., разделенных по принципу аналогов на 2 равные группы. В группы вошли помесные бычки герефордской и абердин-ангусской пород I поколения. Животные опытной и контрольной групп содержались в одинаковых условиях по технологии, принятой в молочном скотоводстве, до 20-дневного возраста в индивидуальных клетках, затем в групповых клетках с ручным выпаиванием молока. Каждый бычок из опытных групп в возрасте от 3 до 6 мес. ежедневно, в добавление к хозяйственному рациону, получал КД, состоящую из муки ламинарии (40 г) и лишайников кладонии альпийской и цетрарии исландской (30 г).

В состав данной кормовой добавки из нетрадиционных ресурсов растительного происхождения входит широкий комплекс биологически активных веществ, необходимых для жизнедеятельности сельскохозяйственных животных и способных оказывать благотворное влияние на обменные процессы, продуктивность (табл. 1) [15].

Рост и развитие молодняка изучали по показателям живой массы и линейных промеров. Животных в течение экспериментального периода ежемесячно взвешивали. На основании полученных данных рассчитывали среднесуточный и абсолютный прирост живой массы. Относительную скорость роста рассчитывали по формуле С. Броди [1]:

$$B = [(W_1 - W_0) \times 100] : [(W_1 + W_0) \times 0,5],$$

где W_1 и W_0 – соответственно конечная и начальная живая масса.

Для проведения нашего исследования были использованы общепринятые методики¹. Лабораторные исследования химического состава кормов, применяемых в хозяйстве, выполнены в ФГБУ САС «Магаданская» и ФГБНУ «Магаданский НИИСХ». Определение содержания минерального вещества в ламинарии выполняли в лаборатории рентгеноспектрального анализа СВКНИИ ДВО РАН по методикам, разработанным в СВКНИИ ДВО РАН. Атомный эмиссионный спектральный анализ с дуговым возбуждением (ЭКСА) проводили на атомно-эмиссионном спектрографе ДФС-13 (Россия) [5]. Результаты опытов

¹ Методические указания по расчету общей питательности кормов. М., 1981. 24 с.

Стандарты предприятия. Методы анализа кормовых растений и кормов СТП 3102.1-83 – СТП 3102.14-83. М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1984.

ГОСТ 26657-85, ГОСТ 26570-85, ГОСТ 26176-84, ГОСТ 24556-89, ГОСТ 13496.2-84, ГОСТ 13496.15-97, ГОСТ 13496.4-84, ГОСТ 26226-95, ГОСТ 27548-97 // Каталог ГОСТов. – <https://gost.ruscable.ru/catalog/?c=0&f2=3&f1=1006017004008&l=&p=0&i=0&f2=3&f3=0&f4=0> (дата обращения: 01.03. 2021).

**Содержание биологически активных веществ,
входящих в состав ламинарии и лишайников**

Компонент КД	Вещество	Содержание
Ламинария (мука)	Незаменимые аминокислоты, % к сырому протеину	
	Лизин	0,39
	Метионин	0,18
	Треонин	0,41
	Триптофан	0,07
	Аргинин	0,56
	Валин	0,36
	Гистидин	0,28
	Глицин	0,40
	Изолейцин	0,23
	Лейцин	0,47
	Фенилаланин	0,45
	Тирозин	0,27
	Витамины, мг/100 г*	
	Е	до 650
	В ₁	до 4,60
	Каротиноиды	20,32
	В ₂	до 23,08
	С	26,00
	Прочие действующие вещества	
	Жирные кислоты, % к белковым веществам	0,65
	Альгиновые кислоты, % к белковым веществам	40,00
	Маннит, % к белковым веществам	28,00
	Фукоидин, % к белковым веществам	5,00
	Хондрин, мг%	до 190
	Таурин, мг%	до 220
Цитрулин, мг%	до 240	
Лишайники	Сырой протеин, %	3–5
	Незаменимые аминокислоты, % к сырому протеину	
	Лизин	3,3
	Метионин	0,5
	Треонин	1,8
	Валин	2,5
	Лейцин	2,6
	Фенилаланин	1,4
	Изолейцин	1,9
	Витамины, мг/100 г*	
	С	11,4
	β-каротин	10,3
	Минеральные вещества, %	
	Кальций	0,02
	Фосфор	0,01
	Железо	0,01
	Калий	0,02
Магний	0,01	
Прочие действующие вещества		
Усниновая кислота, %	1,08	

*В расчете на воздушно-сухое вещество.

обработаны статистически с использованием методик, приведенных в руководстве Н.А. Плохинского (1969) [4].

Результаты и обсуждение

Химический состав и питательность кормов в КФХ «Комарова» и кормовой добавки представлены в табл. 2.

Основной рацион состоял из молочной каши на комбикорме и злакового сена. Продолжительность молочного периода составляла 6 мес. Количество кормов корректировалось по мере увеличения живой массы животных. В суточном рационе молодняка в стойловый период содержалось: энергетических кормовых единиц – 2,86–4,91, обменной энергии – 28,40–48,86 МДж, сухого вещества – 2,41–4,44 кг, сырого протеина – 216,58–404,24 г, перевариваемого протеина – 163,83–302,65 г.

Таблица 2

Химический состав и питательность кормов в КФХ «Комарова» и кормовой добавки (в 1 кг при натуральной влажности) в стойловый период

Вид корма	Энергетическая кормовая единица	Обменная энергия, МДж	Сухое вещество, кг	Сырой протеин, г	Перевариваемый протеин, г	Сырая клетчатка, г	Сырой жир, г	Кальций, г	Фосфор, г	Натрий, г	Калий, г	Каротин, мг	Сумма перевариваемых питательных веществ, г
Сено дикоросов	0,73	7,25	0,92	41,2	21,84	345,0	11,8	5,84	1,10	0,51	1,92	2,30	467,80
Каша молочная	0,93	9,33	0,23	19,9	15,72	10,5	10,0	0,50	0,51	0,05	1,09	0	215,76
Кормовая добавка (ламинария, лишайник)	0,88	8,76	0,93	68,2	50,47	263,0	66,4	2,10	1,11	0,48	3,9	2,40	476,28
Размол	0,70	6,99	0,76	102,6	67,72	42,5	27,8	0,90	0,60	0,3	4,2	0,25	478,74
Молоко	0,25	2,50	0,10	36	34,20	0	38,0	1,20	1,00	0,46	1,57	2,00	150,08

Данные, представленные в табл. 3, подтверждают положительное влияние введения КД в рацион при выращивании помесного молодняка в молочный период.

Таблица 3

Динамика живой массы и среднесуточный прирост помесных бычков при кормлении КД с ламинарией и лишайниками

Показатель	Контроль	Опыт
Живая масса на конец периода, кг	90,5 ± 0,87	89,45 ± 0,91
Среднесуточный прирост, г	159,65 ± 1,24	164,2 ± 1,36*
Абсолютный прирост, кг	755,74	816,94
Относительная скорость роста, %	69,15	74,75
	55,76 ± 0,54	58,95 ± 0,53**

*P ≤ 0,01, **P ≤ 0,00001.

Примечание. Над чертой – масса 3-месячных бычков, под чертой – 6-месячных.

Абсолютный прирост у животных, получавших дополнительно с рационом КД, в 6-месячном возрасте превысил показатели контрольной группы на 5,6 кг, а относительный – на 7,16 п.п. (P ≤ 0,05).

Дисперсионный анализ однофакторных комплексов показал, что повышение живой массы молодняка обусловлено на 50,0 % действием КД. Влияние изученного средства

оказалось достоверным. Относительная скорость роста по С. Броди у молодняка в опыте выше на 3,19 %.

Заключение

Доказано положительное влияние введения КД из ламинарии и лишайников в рацион помесного молодняка герефордской и абердин-ангусской пород I поколения при выращивании на мясо. За время опыта (90 дней) абсолютный прирост животных, получавших КД, превысил аналогичный показатель бычков контрольных групп на 5,6 кг, относительный прирост был выше на 7,16 % ($P \leq 0,05$). Установлено, что в опытной группе помесных животных, при большем увеличении живой массы за период опыта, по сравнению с контрольными бычками, корма на 1 кг прироста затрачено меньше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев Н.Г., Жигачев А.И., Вилль А.В. и др. Разведение сельскохозяйственных животных с основами частной зоотехнии и промышленного животноводства. Л.: Агропромиздат, 1989. 511 с.
2. Левахин В.И., Саркенов Б.А., Поберухин М.М. Адаптационные способности и продуктивность чистопородных и помесных бычков при различных технологиях выращивания // Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 4. С. 5–8.
3. Мурашкин Д.Е. Влияние кормовых добавок на адаптацию и мясную продуктивность молодняка герефордской породы в условиях Приамурья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Благовещенск, 2016. 24 с.
4. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.
5. Приставко В.А. О геохимических исследованиях в лаборатории геохимии СВКНИИ // Колымские вести. 2000. № 8. С. 47–51.
6. Простокишин А.С., Туаева Е.В., Рыжков В.А. и др. Использование сапропеля и ламинарии японской в кормлении животных и птицы // Зоотехния. 2014. № 3. С. 21–22.
7. Старикова Н.П. Биологически активные добавки: состояние и проблемы: монография. Хабаровск: Хабар. гос. акад. экономики и права, 2005. 124 с.
8. Abdu-llah Al-Saif S.S., Abdel-Raouf N., El-Wazanani H.A., Aref I.A. Antibacterial substances from marine algae isolated from Jeddah coast of Red sea, Saudi Arabia // Saudi J. Biol. Sci. 2014. Vol. 21, iss. 1. P. 57–64. – <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.06.001> (дата обращения: 18.03.21).
9. Abou-Elkhair R., Ahmed H.A., Selim S. Effects of black pepper (*Piper nigrum*), turmeric powder (*Curcuma longa*) and coriander seeds (*Coriandrum sativum*) and their combinations as feed additives on growth performance, carcass traits, some blood parameters and humoral immune response of broiler chickens // Asian-Australas J. Anim. Sci. 2014. Vol. 27 (6). P. 847–854. – <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13644> (дата обращения: 18.03.21).
10. Al-Amoudi O.A., Mutawie H.H., Patel A.V., Blunden G. Chemical composition and antioxidant activities of Jeddah corniche algae, Saudi Arabia // Saudi J. Biol. Sci. 2009. Vol. 16 (1). P. 23–29. – <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2009.07.004> (дата обращения: 18.03.21).
11. Balina K., Romagnoli F., Blumberga D. Chemical composition and potential use of *Fucus vesiculosus* from Gulf of Riga // Energy Procedia. 2016. Vol. 95. P. 43–49. – <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.010> (дата обращения: 18.03.21).
12. Freysdottir J., Omarsdotti S., Ingolfsdottir K., Vikingsson A., Olafsdottir E.S. (2008). *In vitro* and *in vivo* immunomodulating effects of traditionally prepared extract and purified compounds from *Cetraria islandica* // Int. Immunopharmacol. 2008. Vol. 8, iss. 3. P. 423–430. – <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2007.11.007> (дата обращения: 18.03.21).
13. Gheisar M.M., Kim I.H. Phytobiotics in poultry and swine nutrition – a review // Ital. J. Anim. Sci. 2018. Vol. 17. P. 92–99. – <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1350120> (дата обращения: 18.03.21).
14. Hernandez F., Madrid J., Garcia V., Orengo J., Megias M.D. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size // Poult. Sci. 2004. Vol. 83. P. 169–174. – <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.169> (дата обращения: 18.03.21).
15. Ignatovich L.S., Ginter E.V., Lykov A.S., Kuzmina I.Y., Kustova S.B. The use of non-conventional supplementary feeds in cattle and layer diet // Periodico Teche Quimica. 2019. Vol. 16, N 32. P. 668–687.
16. Ingolfsdottir K., Jurcic K., Fischer B., Wagner H. Immunologically active polysaccharide from *Cetraria islandica* // Planta Med. 1994. Vol. 60 (6). P. 527–531. – <https://doi.org/10.1055/s-2006-959564> (дата обращения: 18.03.21).
17. Kuzmina I.Yu., Ginter E.V., Kuzmin A.M. The effect of feed additives from mountain pine and lichens on the young cattle productivity in Magadan Region // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2020. Vol. 547. 012020. DOI: 10.1088/1755-1315/547/1/012020.

18. Matanjun P., Mohamed S., Mustapha N.M., Muhammad K., Ming C.H. Antioxidant activities and phenolics content of eight species of seaweeds from north Borneo // *J. Appl. Phycol.* 2008. Vol. 20. 367. – <https://doi.org/10.1007/s10811-007-9264-6> (дата обращения: 18.03.21).
19. Moubayed N.M.S., Jawad Al Houry H., Al Khulaifi M.M., Al Farrarj D.A. Antimicrobial, antioxidant properties and chemical composition of seaweeds collected from Saudi Arabia (Red Sea and Arabian Gulf) // *Saudi J. Biol. Sci.* 2017. Vol. 24 (1). P. 162–169. – <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.05.018> (дата обращения: 18.03.21).
20. Müller K. Pharmaceutically relevant metabolites from lichens // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2001. Vol. 56 (1–2). P. 9–16. – <https://doi.org/10.1007/s002530100684> (дата обращения: 18.03.21).
21. Prakash U.N.S., Srinivasan K. Beneficial influence of dietary spices on the ultrastructure and fluidity of the intestinal brush border in rats // *Br. J. Nutr.* 2010. Vol. 104. P. 31–39. – <https://doi.org/10.1017/S0007114510000334> (дата обращения: 18.03.21).
22. Shrestha G., Clair L.L.St., O'Neill K.L. The immunostimulating role of lichen polysaccharides: a review // *Phytother. Res.* 2015. Vol. 29 (3). P. 317–322. – <https://doi.org/10.1002/ptr.5251> (дата обращения: 18.03.21).
23. Windisch W., Schedle K., Plitzner C., Kroismayr A. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry // *J. Anim. Sci.* 2008. Vol. 86 (14 appl.). E140–E148. – <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459> (дата обращения: 18.03.21).

Н.Ф. КЛЮЧНИКОВА, М.Т. КЛЮЧНИКОВ, Е.М. КЛЮЧНИКОВА

Сезон отела и продуктивность коров на фермах Хабаровского края

Проведена оценка пожизненной продуктивности 9164 коров. Установлена зависимость этого показателя от сезона первого отела. Лучшим временем года является осень. Анализ результатов осеменения 26 903 коров выявил существенные недостатки организации воспроизводства стада на фермах Хабаровского края. Из 26 903 отелившихся коров в первый месяц после отела пришло в охоту 17,6 %. Из них оплодотворилось 23,0 %, или 4,0 % от всего поголовья.

Ключевые слова: корова, сезон, отел, пожизненная продуктивность.

The calving season and cow productivity on the farms of Khabarovsk Krai. N.F. KLYUCHNIKOVA, M.T. KLYUCHNIKOV, E.M. KLYUCHNIKOVA (Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk).

The lifetime productivity of 9164 cows was assessed. The dependence of this indicator on the season of the first calving has been established. The best season of a year is autumn. Analysis of the results of insemination of 26903 cows revealed significant shortcomings of the organization of the reproduction of the herd on the farms of Khabarovsk Region. Of the 26 903 cows in the first month after calving, 17.6 % came in season. Of these, 23.0 % or 4.0 % of the total population were fertilized.

Key words: cow, season, calving, lifetime productivity.

Введение

Молочная продуктивность коров определяется наследственностью, породной принадлежностью, условиями кормления, содержания, доения и рядом других факторов. Существуют, однако, и технологические факторы, влияние которых на продуктивность стада исключать нельзя. К таким факторам относятся, в частности, сезон отела коров и связанные с сезоном условия кормления и содержания животных. Учитывая данный фактор, можно управлять уровнем рентабельности производства молока [1–3, 6–8].

Сезонность рождения потомства – одно из величайших достижений эволюции, обеспечивающее воспроизводство многих видов животных. В процессе одомашнивания крупный рогатый скот частично утратил это свойство и приобрел способность к размножению в любое время года благодаря перестройке нейрогуморальной системы регуляции репродуктивной функции организма. Это позволяет регулировать производство молока и молочных продуктов, но при этом требуется постоянный эффективный контроль воспроизводства стада. В противном случае инстинкт сезонности начнет превалировать, что подтверждается результатами анализа первичного зоотехнического учета в хозяйствах Амурской, Сахалинской, Камчатской областях, Хабаровского и Приморского краев. Из 117 076 отелов на зиму приходилось 30,2 %, весну – 32,4 %, лето – 18,6 %, осень –

*КЛЮЧНИКОВА Наталья Федоровна – доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора, КЛЮЧНИКОВ Михаил Тихонович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, КЛЮЧНИКОВА Елена Михайловна – младший научный сотрудник (Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровск). *E-mail: nauka1952@mail.ru

18,8 % [4]. Аналогичные данные получены за 14 лет исследований в племенном хозяйстве «Восточное» Хабаровского края. При среднем годовом удое первотелок черно-пестрой и голштинской пород 4013 кг у животных осеннего отела он составил 4555,0 кг, летнего – 4030,2 кг молока. В среднем межсезонная разница в показателях составила 524,8 кг молока, или 13 % [4]. Кроме того, сезон первого отела оказывает значительное влияние на продолжительность продуктивного периода. При средней его величине 1088 дней он варьировал от 926 дней у животных летнего и до 1232 дней – осеннего отела, а пожизненный удой составлял соответственно от 10 785 до 15 166 кг молока. В экономическом аспекте хозяйство от 605 коров летних отелов не получило 652 т молока на общую сумму 33,12 млн руб. [5].

Цель работы – изучить влияние сезона отела на продуктивность коров в хозяйствах Хабаровского края.

Материалы и методы исследований

Исследования проведены путем анализа племенного учета в хозяйствах Хабаровского края. Источником информации служили карточки племенных коров формы 2-МОЛ и личные исследования и наблюдения авторов.

Результаты исследований и их обсуждение

Всего под контролем находились 9164 коровы. Полученные данные свидетельствуют о неравномерном распределении отелов по сезонам года (табл. 1). В зимне-весенний период отелилось 68,4 % первотелок, летом – 15,5 %, осенью – 16,1 %. По комплексу учетных показателей следует признать осенние отелы более продуктивными: удой за первую лактацию у особей осеннего отела на 166,0–519,0 кг больше, чем у особей, отелившихся в другие сезоны. При этом количество выбракованных животных за первую лактацию меньше на 1,3–9,8 %, а продолжительность продуктивного периода больше на 0,34–0,57 лактаций. В конечном итоге пожизненный удой у коров, впервые отелившихся осенью, оказался в среднем на 4,3–37,1 % выше.

Таблица 1

Продуктивность коров в сезон первого отела и пожизненная их продуктивность

Показатель	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Кол-во коров	2269 (24,8)	3998 (43,6)	1421 (15,5)	1476 (16,1)	9164 (100,0)
Выбыло коров в первый год	496 (21,9)	1215 (30,4)	378 (26,6)	304 (20,6)	2393 (26,1)
Удой за первую лактацию, кг	4224,0	3969,0	3871,0	4390,0	4113,5
Кол-во лактаций	3,05	2,91	2,52	3,09	2,89
Пожизненный удой, кг	15 190,0	11 549,4	12 586,0	15 838,5	137 090,1

Примечание. В скобках указаны показатели в процентах.

Несомненный интерес представляют первотелки летних отелов. Из данной группы особей 26,6 % выбыли в скором времени после отела, преимущественно из-за патологий родов и послеродового периода и агалактии. Удой за 305 дней первой лактации у них был меньше на 519 кг по сравнению с отелившимися осенью, а пожизненная продуктивность ниже на 3252,5 кг, при этом продуктивный период был короче, чем у коров других сезонов отела.

Для оценки жизнеспособности голштинов в условиях Хабаровского края впервые были учтены встречаемость на фермах коров в возрасте пяти и более отелов (табл. 2).

Встречаемость коров в возрасте пяти и более отелов

Сезон рождения	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Зима	614 (72)	1095 (96)	502 (51)	472 (86)	2683 (305)
Весна	842 (70)	1226 (108)	412 (54)	611 (76)	3091 (308)
Лето	369 (45)	622 (88)	194 (0)	209 (48)	1394 (181)
Осень	444 (79)	1055 (132)	313 (45)	184 (44)	1996 (300)
Год	2269 (266)	3998 (424)	1421 (150)	1476 (254)	9164 (1094)

Примечание. В скобках – количество коров-долгожительниц.

В среднем по всему учтенному поголовью коров долгожительниц было 11,9 %. Их доля снижалась до 10,6 % в группе животных весенне-летних отелов и максимально повышалась до 17,2 % среди первотелок осеннего сезона. Если учесть сезон рождения и сезон первого отела, то встречаемость долгожительниц распределится крайне неравномерно: от полного отсутствия в группе животных сезонов «лето–лето» до максимальных значений (23,9 %) в группе животных сезонов «осень–осень». В условиях традиционной технологии кормления и содержания, когда животные с ноября по май круглосуточно находятся в помещении, а с мая по ноябрь на пастбище, сезон отела существенно влияет не только на молочную продуктивность, но и на воспроизводительную способность (табл. 3).

Таблица 3

Влияние сезона отела на оплодотворяемость коров в первый месяц после отела

Сезон отела	Всего отелов		В первый месяц			
	коров	%	пришло в охоту		оплодотворилось	
			коров	%	коров	%
Зима	7392	27,5	1136	15,4 ± 0,4	204	18,0 ± 1,1
Весна	9574	35,6	1751	18,3 ± 0,4	444	25,4 ± 1,0
Лето	5041	18,7	1054	20,9 ± 0,6	288	27,3 ± 1,4
Осень	4896	18,2	792	16,2 ± 0,5	152	19,2 ± 1,4
Год	26903	100	4733	17,6 ± 0,2	1088	23,0 ± 0,6

В нашей работе в качестве критерия воспроизводительной способности использовалось количество коров, у которых половые циклы восстанавливались в первые 30 дней после отела. По мнению академика В.С. Шипилова [9], это объективный показатель, характеризующий состояние организма животных. Данные табл. 3 свидетельствуют о сезонной изменчивости основных показателей воспроизводительной способности коров. Если в декабре–январе в первый месяц после отела охота выявлена у 15,4–16,2 % наблюдаемых особей, то в летние месяцы количество животных, пришедших в охоту, возросло до 20,9 %. В среднем за год в первый месяц после отела половые циклы восстановились у 4733 коров (17,6 %). Из них стали стельными 23,0 %, или 4,0 % всего поголовья. Эти данные указывают на чрезвычайно низкую организацию воспроизводства стада крупного рогатого скота на молочных фермах региона. Об этом также свидетельствуют результаты анализа 21-летнего учета в племенном хозяйстве «Восточное». Здесь из 20 061 отелившейся коровы в первый месяц после отела пришло в охоту 16,5 %, из них оплодотворилось 22,2 %, или 3,7 % всего поголовья.

Выводы

Анализ племенного учета на молочных фермах Хабаровского края выявил значительную изменчивость продуктивности и жизнеспособности коров в зависимости от сезона первого отела. Наиболее благоприятным сезоном первого отела является осенний период. Поэтому при планировании молочной продуктивности коров вне зависимости от

породной принадлежности сезон отела должен рассматриваться как один из важнейших факторов повышения удоев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильвер Д.С. Влияние возраста первого осеменения телок на молочную продуктивность // Вестн. Челябин. гос. ун-та. 2008. № 4. С. 159–160.
2. Вильвер Д.С. Влияние генотипических факторов на хозяйственно полезные признаки коров первого отела // Концепт: науч.-метод. электрон. журн. 2015. Т. 13. С. 2051–2055.
3. Карамасев С.В. Технологические свойства молока коров молочных пород в зависимости от сезона отела. Кинель: Самар. гос. с.-х. акад., 2016. 181 с.
4. Ключникова Н.Ф., Ключников М.Т., Ключникова Е.М. К вопросу о сезонности отелов на молочных фермах Дальнего Востока // Евразийский союз ученых. 2016. № 1 (22). С. 165–166.
5. Ключникова Н.Ф., Ключников М.Т., Ключникова Е.М. Пожизненная продуктивность коров голштинской породы в зависимости от сезона первого отела // Вестн. рос. с.-х. науки. 2015. № 2. С. 54–55.
6. Лоретц О. Г. Влияние генетических и экологических факторов на продуктивное долголетие // Аграр. вестн. Урала. 2014. № 9 (127). С. 34–37.
7. Мамаев А.В., Самусенко Л.Д. Влияние голштинской породы на химический состав и технологические свойства молока коров черно-пестрой породы // Вестн. ОрелГАУ. 2014. № 3 (48). С. 10–13.
8. Шендаков А.И., Шендакова Т.А. Европейские голштинки в Орловской области: результаты оценки и перспективы разведения // Биология в сельском хозяйстве. 2016. № 1 (10). С. 2–8.
9. Шипилов В.С. Физиологические основы профилактики бесплодия коров. М.: Колос, 1977. 336 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. Мирмановой
Корректор Л.И. Горбулина
Переводчик П.Э. Кирпичев

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

Выход в свет 28.06.2021 г.
Формат 70 × 108/16
Печать офсетная
Усл. печ. л. 13,3
Уч.-изд. л. 12,65
Тираж 300 экз. Заказ ИВ 210764
Цена свободная

ИП Сердюк Оксана Александровна
690065 Владивосток, ул. Стрельникова, 12-87.
Тел. +79147102232. E-mail: oksanaserdiuk62@gmail.com

Отпечатано в ООО «ПСИ95»
Владивосток, ул. Русская, 65, корпус 10

Свидетельство Роскомнадзора о регистрации ПИ № ФС77-75560 от 12.04.2019 г.